



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
DOCTORADO EN INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EDUCATIVA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN ASISTENTE BASADO EN INTELIGENCIA
ARTIFICIAL PARA AMBIENTES DE APRENDIZAJE DE NIÑOS CON
DISCAPACIDAD VISUAL**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
DOCTOR EN INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EDUCATIVA

PRESENTA:
MTRO. ERICK IBARRA CRUZ

DIRECTOR DE TESIS:
DRA. DULCE MARÍA FLORES OLVERA

Puebla, Pue. Octubre de 2020

Página de aprobación

Miembros del jurado

Dra. Dulce Flores Olvera

Dra. Carmen Cerón Garnica

Dr. Jorge A. Fernández Pérez

Dr. Antonio Fernández Crispín

Dra. Lucero Cabazos Cava

Resumen

El objetivo principal de la presente investigación fue crear una intervención educativa mediada y guiada por una tecnología emergente como es la inteligencia artificial, de tal forma que configurada como un sistema tutor inteligente comandado por voz, permitiera una comunicación directa entre el alumno con discapacidad visual y la computadora utilizando el lenguaje natural, que coadyuvara a construir aprendizajes significativos y con capacidad de promover la equidad e inclusión educativa, digital, social, y asistencia laboral. Está orientado a alumnos de educación básica del Centro de Atención Múltiple que derivado de su condición presentan dificultades para interactuar con la computadora de manera normal, ya que la accesibilidad y usabilidad del dispositivo no está acorde a sus limitaciones físicas, ni cuentan con las herramientas adecuadas para su aprendizaje. El estudio es cuantitativo, con enfoque de investigación-acción, con estudio de caso, descriptivo, se emplearon las técnicas de observación participante y grupos focales; como instrumentos: una guía y diario de observación, la muestra es no probabilística ya que la selección de las unidades de análisis fueron a criterio del investigador como sujetos tipo. El sistema se aplicó a un grupo de 8 niños con ceguera. Se observó que es viable la aplicación de la Inteligencia Artificial en estos contextos para el diseño de experiencias educativas mediadas por tecnología con sustento pedagógico en la teoría de la actividad en la enseñanza, y el juego didáctico. Dentro de los resultados se observó que la herramienta tiflotecnológica resultó atractiva y de gran interés para los alumnos, maestros y directivos, la interacción por voz resultó relevante para la accesibilidad e inclusión digital, y la teoría psicopedagógica utilizada contribuye a la construcción de aprendizaje de conceptos. Podemos decir que esta tecnología promueve la inclusión digital, educativa, social y hasta laboral de este sector de población vulnerable, las posibilidades que le ofrece para trabajar con la computadora de forma natural son muy amplias.

Agradecimientos

En primer lugar quiero agradecer a Dios por la vida, por permitirme vivir esta maravillosa experiencia.

Un agradecimiento especial a Rosa Elba por su apoyo cuando más lo necesité, en cada momento como amiga, compañera y esposa, cada cosa que pasamos juntos me ha dado las lecciones más importantes en toda mi vida. A Hamid mi hijo, tú eres mi motivo para seguir adelante, gracias por tu paciencia, comprensión y por el tiempo que te privé durante el transcurso del doctorado.

Agradezco a mi directora de tesis, Dra. Dulce María Flores Olvera por su valiosa asesoría y sus consejos, los aprecio mucho.

Al coordinador del doctorado el Dr. Fernández por todo su valioso apoyo, y cada uno de mis profesores por compartir con nosotros sus valiosos conocimientos. Han aportado más que conocimientos a mi vida, me llevo su valiosa amistad y sabiduría; agradezco su dedicación y apoyo en cada etapa.

A la Mtra. Verónica Huerta Toral, Directora CAM "Club de Leones" por darme la oportunidad de aplicar este estudio con los niños con discapacidad visual, y por permitirme trabajar con su equipo de colaboradoras, muy humanas todas; mi agradecimiento especial a la Mtra. Rocío por su valioso apoyo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo recibido durante mis estudios doctorales, que de no ser así, esta meta no hubiera sido posible.

A los integrantes del comité tutorial mi más profundo reconocimiento y admiración por todo su tiempo, acompañamiento y recomendaciones para ayudarme concluir este trabajo de tesis del cual me siento muy satisfecho. Me llevo su amistad y sus enseñanzas.

A todas aquellas personas que de una u otra manera hicieron posible la conclusión de este trabajo de tesis y que no los mencioné, gracias a todos.

Erick Ibarra Cruz

Índice

Introducción	1
a) Desarrollo del tema	1
b) El problema de investigación	9
c) Objetivo general	10
d) Objetivos específicos	11
e) Hipótesis o premisas	11
f) Relevancia de la investigación	11
Capítulo 1. Educación para las personas con discapacidad	14
1.1. Concepto de educación	14
1.2. Análisis etimológico y semántico	14
1.3. Educación especial	17
1.4. Educación integradora	18
1.5. Inclusión educativa	20
1.6. Análisis de la historia de la crianza y la discapacidad	20
1.7. Infanticidio (Antigüedad-siglo IV)	22
1.8. Abandono (siglos IV-XIII)	26
1.9. Ambivalencia (siglo XIV-XVII)	29
1.10. Intrusión (Siglo XVIII)	31
1.11. Socialización (Siglo XIX- mediados del XX)	33
1.12. Ayuda (mediados del siglo XX a la fecha)	35
1.13. Perspectivas del concepto de educación	38
1.14. Definiciones clásicas de educación	40
Capítulo 2. Ambientes de aprendizaje basados en TIC para discapacitados visuales	44
2.1. El uso de los medios de comunicación como recursos didácticos	45
2.2. Tecnologías de información y comunicación humana	50
2.3. La prensa educativa y la educación popular	55
2.4. Educación especial: Un nuevo enfoque de atención a las discapacidades	57
2.5. Código Braille: sistema de lectura y escritura para ciegos	59
2.6. El correo postal y la imprenta: Surgimiento de la educación a distancia	61
2.7. La formación de los discapacitados visuales	62
2.8. La Telegrafía: comunicación de textos a distancia	68
2.9. El Cinematógrafo: uso de filmes con propósito didáctico	70
2.10. La educación especial del siglo XIX y XX en Europa	73
2.11. La radio como medio de enseñanza	74
2.12. Tiflotecnología, tecnología para discapacitados visuales	78
2.13. Breve historia de los Sistemas de Escritura Táctil para lectores con ceguera y deficiencia Visual	79

Capítulo 3. El contexto mundial y regional de la educación especial	82
3.1. La educación especial en la modernidad y postmodernidad	85
3.2. Modernidad y posmodernidad en América Latina	101
3.3. Contexto nacional	105
3.3.1. La tecnología educativa en México y la discapacidad	106
3.3.2. Marco jurídico de la discapacidad en México	118
3.3.3. Marco Jurídico Estatal	129
3.3.4. Contexto Institucional	133
3.4. Condiciones de discapacidad visual y el desarrollo de competencias digitales	135
3.5. Los pecados en la educación especial	138
3.6. Causas de la desmotivación en el aprendizaje de niños con discapacidad visual	142
Capítulo 4. Inteligencia artificial asistiendo el aprendizaje de niños con discapacidad visual	145
4.1. Tecnología de soporte y asistencia para el desarrollo de competencias digitales	155
4.2. Tiflotecnología.	157
4.3. Beneficios de los sistemas interactivos de apoyo a discapacitados visuales.	161
4.4. Sistemas interactivos con inteligencia artificial de apoyo a discapacitados visuales.	170
Capítulo 5. Fundamentos teóricos	179
5.1. Desarrollo humano	180
5.2. Concepto de humanismo	181
5.3. Orígenes del humanismo	185
5.4. El humanismo del siglo XX	187
5.5. Autores representativos del humanismo y sus aportes	191
5.6. Desarrollo humano de las personas con discapacidad visual	194
5.7. Teoría de la inteligencia artificial (IA)	198
5.8. Antecedentes y conceptos básicos sobre IA	198
5.9. Conceptos de inteligencia artificial	203
5.10. Fundamentos filosóficos y científicos de la inteligencia artificial	206
5.11. Áreas de trabajo y aplicación de la inteligencia artificial	207
5.12. Autómatas, sistemas expertos, robótica ingredientes para una inteligencia artificial educativa	210
5.13. Entorno personal de aprendizaje	217
5.14. Teoría de la actividad en la enseñanza-aprendizaje	218
5.14.1. Consideraciones preliminares de la teoría de la actividad en la enseñanza	223
5.15. Enseñanza programada	230
5.16. Teoría del juego	232
5.16.1. el juego como un derecho humano	232
5.16.2. Abordaje teórico del juego	234
Capítulo 6. Estrategia metodológica	239
6.1. Tema y problema de Investigación	239

6.2. Preguntas de investigación	243
6.3. Los objetivos de la investigación	243
6.3.1. Objetivo General	243
6.3.2. Objetivos específicos	243
6.4. Premisa o Hipótesis de investigación	244
6.4.1. Premisa de investigación	244
6.4.2. Hipótesis de la investigación	244
6.4.3. Hipótesis nula	244
6.4.4. Hipótesis alternativa	244
6.5. Diseño de la estrategia metodológica	245
6.6. Respecto a la delimitación del estudio se ha definido lo siguiente	247
6.7. Población objetivo	248
6.8. Lugar de realización del estudio	248
6.9. Muestra/Unidad de análisis	249
6.10. Tipo de muestreo	250
6.11. Variables e indicadores / Categorías y dimensiones	251
6.12. Datos de relevancia socioeducativa	253
6.13. Método de investigación	254
6.14. Técnicas y procedimiento de recogida de la información	255
6.15. Cuestionario diligenciado	256
6.16. Observación sistemática	256
6.17. Detalle del procedimiento para la recolección de la información	257
6.18. Encuesta de satisfacción para usuarios	258
6.19. Instrumentos o guiones de recogida de información	259
6.20. Técnicas y procedimiento de análisis de la información	259
6.21. Universo	260
6.22. Dificultades y limitaciones	261
6.23. Factibilidad	261
6.24. Plan de trabajo y fases para el trabajo de campo	262
Capítulo 7. Análisis e interpretación de resultados	263
7.1. Primera etapa. Fase de diseño y pilotaje	266
7.1.1. Momento 1 de la primera etapa	267
7.1.2. Momento 2 de la primera etapa	285
7.1.3. Momento 3 de la primera etapa	295
7.1.4. Momento 4 de la primera etapa	294
7.1.5. Momento 5 de la primera etapa	305
7.1.6. Momento 6 de la primera etapa	306
7.1.7. Análisis de resultados de la prueba de concepto (Etapa 1)	307
7.1.8. Momento 7 de la primera etapa	314
7.2. Segunda etapa	315
7.2.1. Descripción general del proceso de desarrollo de la segunda etapa	319
7.2.2. Evaluación del asistente Tiflo por parte de los niños	327
7.2.3. El glosario de términos	335
7.2.4. Respeto al curso	336
7.2.5. Respeto a la tecnología empleada	336

7.2.6. Respeto a la metodología de aprendizaje a través de videojuegos	336
7.2.7. Respeto a los recursos o actividades de aprendizaje	337
7.2.8. Respeto a los materiales de apoyo	338
7.2.9. Evaluación del aprendizaje	339
7.2.10. Proceso de reconocimiento de patrones de voz para personalización del sistema	339
7.2.11. Fase empírica	343
7.2.12. Interpretación y discusión de resultados de la segunda etapa	343
7.2.13. Análisis del caso A	356
7.2.14. Evaluación del proceso de adquisición del concepto	358
7.2.15. Análisis del caso B	358
7.2.16. Análisis del caso C	360
7.2.17. Análisis del caso D	360
7.2.18. Análisis del caso E	361
7.2.19. Análisis del caso F	362
7.2.20. Análisis del caso G	363
7.2.21. Análisis del caso H	364
Capítulo 8. Conclusiones y recomendaciones	371
8.1. Limitaciones	375
Bibliografía	376
Anexos	401

Tabla de abreviaturas

Abreviatura	Definición
APP	Aplication
AVI	Asistente Virtual Inteligente
BM	Banco Mundial
BUAP	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
CD	Compact Disk
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory (Memoria borrable y programable electricamente de solo lectura)
IA	Inteligencia Artificial
ILCE	Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa
INEGI	Instituto NAcional de Estadística, Geografía e Informática
INEE	Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación
NEE	Necesidades Educativas Especiales
LOGSE	Ley Orgánica General del Sistema Educativo
MOOC	Massive Online Open Courses (cursos online masivos y abiertos)
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONG	Organización No Gubernamental
PLC	Programmable Logic Controller (controlador lógico programable)
PNE	Programa Nacional de Educación
PROM	Programmable Read-Only Memory (memoria programable de solo lectura)
RAE	Real Academia de la lengua Española
RAM	Random Access Memory (memoria de acceso aleatorio)
ROM	Read Only Memory (memoria de solo lectura)
SATMEX	Satélites Mexicanos
SEP	Secretaría de Educación Pública
STI	Sistema Tutor Inteligente
TE	Tecnología Educativa
TIC	Tecnologías de la Información y Comunicación
TV	Televisión
USB	Universal Serial Bus (bus universal en serie)
UDG	Universidad De Guadalajara
ITESM	Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
LMS	Learning Management Systems (sistema de gestión del aprendizaje);
SmartTV	Smart TV (televisión inteligente)
SIA	Sistemas de Inteligencia Artificial
NTIC	Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación
CDROM	Compact Disk - Read Only Memory (disco compacto de solo lectura)
WWW	World Wide Web (red global, Internet)
CAM	Centro de Atención Múltiple
SEM	Sistema Educativo Mexicano
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura)
OREALC	Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe

UNICEF	United Nations International Children's Emergency Fund (Fondo Internacional de Emergencia de las Naciones Unidas para la Infancia)
PC	Personal Computer (computadora personal de escritorio)
TSBVI	Texas School for the Blind and Visually Impaired (Escuela para los Ciegos e Impedidos Visuales de Texas)
EUA	Estados Unidos de América
RLF	RetroLental Fibroplasia (Fibroplasia Retrolental)
NBC	National Broadcasting Company
CBS	Columbia Broadcasting System
BBC	British Broadcasting Corporation
RFI	Radio Francia Internacional
RCA	Radio Corporation of America
ICSU	International Council for Science (Consejo Internacional para la Ciencia)
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
DIH	Derecho Internacional Humanitario
DIDH	Derecho Internacional de los Derechos Humanos
IESALC	Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y el Caribe
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
OEI	Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura
TAC	Tecnologías del Aprendizaje y del Conocimiento
TAA	Tecnologías para la Asistencia y el Aprendizaje
TEP	Tecnologías de Empoderamiento y Participación
ONU	Organización de las Naciones Unidas
AL	América Latina
DOF	Diario Oficial de la Federación
ISSSTE	Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado
INPI	Instituto Nacional para la Protección a la Infancia
IMAN	Institución Mexicana de Asistencia a la Niñez
CONEVyt	Consejo Nacional de Educación para la vida y el trabajo
DIF	Desarrollo Integral de la Familia
ICEVI	International Council for Education of People with Visual Impairment (Consejo Internacional para la Educación de las Personas con Discapacidad Visual)
IAPV	Agencia Internacional para la Prevención de Ceguera
UMC	Unión Mundial de Ciegos
FIC	Federación Internacional de Ciegos
CMPSC	Consejo Mundial para la Promoción Social de los Ciegos
ULAC	Unión Latinoamericana de Ciegos
ONCE	Organización Nacional de Ciegos Españoles
FOAL	Fundación ONCE para la atención a las personas ciegas de América Latina
SSA	Secretaría de Salud
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social
ISSSTEP	Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores al Servicio de los Poderes del Estado de Puebla
CONFE	Confederación Mexicana de Organizaciones en favor de la Persona con Discapacidad Intelectual
CDMX	Ciudad de México
NVDA	NonVisual Desktop Access (Acceso al escritorio no visual, es un lector de pantalla)

DCU	Diseño Centrado en el Usuario
UIP	Universidad Iberoamericana Puebla
FEDC	Federación Española de Deportes para Ciegos
SENCE	Servicio Nacional de Capacitación y Empleo
ULIVIS	Unión de Limitados Visuales
CEGECAP	Centro de Gestión y Capacitación
SENADIS	Servicio Nacional de la Discapacidad
UNLV	Unión Nacional de Limitados Visuales
MIT	Instituto Tecnológico de Massachusetts
GPS	Global Positioning System (Sistema de posicionamiento global)
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
DHRO	Human Development Report Overview (Informe sobre desarrollo humano)
IDH	Índice de Desarrollo Humano
NASA	National Aeronautics and Space Administration (Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio, Estados Unidos)
URSS	Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas
FDA	U.S. Food and Drug Administration (Administración de Medicamentos y Alimentos de Estados Unidos de América)
PLE	Personal Learning Environments (Entorno personal de aprendizaje)
BOA	Base Orientadora de la Acción
DGIE	Dirección General de Innovación Educativa
TDA	Transtorno de Déficit de Atención

Lista de tablas

Tabla 1. Panorámica de los hitos más importantes en la historia de la inteligencia artificial	212
Tabla 2. Clasificación de características de algunos de los principales agentes tutor.	216
Tabla 3. Instrumento de validación por expertos en Inteligencia Artificial	251
Tabla 4. Instrumento de validación por expertos en Psicopedagogía	252
Tabla 5. Instrumento de validación por expertos en Educación para Discapacidad Visual y tecnología educativa	252
Tabla 6. Fases del desarrollo del sistema e intervención educativa.	265
Tabla 7. Primera etapa. Fase de diseño y pilotaje	266
Tabla 8. Primera etapa-Momento 1	267
Tabla 9. Características básicas que debería tener el sistema AVI-STI según el usuario	271
Tabla 10. Características básicas que debería tener el sistema AVI-STI según los directivos y docentes.	273
Tabla 11. Características básicas que debería tener el sistema AVI-STI según los expertos en tecnología educativa y educación para niños con discapacidad visual	275
Tabla 12. Primera etapa- Momento 2.	285
Tabla 13. Primera etapa-Momento 3.	293
Tabla 14. Plantilla para definir y registrar los requerimientos del sistema y características del curso	294
Tabla 15. Primera etapa – Momento 4	295
Tabla 16. Primera etapa-Momento 5	305
Tabla 17. Primera etapa – Momento 6	307
Tabla 18. Primera etapa – Momento 7	315
Tabla 19. Segunda etapa. Fase de ajustes y aplicación	319
Tabla 20. Evaluación del desempeño del AVI-STI Tiflo por los alumnos	327
Tabla 21. Características de la población de estudio	344
Tabla 22. Resultados examen diagnóstico	348
Tabla 23. Resultados de valoración cognitiva de los alumnos	351
Tabla 24. Resultados de los estadíos de las etapas de formación del grupo de investigación	366
Tabla 25. Resultados de evaluación de expertos al AVI-STI	367
Tabla 26. Características del grupo control	370

Lista de figuras

Figura 1. Infancia e historia. Etapas	34
Figura 2. Tecnologías que agrupan las TIC.	78
Figura 3. Porcentaje de docentes que tomaron cursos sobre atención a niños con NEE en los ciclos escolares 2006/2007 y 2007 /2008, por modalidad educativa sin incluir la comunitaria. 108	
Figura 4. Test de Turing	168
Figura 5. La evolución de los sistemas expertos.	175
Figura 6. Diseño de estrategia metodológica	195
Figura 7. Fuentes de requisitos del sistema AVI -Sistema Tutor Inteligente (STI).	218
Figura 8. Sistema o Código Braille	232
Figura 9. Navegadores web más comunes	245
Figura 10. Esquema general de funcionamiento del prototipo del AVI-STI Tiflo	246
Figura 11. Pantalla de bienvenida al sitio web.	246
Figura 12. Esquema de funciones y componentes del prototipo AVI-STI 1 ^a . Versión	248
Figura 13. Pantalla de bienvenida al curso del alumno.	249
Figura 14. Pantalla de presentación del curso.	250
Figura 15. Pantalla de lecciones del curso.	250
Figura 16. Pantalla General de Actividades de Aprendizaje	251
Figura 17. Pantalla de Actividades (audiocuentos).	252
Figura 18. Actividades de Aprendizaje (canciones de los animales)	252
Figura 19. Actividades de Aprendizaje (juegos)	253
Figura 20. Actividades de Aprendizaje (glosario de términos)	253
Figura 21. Construcción del conocimiento desde el enfoque te la teoría de la actividad en la enseñanza más la teoría del juego didáctico.	254
Figura 22. Figura Ayuda del AVI en el curso	258
Figura 23. Ayuda de Internet para aprender conceptos	259
Figura 24. Figura Instrucciones del AVI	259
Figura 25. Orden y secuencia de temas del curso	260
Figura 26. Respuesta a dudas por parte del AVI	261
Figura 27. Actividades ayudan a aprender conceptos	262
Figura 28. Perspectivas de estudio del fenómeno	
Figura 29. Videojuego de atrapa a los animales	283
Figura 30. Videojuego de adivinanzas	284
Figura 31. Videojuego de clasificación de los animales: llévame con mi familia	285
Figura 32. Modelo de ciclo de vida por prototipos para el desarrollo de software	291
Figura 33. Características de género de la población de estudio	296
Figura 34. Características de edad de la población de estudio	297
Figura 35. Características de escolaridad de la población de estudio	298
Figura 36. Resultados de examen diagnóstico sobre conocimientos previos	299
Figura 37. Resultados de examen diagnóstico sobre etapa de desarrollo inicial	299
Figura 38. Resultados de examen diagnóstico sobre alumnos en etapa perceptiva	300
Figura 39. Resultados de examen diagnóstico sobre alumnos en etapa verbal	301
Figura 40. Resultados de examen diagnóstico sobre identificación de conceptos	301
Figura 41. Resultados de examen diagnóstico sobre aplicación de conceptos	302

Figura 42. Valoración cognitiva previa en velocidad de construcción mental.	303
Figura 43. Valoración cognitiva previa en tipo de construcción mental	304
Figura 44. Valoración cognitiva previa en producción oral en segundos	304
Figura 45. Valoración cognitiva previa en velocidad promedio para hablar	305
Figura 46. Valoración cognitiva previa en dicción.	306
Figura 47. Valoración cognitiva previa en lenguaje.	306
Figura 48. Valoración cognitiva previa en volumen.	307
Figura 49. Ejemplo de tarjeta orientadora.	309
Figura 50. Resultados de aprendizaje del caso A.	311
Figura 51. Resultados de aprendizaje del caso B.	313
Figura 52. Resultados de aprendizaje del caso C.	314
Figura 53. Resultados de aprendizaje del caso D.	315
Figura 54. Resultados de aprendizaje del caso E.	316
Figura 55. Resultados de aprendizaje del caso F.	317
Figura 56. Resultados de aprendizaje del caso G.	318
Figura 57. Resultados de aprendizaje del caso H.	319

Introducción

a) Desarrollo del tema

Desde que surgieron las tecnologías de la información y comunicación (TIC), se han ido incorporando paulatinamente a todos los ámbitos de la vida cotidiana y del sistema de relaciones humanas; están presentes en el hogar llevando diversión, en las empresas automatizando procesos administrativos, operativos, producción, y toma de decisiones, en los mercados bursátiles, en la salud, hasta en la gestión del conocimiento, y por supuesto en el sector educativo incorporando innovaciones en la forma de hacer las cosas.

Hoy más que nunca, derivado de la pandemia del covid-19, el sistema educativo mexicano y sus instituciones tuvieron que migrar en poco tiempo de la modalidad educativa presencial a una modalidad totalmente en línea, mediada y soportada por las TIC, para responder al llamado de las instancias gubernamentales de tomar las medidas sanitarias preventivas ante esta amenaza que afecta la salud gravemente, tales disposiciones consistieron en evitar asistir a clases de forma presencial, tener reuniones grupales, aglomeraciones de personas, asistencia a eventos y actividades que no respetaran la medida de sana distancia que pudieran poner en riesgo la salud de los alumnos y maestros.

Con la finalidad de que los estudiantes no perdieran el ciclo escolar o el semestre, las autoridades educativas de cada institución se organizaron, y optaron por virtualizar el proceso educativo en la medida de sus posibilidades a través del uso de la red Internet, y de aplicaciones de telecomunicaciones gratuitas y de paga como las videoconferencias a través de Skype o de Zoom, uso del correo electrónico, transmisiones en vivo y en directo con el uso de las redes sociales, por ejemplo, mediante la creación de grupos privados y el uso de Facebook Live; aplicaciones gratuitas de Google como Hangouts o Meet que se utilizaron para realizar videoconferencias entre un grupo pequeño de personas; Google Drive que sirve para almacenar y compartir archivos de lectura de apoyo al programa de estudios; Google Docs que se utiliza para realizar trabajo colaborativo entre estudiantes o alumnos y maestros.

La más usada fue la plataforma Google Classroom que es un servicio gratuito con fines educativos en la red Internet en donde se pueden programar, gestionar y dar seguimiento a las actividades de un curso en línea, compartir recursos para el aprendizaje e interactuar con los alumnos a través de un tablón de anuncios o por correo electrónico ya sea para enviar tareas, comentarios o calificaciones; Google Forms para la elaboración de exámenes; y en el mejor de los casos hay instituciones que ya contaban dentro de su infraestructura tecnológica con una plataforma de gestión del aprendizaje como BlackBoard o Moodle para estar en condiciones de darle continuidad a los estudios de su comunidad estudiantil.

Sin embargo, esta medida remedial claramente está dirigida a la población con acceso a la red Internet, pero este servicio aún no se ha democratizado a todos los sectores de la población mexicana. Con la estrategia de aprendizaje en casa, nuevamente los menos favorecidos son los sectores vulnerables, tales como: las personas con discapacidad, los que viven en pobreza extrema, los que pertenecen a grupos étnicos, los que viven en zonas rurales sin servicios, o rurales muy apartadas de las grandes ciudades, estos grupos son la población más marginada y con mayor riesgo de avanzar en su educación en el presente ciclo escolar.

Aún no se tienen cifras oficiales del impacto que tendrá la pandemia en estos sectores en el ámbito educativo, pero es de esperarse que no mejorará mucho, ya que en el caso de los alumnos con algún tipo de discapacidad requieren de ayuda más especializada y personalizada por parte de docentes de educación especial, herramientas y materiales específicos para el tipo de discapacidad, situación que complica atenderlos en casa y mucho más donde no cuentan con cobertura ni acceso a la tecnología.

Por otro lado, en los noticieros se habló mucho acerca de las distintas estrategias a seguir por parte de los gobiernos estatales para no cancelar el ciclo escolar 2019-2020; los discursos se centraron en las distintas alternativas a seguir para evitar perder el año principalmente de los alumnos sin discapacidad pertenecientes a educación básica y media superior a través de un modelo virtual construido al vapor, sin maestros preparados en el

uso de las herramientas tecnológicas, sin materiales didácticos apropiados, sin bases pedagógicas suficientes para llevar a cabo el proceso educativo con calidad, ya que la tecnología es solo una herramienta, un medio de transmisión de información, no es educativa en sí misma, sin embargo, el objetivo era concluir el ciclo de la mejor manera posible. Para las zonas donde no se pudo trabajar a distancia pensaron en mejorar los medios, materiales y recuperar el tiempo perdido sin especificar claramente las estrategias. Los procedimientos a seguir en educación especial se omitieron por completo, asumiendo el mismo tratamiento del proceso educativo con la estrategia de aprendizaje en casa pero sin saber bien las necesidades que este colectivo tiene.

En el estado de Puebla, el gobernador constitucional Miguel Barbosa, en el mes de mayo del 2020, dijo en conferencia de prensa que cerrarían el ciclo escolar en la modalidad a distancia bajo el programa de “Aprende en Casa”, y aseguró que todos los alumnos estaban aprobados, que nadie iba a reprobar el ciclo escolar. Para el nuevo ciclo escolar 2020-2021 también daría inicio a distancia presuntamente los primeros días del mes de agosto, comenzando con cursos de capacitación para docentes y administrativos relacionados con la nivelación académica de los estudiantes en todas las escuelas de la entidad durante las 3 últimas semanas del mes de agosto, para estar en condiciones de iniciar clases el día 7 de septiembre.

Todo este panorama, muestra claramente cómo se han ido incorporando las TIC en el ámbito educativo, y como respondieron las instituciones y centros escolares de manera general ante la contingencia sanitaria para terminar el ciclo escolar 2019-2020 y dar inicio al siguiente. Esta crisis ha mostrado las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del sistema político mexicano para satisfacer no solo a las demandas de educación en el país, sino de atención en otras áreas como dotar de servicios básicos a las poblaciones más alejadas, por ejemplo: electricidad, sistemas de telecomunicaciones y TIC que son requisitos previos para implementar un modelo de educación a distancia más democrático, ya que las zonas rurales más alejadas no cuentan con electricidad y aunque tuvieran una computadora o teléfono móvil no pueden mantener en funcionamiento dichas tecnologías.

Las TIC pueden analizarse y comprenderse desde distintos puntos de vista dependiendo del enfoque del autor; Gil (2002) las aborda desde un *enfoque integral*, para él, constituyen un conjunto de aplicaciones, sistemas, herramientas, técnicas y metodologías asociadas a la digitalización de señales analógicas, sonidos, textos e imágenes, manejables en tiempo real.

Cabero (1998) las concibe como *la unión de tres medios básicos*: la informática, la microelectrónica y las telecomunicaciones; las TIC giran alrededor de estas dimensiones de manera interactiva e interconectadas, lo que permite conseguir nuevas realidades comunicativas. Por su parte, Ochoa y Cordero las definen como un *conjunto de procesos y productos* derivados de las nuevas herramientas de hardware y software, soportes y canales de comunicación, relacionados con el almacenamiento, procesamiento y la transmisión digitalizada de la información (citado por De Vita, 2008).

Thompson y Strickland (2004) las define desde el *beneficio que generan principalmente a las organizaciones*; son aquellos dispositivos, herramientas, equipos y componentes electrónicos, capaces de manipular información que soportan el desarrollo y crecimiento económico de cualquier organización; destaca que en ambientes tan complejos como los que deben enfrentar hoy en día las organizaciones, sólo aquellos que utilicen todos los medios a su alcance, y aprendan a aprovechar las oportunidades del mercado visualizando siempre las amenazas, podrán lograr el objetivo de ser exitosas.

Las TIC son un conjunto de tecnologías que permiten la comunicación y transferencia de información entre dispositivos electrónicos, y éstos a su vez posibilitan la generación, transmisión y retransmisión de mensajes de texto, audio, video e imágenes entre dos o más personas en tiempo real o diferido.

Para entender bien este concepto, primero se desglosará cada una de las palabras que conforman a dicho acrónimo. Se comenzará por definir ¿qué es la tecnología?, de manera general ésta se entiende como ciencia aplicada: la tecnología es un conocimiento práctico que se deriva directamente de la ciencia, entendida esta última como conocimiento teórico, de las teorías científicas se derivan también las técnicas, procedimientos e instrumentos que

convergen en tecnologías, aunque pueden existir teorías que no generan tecnologías sino modelos de explicación científica. Según Price (1980) define "la tecnología como aquella investigación cuyo producto principal es, no un artículo, sino una máquina, un medicamento, un producto o un proceso de algún tipo" (p. 169). Desde la *perspectiva artefactual o instrumentalista* González García aprecia las tecnologías como simples herramientas o artefactos (citado en Núñez, 2001, sección la definición de la tecnología).

En la actualidad el término de tecnología se usa de manera general para referirse a los dispositivos electrónicos digitales, informáticos, computacionales, cibernéticos, robóticos o mecatrónicos utilizados para dar soporte o apoyo a las actividades humanas, así como, para el almacenamiento y procesamiento de imágenes, video, voz y datos, o para la comunicación e intercambio de información entre dispositivos y personas. Sin embargo, dichas ciencias no son las únicas que generan productos tecnológicos, también lo hacen la mecánica, la física, biología o medicina mediante la combinación con las anteriores; de estas han surgido los automóviles autónomos u operados por control remoto y GPS, la invención de equipos médicos como los termómetros para medir la temperatura, baumanómetros para presión arterial, oxímetros para la saturación de oxígeno en sangre, glucómetros para medir el nivel de glucosa en sangre, entre muchos otros.

Cabe aclarar, que estos aparatos, instrumentos o herramientas electrónicas se componen de dos partes fundamentales, *hardware* y *software*, que son complemento uno del otro, es decir, uno no puede funcionar sin el otro, ya que el hardware es la parte física del dispositivo, y están representadas por aquellas partes o componentes tales como: circuitos, cables, carcasas, y demás piezas que se pueden tocar y sentir a través del tacto. Por ejemplo, en una computadora se encuentran los periféricos que acompañan a dicha tecnología tales como: el mouse, teclado, monitor, memorias, lectores de CD, microprocesadores, discos duros, cintas electromagnéticas, impresoras, micrófonos, audífonos, cámaras, escanners de textos, imágenes, o lectores de parámetros biométricos como huellas digitales, reconocimiento fácil, o escaneo de retina, entre otros.

Respecto al concepto de software, se entiende como el soporte lógico o parte lógica de dicha tecnología, conformada por aquello que no se puede tocar de una computadora o dispositivo tecnológico, que se aloja en algún tipo de memoria del dispositivo y que contiene las instrucciones o programa de actividades, procesos, o procedimientos que puede y debe hacer. En el presente trabajo se hace referencia al software indistintamente cuando se habla de sistema, programa, aplicación, o App (abreviatura de la palabra en inglés application); que no es otra cosa, que un archivo, que contienen el conjunto de instrucciones y algoritmos escritos en un lenguaje de programación de computadora que le indican al dispositivo tecnológico (hardware) las tareas que debe realizar y cómo las debe ejecutar.

Los programas pueden estar almacenados en chips o circuitos de memorias de tipo ROM (Read Only Memory, memorias de solo lectura), memorias PROM (Programmable Read-Only Memory, que es una memoria ROM programable), o en memorias EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory, que es una ROM programable y borrable eléctricamente), también pueden almacenarse en memorias RAM (Random Access Memory, memoria de acceso aleatorio), en PLC (Programmable Logic Controller, controlador lógico programable), o en dispositivos de almacenamiento secundario de una computadora como son los discos duros, disquetes, memorias o discos USB, CD's, entre otros.

Por otro lado, el término *información* puede tener distintas connotaciones, Río (2013) opina que depende del contexto epistémico en que se utiliza ya que su carácter intrateórico y polisémico ha diversificado su concepción y sentido. Fernández (1994) considera que la búsqueda de un concepto adecuado de información ha sido una constante en los estudios teóricos llevados a cabo en el seno de la Biblioteconomía y Documentación, el análisis de las propuestas realizadas por este autor permite distinguir dos grandes grupos: los que ven la información como algo físico y objetivo, y los que consideran a la información como algo cognitivo y subjetivo.

Desde el punto de vista de la informática, la información es un conjunto de datos que tienen un significado o utilidad para el usuario o destinatario en el proceso de comunicación de un mensaje. En principio, la información designa tanto el proceso de comunicar hechos y noticias como el contenido de lo que se quiere comunicar. Los datos aislados tienen poco valor, pero no cuando se relacionan entre sí acerca de algo o alguien, conforme se van ampliando los datos dan una imagen o referencia completa de una persona o cosa; el conjunto de datos relacionados entre sí forman registros, los registros forman archivos, los archivos forman grandes bases de datos y es cuando la información se vuelve valiosa para las personas y organizaciones.

Desde la perspectiva de García (1998), “la información aparece como uno de los cinco constructos primitivos sobre los que se sustenta nuestra imagen del mundo espacio, tiempo, materia, energía e información” (p.1), aborda el análisis de las formas de procesar la información desde los organismos primitivos a los sistemas sociales y considera que la información puede ser almacenada del mismo modo que la materia o la energía mediante el procedimiento de la representación simbólica, que consiste en su fijación o grabado sobre estructuras materiales como memorias o soporte físico y lógicas como archivos; de acuerdo al autor, dichas memorias pueden ser internas, externas pasivas (documentos) y externas activas (memorias automatizadas).

En lo que a este trabajo concierne, se retomará el concepto de información desde el enfoque de procesos de captura, almacenamiento, tratamiento o procesamiento y recuperación de dichas representaciones simbólicas del mundo a través de dispositivos electrónicos automatizados. Por último, se hablará del concepto de comunicación, García (2008) concibe a la comunicación como un conjunto de prácticas de relación humana o de transmisión; de manera general aborda la comunicación como un conjunto de operaciones filosóficas, lingüísticas, tecnológicas y culturales que dejan una marca o un rastro de una relación entre seres.

Desde esta perspectiva, la convergencia de los medios de comunicación (cine, radio, televisión, prensa, telefonía, Internet) se puede entender como aquellas tecnologías que

permiten llevar a cabo el proceso de comunicación y la transmisión de información entre seres humanos y entre dispositivos electrónicos que han cambiado la forma de hacer las cosas en todos los ámbitos de la sociedad y más aún ha revolucionado la educación dando origen a la tecnología educativa.

Como ya se ha mencionado, el origen de las TIC se da a partir de los avances científicos producidos en los ámbitos de la electrónica, informática y las telecomunicaciones. El elemento más representativo de las nuevas tecnologías en la actualidad es sin duda la computadora y más recientemente la red Internet, ya que representa un salto cuántico en las telecomunicaciones, que vinieron a cambiar y redefinir las formas de conocer del hombre y de relacionarse con el mundo.

Derivado del planteamiento del problema, con el presente trabajo de investigación, se pretende ayudar a niños con discapacidad visual, al brindándoles una herramienta tecnológica que les permita tender un puente entre las limitaciones de su discapacidad con las posibilidades que le puede ofrecer esta ayuda técnica, con la finalidad de extender sus demás capacidades para comunicarse e interactuar con la computadora de manera sencilla y natural, por otro lado, permitir que puedan usarla como una herramienta de aprendizaje, y al mismo tiempo coadyuve a la integración e inclusión.

Es importante mencionar, que el desarrollo de aplicaciones y herramientas tecnológicas de ayuda a personas con discapacidad visual hay muy pocas en el mercado, además, por tener un alto costo, no están al alcance de todos y menos cuando pertenecen a un sector altamente vulnerable y olvidado por la gran mayoría de las personas que se consideran normales. Por esta razón, se le ha denominado población en riesgo de exclusión de todo tipo, traduciéndose en falta de oportunidades de educación, empleo y de participación social.

Con todo este avance científico y tecnológico, nace el interés por desarrollar investigación en el campo de la discapacidad y la educación básica, que es un terreno poco explorado y resulta de gran importancia social y de gran interés para el investigador, y poder innovar en este ámbito utilizando tecnología de vanguardia como es la inteligencia artificial, y el uso

de las nuevas corrientes pedagógicas como elementos principales de innovación; las razones de peso por las que consideramos que la aplicación de la inteligencia artificial puede ser viable es porque puede brindar soporte, y permitir la enseñanza-aprendizaje usando el lenguaje natural humano para interactuar con dicha tecnología, y la teoría pedagógica muy apropiada para generar aprendizajes basadas en el constructivismo.

Aunque la idea de aprovechar las herramientas informáticas en la enseñanza se remonta a los años 50, es hasta los años de los 80 cuando la enseñanza asistida por computadora cobra especial interés gracias a las técnicas de la Inteligencia Artificial, época en que surgen los STI con la intención de desarrollar procesos de enseñanza adaptados a los diferentes usuarios/estudiantes; la difusión y uso de la computación educativa, en particular de herramientas inteligentes de ayuda al aprendizaje, no se ha constatado de manera real en los procesos de formación clásicos ya que no se encuentran de forma generalizada en ámbitos de educación formal, ni de educación continua, ni tampoco de formación ocupacional (Urretavizcaya, 2001).

b) El problema de investigación

Esta investigación surge de las necesidades detectadas en la Escuela Hogar para Niños Ciegos, es un Centro de Atención Múltiple (CAM) del Club de Leones, dependiente de la Secretaría de Educación Pública del estado, ubicada en la calle 1^a cerrada de Francisco Neve No. 2111. Col Bella Vista de la Ciudad de Puebla, Pue.

La escuela atiende a más de 50 niños en 2 niveles escolares: Preescolar y Primaria, y se detectó que la mayoría de los estudiantes por sus condiciones de discapacidad principalmente visual, presentan atraso escolar importante por las dificultades que suponen sus deficiencias, carecen de herramientas y materiales educativos que faciliten su aprendizaje, así como de formación en el uso de las TIC porque al ser una herramienta que requiere de la capacidad de ver, muestran dificultades para interactuar con la computadora de manera eficiente, ya que la accesibilidad y usabilidad no está acorde a sus limitaciones físicas. Este tipo de niños requieren de un componente de formación altamente

tecnologizado para poder integrarse al sistema regular educativo, y a través de la inclusión educativa poder avanzar en su formación académica, ya que normalmente terminan la primaria y no tienen mayores aspiraciones que depender de las personas que los cuidan normalmente.

Actualmente, en la Escuela Hogar para Niños Ciegos cuentan con equipo de cómputo reciente no se aprovechan las características de los mismos, además de que sólo cuentan con un software parlante que tiene la función de lector de pantalla y que les va diciendo lo que hay en pantalla, y mediante el uso de series de combinaciones de teclas es la manera que tienen para interactuar con el equipo y ejecutar las funciones que necesitan; en algún momento contaron con una segunda herramienta muy útil para los alumnos que permitía dictarle a la computadora, se trataba de un software para dictado pero que dejaron de usarlo al volverse obsoleto. En el campo de la educación el uso de las TIC se da desde la primaria en el sector público y desde el kínder en el sector privado,

De acuerdo con lo anterior, resulta de gran utilidad para esta comunidad estudiantil el uso de tecnología auditiva que le sirva de soporte para interactuar con la computadora y hacer uso de la tecnología sin que su discapacidad visual sea un obstáculo para su aprendizaje y desarrollo. Esta es la principal razón que ha motivado la creación e implementación de un sistema inteligente o asistente virtual basado en técnicas de inteligencia artificial que brinde apoyo al usuario invidente o con debilidad visual para interactuar con la computadora a través de comandos por voz y respuesta auditiva que pueda suplir la deficiencia visual con su capacidad auditiva para utilizar adecuadamente la tecnología, y le permita desarrollar su autonomía al fungir como un ayudante virtual que contribuya al desarrollo del aprendizaje autónomo.

c) **Objetivo general**

Crear un prototipo de sistema basado en técnicas de inteligencia artificial comandado por voz que funja como asistente y tutor educativo que sirva como medio para el aprendizaje de

conceptos científicos del área de ciencias naturales dirigido a alumnos de educación básica con discapacidad visual.

d) Objetivos específicos

Especificar el nivel de impacto de los sistemas asistentes basados en inteligencia artificial como mediadores en el aprendizaje de conceptos de ciencias naturales en niños con discapacidad visual.

Definir las características del diseño instruccional basado en la metodología de Sistemas Tutores Inteligentes que posibilite y facilite la adquisición de conocimientos a través del uso de comandos por voz y la teoría de la actividad en la enseñanza.

e) Hipótesis o premisas

Un Sistema Asistente Virtual Inteligente (AVI) dotado con tecnología auditiva y reconocimiento de voz facilita la comunicación e interacción hombre-máquina en alumnos con discapacidad visual.

Un diseño tecnopedagógico (proceso de enseñanza-aprendizaje) basado en la metodología de Sistemas Tutores Inteligentes y la Teoría de la Actividad en la Enseñanza permiten la construcción de aprendizajes en estudiantes con discapacidad visual.

f) Relevancia de la investigación

La propuesta de solución planteada en esta investigación, permitirá introducir a los niños con discapacidad visual al uso de las TIC, contribuir a la inclusión digital y disminuir la brecha digital de los niños adscritos a esta Escuela Hogar para Niños Ciegos, principalmente en el nivel de primaria; así como, promover aprendizajes del área de ciencias naturales, la inclusión social de este sector marginado de la sociedad. En teoría, el planteamiento de utilizar inteligencia artificial combinando el reconocimiento de voz y la

tecnología auditiva, facilitará la comunicación e interacción hombre-máquina (usuario-sistema), siendo un buen motivador para el usuario/alumno invidente o débil visual frente a la computadora, ya que no necesitará utilizar un teclado escrito en Braille, ni usar el mouse o saber dónde apuntar para seleccionar y ejecutar aplicaciones para trabajar con la computadora con mayor facilidad y adaptabilidad al tipo de usuario.

El sistema solo requerirá de entrenamiento básico para hacer el reconocimiento inicial de los patrones de voz del usuario para estar en condiciones de responder a sus instrucciones, el alumno necesitará aprender algunos comandos de voz estandarizados que debe decir al sistema asistente para comunicarse e interactuar con él. Para efectos del presente estudio se propone incluir una nueva clasificación de los tipos de aplicaciones basados en IA en contextos educativos de alumnos con discapacidad, que consiste en configurar la aplicación en dos modalidades, como asistente que brinde soporte a los discapacitados y como tutor que permita la enseñanza-aprendizaje a los estudiantes.

Dado que la investigación de la inteligencia artificial en el campo educativo, y específicamente en ambientes de aprendizaje con discapacitados visuales es casi nula, dentro de los objetivos y alcances de la investigación, se tiene como propósito explorar en los límites de aplicación y experimentación de esta tecnología emergente, el uso de un software educativo que se creó en versión beta o prototipo usando técnicas de IA y considerando las necesidades y particularidades de esta población de estudio. Cabe aclarar que por las condiciones de la población, el tiempo limitado para su desarrollo y diseño de la intervención educativa, así como los permisos por parte de la institución y padres de familia para la aplicación y evaluación del impacto de la herramienta en el proceso de enseñanza-aprendizaje, no es posible evaluar a profundidad la aplicación en un mismo estudio.

Por otro lado, es importante señalar que se consideró como universo de estudio a toda la población que asiste regularmente a la institución, y después de aplicar los criterios de inclusión y exclusión se obtuvo una muestra que resultó ser poco significativa para generalizar los resultados a poblaciones más grandes, tal como se espera que ocurra en los estudios cuantitativos, sin embargo, los resultados están acorde a los propósitos que

persiguen los estudios de alcance exploratorio, como es este caso, que son aquellos que se realizan cuando el tema a investigar ha sido poco estudiado, y de los cuales se encuentra muy poca literatura al respecto que oriente o de sustento a la nueva investigación, o que algunas líneas de investigación no estén desarrolladas, o que no se haya abordado antes en lo absoluto, o cuando hay ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio, y muchas dudas sobre su naturaleza y tratamiento.

Los resultados ofrecen los requisitos a cumplir en el diseño de aplicaciones basadas en IA para brindar soporte y tutoría a niños con discapacidad visual, así como, las bases para el diseño instruccional basadas en la metodología de sistemas tutores inteligentes y en la teoría de la actividad en la enseñanza de Nina Talízina, uso de los videojuegos didácticos para reforzar el aprendizaje de conceptos de ciencias, y aplicación de la tecnología asistiva y tutorial en ambientes de aprendizaje con niños discapacitados visuales, que pueden tomarse como referencia para futuras investigaciones.

La puesta en marcha del prototipo del sistema asistente virtual permitirá conocer las necesidades de configuración de herramientas tecnológicas de apoyo y soporte para resolver el problema de comunicación e interacción de los niños ciegos o débiles visuales para hacer un uso adecuado de la computadora, así como proponer las estrategias que contribuyan a resolverlo. Conocer los factores de motivación más apropiados que promuevan al uso y aprendizaje con TIC en niños con discapacidad visual.

Se propone utilizar un método de aprendizaje continuo para el sistema asistente a través de una base de conocimientos creada a partir de las preguntas hechas o acciones solicitadas por el usuario que no puede contestar o ejecutar el asistente en tiempo real, con la finalidad de alimentar y ampliar permanentemente el vocabulario y nivel de acción del sistema para hacerlo más inteligente y capaz de ayudar de manera eficiente cada vez que interactúa con el usuario.

Resulta de gran interés personal y profesional poder crear una herramienta tecnológica que contribuya a mejorar la calidad de vida de los niños con discapacidad visual.

Capítulo 1. Educación para las personas con discapacidad

Hablar de discapacidad no es un tema sencillo y menos cuando se trata de responder a la pregunta en el contexto educativo. Entonces, ¿Qué es la educación especial?, para dar una respuesta lo suficientemente amplia y convincente, es necesario, primero, definir que es educación de manera general y describir cuáles fueron sus orígenes para luego tratar de definir la educación especial; ya que, no es suficiente con analizar el concepto y reflexionar sobre los objetivos que persigue esta última, se necesita profundizar acerca del problema que representa dentro del Sistema Educativo Mexicano (SEM), porque supone una problemática no solo educativa sino ética, moral y axiológica en términos de los derechos fundamentales de los seres humanos en busca del bienestar y prosperidad de un sector de población altamente marginado, como son los discapacitados.

1.1. Concepto de educación

El concepto de educación ha sido de vital importancia en ciencias de la educación, y la atención prestada por los especialistas es de gran relevancia. Si bien en cada época ha sido distinta en cuanto a sus fines, modalidades, enfoques, métodos, estrategias, y herramientas, la intención como dice Bisquerra (2008, p.22), es resaltar como la educación juega un papel crucial en el desarrollo de la ciudadanía y la calidad de su participación en la sociedad en que vive.

1.2. Análisis etimológico y semántico

Etimológicamente la palabra educación tiene doble significado posible, se originó del verbo educere que significa: ir hacia afuera, salir, llevar. La palabra latina *educatio* (*actus educandi*) acto de educar. *E-ducare* que significa guiar, conducir hacia afuera, que viene desde dentro, del interior del hombre, y de su potencial radical va manifestándose a la luz de cuanto ha recibido de sus progenitores y de la naturaleza. Juan Márquez dice “*para la buena educación de los hijos, es necesario que el vínculo del matrimonio sea perpetuo entre los padres*”.

El primer concepto utilizado para la educación fue el de crianza, que hace énfasis en las dos clases de ayuda que los adultos pueden y deben brindar a los niños como seres en desarrollo, la material y la psicológica: la ayuda material se da mediante el alimento y la protección, la psicológica mediante el control y la educación.

El término *Crianza* fue utilizado por primera vez por Santo Tomás, y es la traducción de la palabra latina *nutritio* que significa nutrir, alimentar, formar, psicológica y espiritualmente. Los padres biológicos o sustitutos de los padres tienen el derecho y obligación de prolongar la crianza a través del alimento espiritual de la instrucción y el perfeccionamiento humano. En la actualidad, se suele confundir educación con desarrollo, y con eso, se reduce la educación al simple y puro desarrollo, pero, las diferencias entre estos dos conceptos son muy claras. De acuerdo con Bruni, Aguirre, Murillo, Díaz, Fernández y Barrios (2008), la educación es una actividad continua y permanente, clave en el desarrollo del ser humano porque le permite identificar todas sus capacidades y desplegar sus potencialidades, ampliar sus perspectivas, cambiar su estilo y calidad de vida, transformar el entorno donde vive y participar activamente en la sociedad.

Por su parte, el concepto de desarrollo, tiene más que ver con aumentar o reforzar alguna característica humana como son: la moral, física, intelectual, actitudinal, emocional, etcétera. Tal como menciona Jiménez (2012), el desarrollo humano comprende el desarrollo físico, social, intelectual, y cognoscitivo que se dan durante todas las etapas que marcan las teorías del desarrollo. De acuerdo con Vygotski, el desarrollo cognoscitivo de un individuo se puede potenciar a través de la enseñanza, bajo el concepto de Zona del Desarrollo Próximo o Potencial, es decir, que se puede pasar del estado actual o real de desarrollo al siguiente nivel potencial del individuo; para lograr esto, los profesores actúan como guías en el proceso de aprendizaje hasta que los alumnos alcancen su independencia para realizar dichas tareas.

Por lo tanto, mientras la educación habla de crianza, enseñanza, doctrina e instrucción para lograr el perfeccionamiento humano en su sentido más amplio, el desarrollo trata del

aumento y refuerzo de lo físico, intelectual y moral para mejorar el desempeño de la persona, con esto, queda evidenciado que dichos conceptos son distintos en sí mismos porque persiguen objetivos diferentes, y tienen implicaciones y resultados claramente diferenciados, aunque pueden ser uno complemento del otro en la búsqueda de una formación integral del alumno. Desde nuestra perspectiva el concepto de educación es inacabado y evolutivo, incluso diferente para cada contexto y época de las sociedades humanas, esto quedará evidenciado a continuación en el recorrido histórico sobre la crianza.

La crianza con su doble alcance (material y espiritual) habla de la doble atención que los adultos han de prestar al ser en desarrollo, siendo éste el significado más completo del concepto de educación, dirigiendo primero las atenciones al cuerpo para llegar luego al psíquico, que es la parte más noble del hombre en la cual tienen realidad las funciones más espirituales y típicas del ser humano. Para Bautista y Maestre (SF), el significado de crianza tiene varias connotaciones, se puede ver como un deber, como una acción formativa, como una acción de cuidado, como expresión de amor, como una acción de ayuda, como un momento para compartir o como preparación hacia el futuro de las nuevas generaciones.

El éxito de la crianza depende mucho de las oportunidades de aprendizaje y desarrollo que los padres brindan a sus hijos sin importar las condiciones físicas, mentales o actitudinales que presenten; Eraso, Bravo y Delgado (2006) definen a la crianza como los conocimientos, actitudes y creencias que los padres tienen o asumen en relación con la salud, la nutrición, e importancia de los ambientes físicos y sociales que les proveen durante su etapa de desarrollo, y constituye la primera historia de amor sobre la que se edifica en gran parte la identidad del niño y la construcción de su ser social.

Aunque las prácticas de crianza son tan distintas en cada contexto y en cada época, en este sentido y de manera general, el ser humano actúa instintivamente tratando de conservar su especie protegiendo, atendiendo y guiando a sus sucesores sobre todo desde el punto de vista de la madre, igual que ocurre con los animales pero con una intención y basada siempre en las creencias personales, derivadas de su propia historia y experiencias de vida,

repetiendo patrones de conducta familiares o de su cultura, con base en sus ideas y conocimientos adquiridos al respecto.

1.3. Educación especial

La Educación Especial se entiende dentro del ámbito de la educación para la Diversidad, como “la atención prestada a los alumnos con necesidades educativas que van más allá de las que habitualmente cubre el centro escolar”. (Puigdellivol, 1998) o según la LOGSE las necesidades educativas especiales (NEE) en relación con la idea de diversidad de los alumnos, concretándose en “la atención a aquellos alumnos que, de forma complementaria y más especializada, precisan de otro tipo de ayudas menos usuales, bien sea temporal o permanentemente” [2]. También se considera la Educación Especial (EE) como diversificadora de la respuesta educativa según las necesidades individuales de cada alumno.

De acuerdo con Pinto (sf) considera a la Educación Especial como un conjunto de actividades educativas dentro de un sistema educativo general, orientadas a atender y apoyar a las personas que presentan alguna dificultad para alcanzar con éxito, ciertas normas, conocimientos, actitudes y valores exigidas por la sociedad y cultura a la que pertenecen, una educación centrada en el niño y su entorno, en las carencias de éste y en las posibilidades y aptitudes de los docentes para satisfacer las necesidades de todos los niños.

Se enmarcan en cuatro principios básicos: ***La normalización*** implica que en lo posible la persona con discapacidad debe tener los mismos derechos y obligaciones que los demás miembros de la sociedad. ***La individualización*** que responde a criterios particulares en cuanto a la intervención profesional y terapéutica (adaptación curricular, metodología especial, etc.). ***La sectorización*** responde a que los servicios educativos especiales sean brindados en el lugar donde el alumno con discapacidad vive y se desarrolla, instrumentando los medios para que se preste servicio aun cuando no existan en el lugar instituciones específicas. ***La integración*** que se desprende del principio de normalización,

procurar que los alumnos con discapacidad reciban la asistencia necesaria en el seno de los grupos normales y no de forma segregada.

1.4. Educación integradora

De acuerdo a la UNESCO, la educación integradora surge de la idea de que la educación es un derecho humano básico y proporciona las bases para lograr una sociedad más justa. Todos los alumnos tienen derecho a la educación, cualesquiera que sean sus características o dificultades particulares. No se ocupa únicamente de los niños discapacitados ni de encontrar una alternativa a la instrucción especial segregada. Alienta a los responsables de formular las políticas y administradores a examinar los obstáculos existentes en el sistema educativo, la manera en que surgen y el modo de eliminarlos. Entre esos obstáculos suelen figurar los siguientes: programas de estudios poco apropiados, maestros que no han recibido formación para trabajar con niños, que tienen necesidades muy variadas, medios de enseñanza inadecuados, imposibilidad de acceso a los edificios (UNESCO, 2003).

La educación integradora debe tener como premisa la aceptación de la diversidad inherente al ser humano, con la finalidad de llevarse a cabo con resultados importantes en la búsqueda de la inclusión educativa. Barraza (2010) considera que el estudio de la diversidad se puede abordar desde dos vertientes: la *taxonómica* y la de la *singularidad*: la primera entiende a la *diversidad* como producto de una sola condición inherente al sujeto, lo que conduce necesariamente a la construcción de *taxonomías* de sujetos; la segunda define a la *diversidad* como producto de un conjunto de condiciones que configuran la situación particular de un sujeto que definen su *singularidad*.

La diversidad taxonómica es un criterio o conjunto de criterios de selección y agrupación para clasificar a las personas y formar grupos homogéneos, por ejemplo: género, capacidades cognitivas, preferencias sexuales, entre otros; pero que al mismo tiempo, son diferentes a los miembros de los otros grupos (Barraza, 2010). Como se puede apreciar, el criterio de clasificación hace la diferenciación y promueve la segregación social.

La diversidad desde la singularidad se logra desde la conjunción de condiciones particulares presentes en cada sujeto que definen a la persona como única e irrepetible, una visión macro permitiría aceptar que todos somos diferentes pero que pertenecemos a la misma especie, por lo tanto no debería existir la segregación salvo para contextualizar el proceso educativo y hacerlo cada vez más acorde a las necesidades particulares de desarrollo y de mejor calidad. Etiquetar, seleccionar, y agrupar son los procesos que abonan a la diversidad excluyente entre grupos y personas, la única condición que debería existir es la lucha por el reconocimiento de cada miembro de la familia humana como parte integral de la civilización y luchar todos por una sociedad más justa, solo así, se estará en condiciones de dar el salto a una verdadera inclusión educativa.

La UNESCO considera que la Educación Especial debe empeñarse en "establecer una situación eficaz de aprendizaje para los niños discapacitados dentro del sistema escolar regular" (Van, 1991, p.22). Se recomienda superar el manejo de la educación como si fueran dos sistemas separados: normal y especial; verlo como un sistema educativo más amplio permitirá sacar provecho de las modificaciones que son necesarias realizar para responder a las necesidades de los niños minusválidos; a tal grado que, si se logra establecer una situación eficaz de aprendizaje para los discapacitados dentro del sistema escolar normal, se estará preparando un contexto educativo ideal para todos los alumnos.

Es importante aclarar que no se está proponiendo la eliminación total e inmediata de los servicios de educación especial; significa, buscar una aproximación entre la educación especial y la regular, creando un nuevo modelo educativo accesible para todos los alumnos sin importar si son discapacitados o no, entonces, se trata de ofrecer una educación más personalizada, diferenciada en función de sus necesidades. En el Proyecto principal de educación para América Latina y el Caribe, las personas discapacitadas aparecen como uno de los grupos de población más vulnerables y por lo tanto menos favorecidos, que requieren atención pronta y expedita por parte de los gobiernos en el cumplimiento del objetivo general que es "educación para todos" con un enfoque de "atención integral que les permita incorporarse o reincorporarse al proceso educativo y al trabajo" (OREALC-UNESCO, 1981, Van, 1991).

1.5. Inclusión educativa

Hablar de educación especial, implica necesariamente referirnos a la inclusión educativa y la integración educativa, no para emplear distintos eufemismos para referirnos a la misma cosa sino como aquellas acciones que se desprenden de la educación de personas con discapacidad, primero, en un intento por integrarlos al sistema educativo escolarizado tradicional, y en segundo lugar, por colocar a este tipo de estudiantes dentro de un mismo grupo social que son los “normales”, porque una sociedad contiene a cada uno de sus miembros con independencia de sus diferencias. La historia señala que el abordaje de este tema no es nuevo, el debate entre los apasionados de la educación llevan aproximadamente 50 años, en este tiempo se han gestado innumerables políticas, estrategias, métodos y técnicas de apoyo para los alumnos con necesidades específicas, con el único fin de crear las condiciones de vida más justa y digna para esta población (Schröder, 2006; De la cruz, Rodríguez y Aquino, 2012 sección: A propósito de la inclusión educativa).

Para comprender el significado de la discapacidad en relación a la inclusión es necesario conocer un poco de la historia de los estilos de crianza, debido a que su significado ha ido evolucionando poco a poco con el paso del tiempo. Parra (2010) presenta tres momentos históricos fundamentales a los cuales denominó: *desde la segregación hasta la educación especial, de la educación especial a la educación integrada y de la educación integradora a la educación inclusiva*. Estos momentos muestran dos grandes cambios de concepción de las personas discapacitadas primero como deficientes y anormales luego como enfermos y discapacitados, términos que han marcado el desarrollo de la discapacidad en el mundo y por ende el de la Integración Educativa (De la cruz, Rodríguez y Aquino, 2012 sección: A propósito de la inclusión educativa).

1.6. Análisis de la historia de la crianza y la discapacidad

El infanticidio de niños con discapacidad no es exclusivo de la antigüedad y de la forma de pensar de esa época, en pleno siglo XXI se pueden encontrar noticias de algunas partes del

mundo donde se cometen actos de eliminación deliberada, abandono, y en el mejor de los casos dejar en aislamiento a niños con algún tipo de discapacidad en las instituciones de asistencia a este sector de población, desprovistos de todo tipo de ayuda. Basta realizar una búsqueda en Google de la frase “infanticidio de niños con discapacidad” y se pondrá en evidencia como este problema no ha perdido vigencia. La magnitud de este problema a nivel mundial se desconoce, es muy difícil contar con este tipo información no solo porque los gobiernos lo ocultan, sino porque no existen instituciones que registren dichos acontecimientos.

Un caso muy sonado en el año 2018 fue el del país africano Kenia, donde las razones para deshacerse de los niños con discapacidad son las mismas o muy parecidas que en los siglos pasados, las madres son presionadas por su propia comunidad o familia a matar a sus propios hijos; son consideradas mujeres malditas, razón por la cual tienen hijos discapacitados; se tiene la creencia que son castigadas por sus pecados, la gente llama a sus hijos "malditos, embrujados o poseídos". Las mamás que han decidido proteger y quedarse con sus hijos discapacitados han tenido que luchar por sus propias vidas, desamparadas, y tratando de criarlos de la mejor manera de acuerdo a sus posibilidades (BBC, 2018).

El historiador Lloyd deMause, ha investigado cómo han evolucionado los modelos de crianza desde la antigüedad hasta la actualidad, y ha realizado análisis sobre los tipos de relación que se han presentado entre el adulto y el niño a lo largo de la historia de la infancia, que van desde un modelo de poca o nula protección de los padres hacia los hijos, con rasgos altamente violentos y carente de valores elementales como el respeto o protección a la vida del niño, hasta el modelo de ayuda, donde los padres auxilian a sus hijos en el logro de algo, basados en una relación más empática, de diálogo y entendimiento, de colaboración y/o cooperación.

Los modelos de Demause son: *infanticidio, abandono, ambivalencia, intrusión, socialización y ayuda*. El autor plantea que existe una transformación progresiva positiva en la relación entre padres e hijos y no comparte la idea de que la infancia sea un período evolutivo de felicidad plena, ya que, encontró que la violencia está presente en la vida del

niño. Martínez (2002) considera que la relación adulto-niño ha pasado por distintas transformaciones acorde a los cambios sociales, culturales, económicos y políticos que se han presentado a lo largo de la historia humana y del maltrato infantil, razón por la que, dicho vínculo muestre diferentes matices en los términos: *sometimiento, autoridad y castigo*. (DeMause, 1974; DeMause, 1976; DeMause, 1991; Alzate, 2003; Muñoz y Pérez, 2011). A continuación haremos una revisión histórica de cada etapa de acuerdo con los modelos que propone DeMause y su relación con la discapacidad.

1.7. Infanticidio (Antigüedad-siglo IV)

Fries y Matus (2000) definen al infanticidio como un acto infame que supone el nacimiento de un hijo para luego dejarlo morir. Si bien, esto obedece a razones culturales, demográficas, económicas y de honor. En la historia de la infancia, cuanto más atrás se mira, menor es el nivel de protección y mayor el número de niños asesinados, abandonados, golpeados, y atemorizados principalmente los discapacitados.

Por ejemplo, Herrera (1999) menciona que en tiempos bíblicos, el infanticidio era muy común independientemente si tenían o no una discapacidad: Abraham estuvo a punto de sacrificar a su hijo Isaac; en algún tiempo los niños cristianos eran golpeados en la festividad del día de muertos para conmemorar la matanza emprendida por Herodes. En la antigua Palestina era común el sacrificio de los hijos primogénitos en honor a los dioses. En Jericó colocaban a los niños en los cimientos de las murallas supuestamente para fortalecerlas. En 1870 en China, el infanticidio de las niñas se permitía como una forma de planificación familiar o el cuarto hijo era arrojado a los animales salvajes. En la India estaba muy marcado el desprecio hacia las personas con discapacidad, el infanticidio se practicaba en niños que nacían con defectos físicos.

Como se puede observar, la literatura religiosa también sirve como fuente de consulta para ilustrar los grandes conflictos humanos en el tema de la crianza de los infantes de manera general. En las sociedades prehispánicas los sacrificios humanos eran una costumbre común en muchas culturas, por ejemplo, de acuerdo con Hernández y Lemlij (2007) en la

civilización Inca se realizaban sacrificios de niños como parte de sus rituales religiosos o para aplacar la ira de sus dioses en caso de pestes o sequías, o para obtener buenas cosechas y bienestar. El ritual consistía en el sacrificio de niños cuya edad variaba entre los dos y los doce años, dependiendo de las regiones, festividad o divinidad a la que estaba dedicado el sacrificio, incluso se llegó a al sacrificio masivo de niños.

En la mentalidad andina prehispánica, el ser humano tenía más valor dentro de la sociedad en la medida que podía brindar su fuerza de trabajo a la comunidad, por lo tanto, la vida de un niño no sería tan apreciada como la de un joven o adulto, quizá era una razón por la que el niño podía servir como ofrenda para el sacrificio, además de que la niñez está asociada a la indefensión, vulnerabilidad y dependencia del adulto (Limón, 2017).

En el siglo IX, algunos registros de Europa dan cuenta de un infanticidio selectivo, ya que a las niñas se les dejaba morir, en esta época los datos revelan que la proporción de hombres era mayor que de mujeres. La costumbre aceptada consistía en dedicarles menos cuidados a los niños que los que requerían para vivir. De acuerdo con (Demause, 1974, pp.21-25; Demause, 1991, pp.123-125) en la antigüedad y en la mitología, los progenitores que no sabían cómo continuar con el cuidado de sus hijos los mataban. El infanticidio se caracteriza principalmente por dar muerte a los niños/as que presentaban algún tipo de discapacidad, que en aquel tiempo eran llamados “deformes, suplantadores de niños normales”; aunque también a los hijos legítimos e ilegítimos, y especialmente a las niñas que carecían de valor alguno para sus padres eran privadas de la vida, solo una de cada cinco lograba sobrevivir.

No en todas las culturas de la antigüedad eran mal vistas las personas con discapacidad, hubo algunas sociedades humanas sobre todo las de la prehistoria y la antigüedad en donde la supervivencia económica era precaria y cualquier persona considerada débil o deficiente (niños con discapacidad congénita, adultos con discapacidad adquirida, enfermos, y ancianos) era eliminada por ser consideradas una carga durante los traslados de campamento en busca de presas o mejores tierras, o cuando era necesario huir de los desastres naturales (Valencia, 2014).

La sociedad hebrea consideraba a la discapacidad como una “marca del pecado”, por lo que las personas con discapacidad tenían serias limitaciones en el ejercicio de las funciones religiosas, no podían acercarse al altar, no podía ser sacerdote nadie que fuera ciego, bizco, cojo, manco, jorobado, enano o que estuviera deformé, que tenga alguna enfermedad en la piel o que tenga los testículos aplastados (Valencia, 2014). En Roma, el trato hacia las personas con discapacidad se inclinó un poco en la perspectiva negativa; el infanticidio fue una práctica corriente y, durante el imperio, se extiende la costumbre de mutilar a niños y jóvenes para mendigar (Aguado, 1995).

En Muñoz y Pérez (2011) encontraron que la violencia ha estado presente en la historia de la infancia, en forma de *infanticidio* desde la antigüedad hasta el siglo IV a quienes presentaban algún signo de discapacidad; del siglo IV al siglo XIII los niños y niñas sufrían violencia en forma de *abandono* que consistía principalmente en canje o trueque por conveniencia ya que eran considerados como objetos que podían incluso venderse como sirvientes; la *ambivalencia* se dio del siglo XIII al XVII, aunque a partir de aquí el niño comienza a ser querido y aceptado por sus padres, este debería ser moldeado, se recurrió a los castigos físicos y sicológicos, hasta encerrarlos en cuartos totalmente oscuros para su adoctrinamiento.

Con el siglo XVIII llega la atención afectuosa y cuidados por parte de los padres para establecer una relación de instrucción hasta que logre dominar su voluntad sometiéndolo a una dura disciplina que ocasionaba pesadillas, ansiedad, alucinaciones derivadas de la fuerte presión que ejercían los padres con ellos para domesticarlos (DeMause, 1974; Muñoz y Pérez, 2011).

En el siglo XIX y mediados del siglo XX la relación adulto-niño, cambia a un modelo de crianza orientado principalmente por la madre con ayuda ocasional del padre, ya no se intenta dominar la mente de los niños y se da importancia a la socialización, educación, y participación de los padres, pero con el surgimiento de la era industrial surgen también nuevos desafíos la sobreexplotación de la mano de obra barata de los niños. De mediados

del siglo XX a la actualidad surge el modelo de ayuda propuesto por DeMause centrado en el afecto de los padres, crianza y educación con menos castigos físicos, se ponen al mismo nivel de los hijos para entender sus necesidades y ayudarlos a satisfacerlas, les muestran amor, juegan con ellos, etc. En los peores casos son maltratados física, verbal y psicológicamente para controlarlos y favorecer el aprendizaje y se consideran propiedad privada donde los padres tienen dominio total sobre los infantes.

Este último modelo que menciona DeMause sigue vigente hasta nuestros días, aunque no en la misma proporción pero si en algunas prácticas y algunas otras derivadas de situaciones propias de la época moderna y posmoderna; la UNICEF ha documentado 3 tipos generales de violencia hacia los niños: *la intrafamiliar*, *la extrafamiliar*, y *la autolesión*.

Dentro de la violencia *intrafamiliar* se encuentran el infanticidio y homicidio infantil, la agresión física, el abuso sexual y laboral, el traslado ilícito, las prácticas tradicionales violentas, y la violencia psicológica; dentro de la violencia *extrafamiliar* se ubican a los niños que participaron en los conflictos armados, el homicidio de niños de la calle, la violencia en las instituciones, la explotación sexual, y la violencia en el deporte; En la autolesión o violencia autoinfligida se encuentra el suicidio, el intento de suicidio, el abuso de drogas, los trastornos de la alimentación como la anorexia nerviosa y la bulimia.

La historia de la infancia está plagada de faltas a la moral, y conductas antiéticas contra los niños, es una auténtica pesadilla y un fenómeno invisibilizado por la sociedad, ya que el infanticidio era una práctica ampliamente aceptada en las culturas antiguas, y es hasta hace poco que la sociedad empezó a despertar del letargo para proteger a los niños, aunque no del todo, ya que, en la actualidad existe otra perspectiva del problema donde se comete infanticidio desde las prácticas legalizadas del aborto y eutanasia que se verá más adelante en el marco jurídico. En la actualidad prevalecen rasgos de violencia infantil y de los que se abusa sexualmente, la explotación laboral infantil, la falta de asistencia sanitaria y de educación adecuada, así como otros comportamientos negligentes no deliberados cometidos por parte de los estados, las familias y otras personas.

1.8. Abandono (siglos IV-XIII)

Marty y Carvajal (2005) definen el concepto de abandono como sinónimo de negligencia, y se refiere a las situaciones en que los padres o cuidadores no dan el cuidado y protección que los niños necesitan para su desarrollo adecuado, aun estando en condiciones de hacerlo. Para Fuentes y Morales (2015) el abandono es el estado de desatención que conduce a las personas a la indefensión y desamparo cuando se desvanecen o se rompen los lazos familiares y de apoyo solidario. Si el ser humano no es capaz de valerse por sí mismo, pone en riesgo su salud física, mental y emocional, que se traduce en el deterioro de su calidad de vida.

Por lo tanto, se puede definir el abandono como la renuncia a la responsabilidad de cuidar a un ser humano mientras no tiene la capacidad de valerse por sí mismo, ya sea dejarlo desamparado a su suerte o en manos de terceras personas para que lo asistan, y alejarse para evitar la carga que implica atenderlo y mantenerlo. Estos conceptos nos ayudan a comprender la relación adulto-niño y la crueldad con la que se trataba a los niños en este lapso, formas inimaginables que ni siquiera están definidas en el propio concepto, por ejemplo, la venta de niños, documentada como la primera forma de abandono que solía sufrir un niño o una niña, al ser vendido como esclavo y este era un derecho exclusivo de los padres. De acuerdo con (Aguado, 1995; INEGI, 2013), la compra-venta de personas es una práctica antigua, en Roma ya se presentaba la venta de niños como esclavos y la compra de personas con discapacidad para diversión.

En la India antigua los niños con discapacidad eran abandonados en el bosque o arrojados al río sagrado Ganges; los Jukus de Sudan también abandonaban a sus discapacitados para que murieran por considerarlos obra de los malos espíritus, o como en Asiria y Babilonia que se creía era un castigo de los dioses por un pecado de quien la padece. En Esparta, una de las ciudades-estado griegas más importantes, los ancianos examinaban a los niños al nacer, y los considerados “débiles” eran abandonados o los dejaban morir.

Como se puede apreciar, desde la prehistoria, el concepto y trato hacia las personas con discapacidad versaban en dos vertientes que eran diametralmente opuestas: la primera, desde un *enfoque o actitud activa*, cuando una persona tiene algún defecto, está incompleto, o que no alcanza el nivel considerado normal porque tiene una disminución de las funciones tanto físicas como mentales, es vista como una enfermedad que se puede curar o remediar mediante la prevención, tratamiento, o intervención de extirpación o integración. Por otro lado, está el *enfoque o actitud pasiva*, que señala a la discapacidad como un castigo de dioses, del demonio o producto del pecado, lo que se traduce en rechazo y segregación de esta población (Aguado, 1995).

En cada etapa de la historia han coexistido las actitudes de apoyo y de rechazo hacia las personas con algún tipo de discapacidad (Pereda, de Prada y Actis, 2003). Las actitudes de apoyo buscan tratar la enfermedad o discapacidad y las de rechazo buscan el infanticidio, la eliminación, el abandono, maltrato o segregación de los sujetos como una solución (Aguado, 1995; INEGI, 2004; Juárez, Olguín y Salamanca, 2006; Verdugo y Bermejo, 1995).

Sin embargo, aunque solo fueran objeto de maltrato físico y/o psicológico, de acuerdo con Santana, Sánchez y Herrera (1998), las repercusiones pueden traducirse en conductas negativas o violentas que atentan contra su bienestar físico, psicológico y emocional con graves consecuencias en el plano personal, social y escolar, mostrándose irritable, agresivos, retraídos, depresivos, poco colaboradores, apáticos, conducta antisocial u hostil, problemas en el aprendizaje, hasta llegar al abuso de sustancias tóxicas, Luntz y Spatz (1994) relacionan esto con la delincuencia, criminalidad y los suicidios. Gracia (1995) por su parte establece que existe un desajuste personal y social en estos niños.

Durante los siglos de la edad media (V al XV) se crean asilos, hospitales u orfanatos, y otras entidades como gremios, cofradías, hermanadas o montepíos como sistemas de previsión social, encargándose de auxiliar en caso de enfermedad, invalidez, vejez y muerte (Fernández, 2008). Sin embargo, también es la época cuando las personas con discapacidad, incluidas dentro del grupo de pobres y mendigos, eran objeto de diversión y

de ridículo; muchas ejercían el oficio de bufones, divirtiendo a los habitantes de los castillos. Las niñas y los niños con discapacidad fueron utilizados para mendigar, ya que motivaban la caridad en mayor medida que cualquier otro mendigo. Así, las personas con discapacidad tuvieron un doble tratamiento, por un lado, el humanitario y misericordioso y por otro, el cruel y marginador, en ambos casos el resultado era la exclusión (Palacios, 2008); a esto se refiere el modelo ambivalencia de DeMause en sus tipos de crianza que se detallan más adelante.

Otra forma de abandono, era usar al niño o la niña (algunas niñas por su poco valor) como rehenes políticos (en el caso de niños de familias adineradas) o como prenda de deuda para concretar ciertos acuerdos. Incluso prácticas de infanticidio disfrazadas de abandono, por ejemplo, arrojar a los niños y las niñas a los ríos, atarlos con algo pesado para que se ahogaran con rapidez, o simplemente ser abandonados en cerros para perderlos y dejarlos a su suerte, que de acuerdo a (DeMause, 1974) es así como se producía una alta tasa de mortalidad infantil, sin ningún tipo de escrúpulos.

Otras formas de abandono que se practicaban en aquellos tiempos son: cuando los niños eran internados en monasterios o conventos, o se los entregaban al ama de cría o nodriza; la costumbre del ama de cría fue considerada por los humanistas y por la Iglesia no como pecado pero si como omisión de la maternidad. En otros casos, se les confería a otras familias para su adopción, se les enviaba a otras casas como criado o se les permitía quedarse en el hogar pero cualquiera de estas circunstancias implica una situación de abandono afectivo.

A principios de este periodo, los ciegos cultos eran sólo aquellos que tenían el apoyo de una persona que le asistía como lector o escriba, esa era la forma de tener acceso a los textos, algunos de ellos se las ingenaron para crear sus propios métodos, procedimientos, herramientas y materiales para la lectura y escritura, aunque no fueron tan relevantes para las generaciones de los siglos posteriores y han sido olvidados (Liesen, 2002).

1.9. Ambivalencia (siglo XIV-XVII)

La ambivalencia tiene una connotación de incertidumbre por su carácter dual, donde se pueden encontrar dos situaciones diametralmente opuestas, estas ponen en conflicto al sujeto y paraliza la toma de decisiones acerca de algo o alguien. Sin embargo, desde el punto de vista psicológico, cuando se trata de una persona es muy crítico estar en una condición así, ya que en determinadas etapas del desarrollo del ser humano, sobre todo en la de la adolescencia es clave ser asertivo para no afectar la identidad del joven que en ese momento se encuentra en construcción.

Desde la perspectiva de la psicología, la ambivalencia representa el estado de ánimo, transitorio o permanente, en el que coexisten dos emociones o sentimientos opuestos, como el amor y el odio, este es el enfoque que caracteriza a la crianza en este periodo, lo que significó otro avance en el respeto por la vida y educación de los niños, así como en la relación entre padres e hijos. Cuando al niño se le permitía entrar en la vida afectiva de los padres, se le veía como un recipiente sensible a las proyecciones peligrosas de su entorno de desarrollo, por lo tanto, la tarea de los padres era moldearlo; ideología tomada del moldeamiento físico del niño que era la imagen más popular de la época que abarcaba desde Dominici a Locke, y que consideraba al niño como cera blanda, yeso o arcilla a la que había que dar forma (DeMause: 1982).

La crianza de este periodo estuvo inspirada, marcada y favorecida por tres factores: el primero, es que se observa un aumento de impresiones de manuales de instrucción infantil que podían utilizar los padres para educar al niño; por otro lado, la expansión del culto de la Virgen y del Niño Jesús, y la proliferación en el arte de la imagen de la madre diligente o cuidadosa permitió darle un sentido más humano a la crianza.

Aunque este tipo de relación se caracteriza por una enorme ambivalencia, su carácter presenta dos interpretaciones o dos valores frecuentemente opuestos, para Itzzedin y Pachajoa (2009) en esta época se hizo uso de todo tipo de castigos corporales y psicológicos. (Bocanegra, 2007; Alzate, 2003). A pesar de que existían rasgos de violencia

en este periodo, se puede apreciar como impactan los recursos didácticos impresos, la religión y la sensibilización de la madre para dotar de sentido amoroso a la crianza y educación de los hijos con un enfoque más humano.

De acuerdo a Cárdenas y Barraza (2014) la Europa del siglo XIV y XV fue el escenario de múltiples transformaciones que, en mayor o menor medida, coadyuvaron a la creación de un nuevo tipo de civilización que, atendiendo a su origen ideológico-filosófico, ha sido denominado tradicionalmente Proyecto de la Modernidad. Este nuevo tipo de civilización se desarrolló a partir de sus grandes narrativas (p. ej. democracia, igualdad, libertad, conocimiento científico, etc.) que fueron configuradas en el fragor de la lucha ideológica que sostuvieron los grandes pensadores de la Ilustración inglesa, francesa y alemana contra la ideología teocéntrica que los precedía. Entre las grandes narrativas que sostienen y configuran el proyecto de la modernidad cabe destacar la de la igualdad, la cual afirma que “todos los hombres son iguales entre sí”.

Esta narrativa, considerada como un imperativo jurídico, era y es actualmente importante para la coexistencia entre los individuos, sin embargo, trasladar este imperativo jurídico a los otros ámbitos donde se desenvuelve el individuo, y actuar en consecuencia, constituye un problema al crear una sociedad altamente excluyente y legitimadora de la desigualdad. En el ámbito social, económico, educativo, etcétera, los hombres no son iguales, tal vez, en lo único que son iguales es en que son diferentes unos de otros. En muchos estados europeos comenzó a tomar fuerza la idea de que debía existir una responsabilidad social hacia las personas con discapacidad (Valencia, 2014).

Con el desarrollo de la medicina y las prótesis, disminuye la influencia de la Iglesia, y se reconoce la responsabilidad del Estado para ocuparse de las personas con discapacidad y comienzan las intervenciones estatales marcadas por un enfoque asistencial e institucional (Fernández, 2008; Ibañez, 2009); por ejemplo, en Inglaterra durante el siglo XVI la Ley de Pobres en 1601 proveía asistencia económica a aquellas personas que antes dependían de la caridad de la Iglesia, pobres y personas con discapacidad. A partir del siglo XV y XVI, las personas con discapacidad se consideran sujetos de asistencia (Verdugo, 1995), y la

creciente burguesía urbana a la que se referían Marx y Engels, comenzó a interesarse en el tratamiento de las personas con discapacidad, se inició el desarrollo de investigación sobre educación para personas sordas en Gran Bretaña, Holanda, los estados alemanes y la península itálica.

En 1620 se podía enseñar una lengua de señas unimanual a personas sordas y sordomudas. La modernidad trae consigo una nueva forma de ver a la infancia, el reconocimiento de sus capacidades y que éste puede ser educable, produce el nacimiento de la escuela como un espacio de educación formal; al comenzar a gestarse el fenómeno de la escolarización, se desplaza la educación informal impartida al interior de la familia. De esta manera, tanto la escuela como la iglesia, el Estado y la familia, se instauran como instituciones formadoras (Aries, 1986; Chica y Rosero, 2012).

1.10. Intrusión (Siglo XVIII)

La intrusión se caracteriza por la violencia que se ejercía contra los infantes por parte de sus progenitores, se sentían con el derecho a hacerlo simplemente por tener una condición superior a la de los niños. Sin embargo, durante este siglo nace el sentimiento moderno de la infancia, aunque no se generalizará hasta casi llegado el siglo XX. Según Casado, Díaz y Martínez (1997) aparece *la empatía* con sentido de apropiación como *modelo relacional con la infancia* para dirigir la voluntad del niño mediante acciones poco violentas; de acuerdo a los autores la Ilustración tiene una gran influencia en la forma de crianza de los hijos, y específicamente la obra de Rousseau (*Emilio y La nueva Eloísa*) y la *Revolución francesa* tienen una importante repercusión en la consideración del hombre y del niño, finalizando este siglo con la primera Declaración Universal de los Derechos del Hombre y del Ciudadano (Francia, 1989).

Esto permitió que se diera una gran transición en las relaciones paterno-familiares, el niño ya no era concebido a partir de los miedos de los padres, dejaron de creer que eran peligrosos y en lugar de limitarse a examinar sus entrañas con un enema, se aproximaban más a él y

trataban de dominar su mente a fin de controlar su interior, sus rabietas, sus necesidades, su masturbación, su voluntad misma (DeMause, 1982).

En esta época el niño era criado y amamantado por la madre, su educación versaba sobre su higiene que comenzaba desde pequeño, por ejemplo, acerca de la religión, donde se acostumbraba rezar con él pero no jugar, era disciplinado duramente mediante maltrato físico, le propinaban golpes aunque ya no de forma regular, se le castigaba por masturarse, se educaba para obedecer rápidamente mediante amenazas y el señalamiento de culpable por alguna falta, delito o hecho reprobable; o se usaban otros métodos de castigo; derivado de esta actitud de cuidado por parte de padres y madres hacia sus hijos, el niño resultaba ser más dócil; comenzaba a gestarse una verdadera relación de empatía, y con esto disminuyó notablemente la tasa de muerte infantil.

En el siglo XVII, el pensamiento de Rousseau, uno de los grandes pedagogos más influyentes de la época, quien considera que la infancia es una etapa decisiva en la vida de todo ser humano, en la cual se producen ciertas particularidades en la forma de concebir el mundo, además de ser un momento crucial para su desarrollo, en el que se sustenta y garantiza o no el desarrollo de las etapas posteriores. También, dentro de sus ideas proponía una forma de abordar la educación que hasta nuestros días puede beneficiar a la comunidad de discapacitados; considera que la educación debe adaptarse a cada una de las etapas de desarrollo del niño, a las inteligencias o capacidades, los temperamentos y los caracteres de los infantes (Brüggen, 2001).

En este mismo siglo Francia inició la enseñanza de personas sordas en base a lengua de señas, consiguiendo niveles educativos muy considerables a fin de que pudieran realizar tareas, entre ellas la educación de sus semejantes. Para las personas que padecían trastornos psíquicos, se les denominaba “imbéciles”, “dementes”, “débiles mentales” o “locos”, eran recluidos en Asilos o manicomios sin recibir ningún tipo de atención médica. Con esto surge el modelo de aislamiento en el trato a discapacitados (Valencia, 2014).

También en esta época, se encontró como antecedente de la educación especial, que Jacobo Rodrigo Pereira crea en Francia un alfabeto de signos que fue mejorado y sistematizado por el abad de l'Epée, quien funda la primera escuela pública en Francia para la educación de las personas con problemas de comunicación y de audición. También en el mismo periodo, Valentín Haüy crea en Paris el primer Instituto de Jóvenes Ciegos, donde posteriormente acudiría Louis Braille, creador del actual sistema de lectoescritura sobre la base de los puntos en relieve (Ortiz, 1995).

1.11. Socialización (Siglo XIX- mediados del XX)

En esta época, por primera vez los padres se preocupan por dar a sus hijos una formación sistemática, los guían con la finalidad de que se adapten socialmente y se preparen para desarrollar otras habilidades, es así como logran construir la estructura para la apropiación del mundo exterior, el reconocimiento de sí mismos y el de los otros (DeMause, 1982). La infancia que comúnmente se considera hasta los once años, es la etapa de desarrollo de mayor importancia en el ser humano, además de las habilidades socio-afectivas están en condiciones de adquirir nuevas capacidades cognitivas, comunicativas y psicomotrices a partir de las interacciones con sus pares, padres o tutores y demás adultos, ya que servirán de base para la construcción del adulto en que se convertirán.

En estos siglos, en la medida en que los padres tienen mayor control sobre sus hijos, se cuida y se guía en lugar de dominar y someter la voluntad del niño como se hacía anteriormente. Coincide también que en este tiempo los tratados sobre educación se centran principalmente en la socialización de los infantes. A partir del siglo XIX comienza a haber una clara inquietud por la protección y educación del menor que va más allá del modelo caritativo y benéfico de los siglos precedentes. Aunque la educación se extiende a toda la población, todavía no se considera al adolescente como un adulto capaz de ser independiente, el déficit principalmente derivan de la falta de responsabilidad y de autonomía (DeMause, 1982).

En este contexto y en muchos lugares, hablar de personas con discapacidad para ser considerados personas independientes estaba muy lejos de lograrse, ya que las condiciones sociales ni las educativas en este tiempo permitían un desarrollo adecuado de habilidades sociales o cualquier otro tipo porque no existían métodos, materiales o herramientas suficientes o efectivos de acuerdo a sus problemas de discapacidad.

A principios del siglo XIX, particularmente en Francia nace un niño llamado Louis Braille quien a la edad de 3 años se perforó un ojo jugando en el taller de su papá, su ojo se le infectó tanto que afectó al otro ojo y a los 5 años había quedado totalmente ciego, pero esto no impidió que sus padres lo inscribiera a la escuela tradicional a los 7 años no solo para socializar sino para aprender en la medida de sus posibilidades, aunque en esa época no había programas especiales para ciegos, su principal forma de aprendizaje era por exposición, recitaba lo aprendido de memoria. Es fácil concluir que los métodos, medios y herramientas de aprendizaje disponibles no eran suficientes para profundizar y alcanzar un nivel de desarrollo adecuado para los niños ciegos; estos métodos de aprendizaje mantenían a los discapacitados en desventaja con respecto a sus compañeros sin discapacidad (BBC, 2019; Liesen, 2002).

El contexto para los niños con discapacidad visual era el siguiente: Las escuelas para este tipo de población eran escasas, se usaba un método de enseñanza elemental con base un sistema de letras en alto relieve, había muy pocos libros impresos con este sistema, la lectura era táctil y lenta porque se pasaban los dedos sobre las líneas en relieve, que además de ser un proceso lento, requería de mucha concentración y esfuerzo para leer las palabras y formar frases u oraciones. Cuando Braille tenía 12 años, un capitán del ejército francés llevó a la escuela donde él estudiaba un sistema de lectura y escritura táctil que él mismo había inventado, desarrollado para que los militares pudieran leer mensajes en la oscuridad mientras estaban en los campos de combate, y de esta manera evitaban alertar al enemigo. El capitán consideraba que podía ser de utilidad y beneficio para personas invidentes (Liesen, 2002).

Con base en esos conocimientos y experiencias, Braille adoptó este último sistema y lo mejoró a tal grado que a los 15 años de edad ya tenía su propio código (Código Braille), creó un alfabeto usando una combinación puntos en lugar de letras. Su sistema poco a poco se fue extendiendo por todo el mundo, pero fue hasta principios del siglo XX cuando llega a América del Norte y posteriormente al resto del mundo. Este panorama brinda una idea clara de cuán lento fue desarrollándose la educación para discapacitados visuales desde esa época hasta la actualidad.

Aunque la invención del sistema Braille representó un hito en la educación de los invidentes, los educadores que no tenían discapacidad visual se resistían a usarlo porque consideraban que apartaba a los ciegos de los videntes; a los alumnos les exigía desarrollar agudeza táctil para lograr un proceso de lectura apropiado, y aunque siempre fue lento comparado con sus compañeros videntes, un lector invidente promedio podía alcanzar hasta 125 palabras por minuto y un buen lector hasta 175, que en comparación con los niños videntes estaban en desventaja ya que ellos alcanzaban hasta 250 palabras por minuto al leer (Liesen, 2002; REDINED, sf). Aunque el sistema Braille brinda una posibilidad real de aprendizaje, el uso del sentido del tacto no es lo suficientemente rápido para captar las señales tácticas, y se hace patente que siempre han estado en desventaja respecto a sus pares videntes.

La educabilidad de los niños ciegos consistía en educación física, intelectual, moral y religiosa, así como de educación social (REDINED, sf). Aunque por sus condiciones de discapacidad ninguna se alcanzaba a desarrollar a profundidad, ni tenía el impacto social como se podría esperar en un niño vidente, ya que al existir pobreza de imágenes sensoriales y principalmente visuales, no se produce el aprendizaje por modelado o imitación que se da en la socialización de un niño dotado con la capacidad de ver, la pobreza en actividad física también repercute en la carencia de interacciones sociales que fortalecen no solo su sociabilidad y autoconfianza sino su aprendizaje y relaciones afectivas; otro aspecto importante es que las mismas condiciones propician disturbios emocionales y del carácter.

1.12. Ayuda (mediados del siglo XX a la fecha)

Este modelo implica la empatía con el hijo quien es el que sabe mejor que el padre cuáles son sus necesidades. No hay castigos para educar ni físicos ni psicológicos, hay dialogo frecuente, y cierto compromiso de cuidar el desarrollo del niño, se juega con él, se le comprende y apoya. En la siguiente figura se puede apreciar como el infanticidio se reduce conforme van mejorando las relaciones paterno-filiales desde la prehistoria hasta llegar a la edad moderna. En este análisis, se nota claramente como a partir de la edad media hasta la edad contemporánea las relaciones entre padres e hijos van mejorando rápidamente, formando una línea casi vertical desde el siglo XVI al XX al insertarse nuevas concepciones del mundo con el renacimiento y la ilustración, vistas desde el análisis de modelos que propone DeMause.

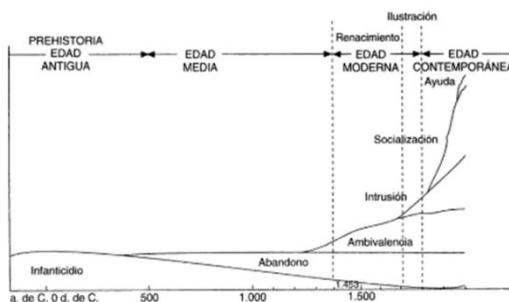


Figura 1. Infancia e historia. Etapas
Fuente: Casado Et all.

No obstante, aunque el abandono de los niños a su suerte ha dejado de tener un protagonismo importante, este no se ha erradicado por completo como puede apreciarse en la figura, y está vigente hasta la actualidad aunque con menos frecuencia que en los siglos pasados. Tanto el modelo ambivalente como el intrusivo demuestran que siguen vigentes también aunque no en la misma medida, y esto podemos contrastarlo con las noticias actuales que se hacen al respecto la forma que tienen algunos padres de maltratar a sus hijos para educarlos.

El modelo de socialización y ayuda que son los más recientes son los actores principales en la educación actual, los padres cada vez más se involucran, cuidan y protegen la integridad

de sus hijos en todos los sentidos, los guían con respeto y de forma más humana hacia el logro de su realización personal y profesional. Aunque no puede decirse lo mismo con respecto a los niños con discapacidad, ya que sus mismas condiciones y como ha quedado evidenciado en el pasado, siguen estando en desventaja casi en todos los ámbitos de la existencia humana.

Con el avance científico y tecnológico se esperaría que el avance en atención al sector de población con discapacidad fuera radicalmente mayor, pero no ha sido así, hace falta hacer énfasis en los ámbitos económicos, políticos, sociales y culturales para que puedan gozar de todos sus derechos y esté acorde a una sociedad más integradora e inclusiva del siglo XXI, para que represente un avance significativo y más rápido que en los siglos pasados, porque ahora hay más y mejores condiciones que pueden propiciarlo.

De acuerdo con cárdenas y Barraza (2014) a principio de los años noventa, en el ámbito de las políticas educativas surgió un movimiento denominado *educación para todos*, que puso el dedo en la llaga, y al mismo tiempo, hizo recordar los altos índices de exclusión y marginación en materia educativa que existía en aquél momento, y a los cuales todos nos habíamos acostumbrado; este movimiento político volvió a poner en el escenario el tema de la diversidad y el tema de la inclusión.

Toca a la sociedad y gobierno en su conjunto crear las condiciones propicias para el desarrollo de todas las personas independientemente de si tienen o no alguna discapacidad, y no sólo la inclusión en el ámbito educativo; en el ámbito económico se deben asegurar programas de apoyo y de integración al trabajo sin discriminación alguna. En el entorno social, en general hace falta crear conciencia para ser más empáticos y compasivos por las condiciones que sufren las personas con discapacidad, ser más caritativos y humanitarios con los menos favorecidos es una necesidad urgente, desarrollar la sensibilidad e indulgencia para concederles los derechos que por la calidad de ser humano se merecen; una sociedad fraterna hará un mundo mejor para todos porque todos somos parte de la gran familia humana. Hace falta una nueva visión de humanidad y otra concepción de la educación.

1.13. Perspectivas del concepto de educación

Para estar en condiciones de plantear una nueva sociedad, es necesario remitirnos a las bases que dieron forma a la educación actual que es uno de los pilares más importantes del comportamiento humano, el otro es la genética. La forma de ver el mundo va cambiando con el paso del tiempo, las condiciones y necesidades no son las mismas que en los siglos pasados, las formas de pensar también han sido distintas, y para cada etapa del desarrollo humano ha existido una filosofía, una ciencia, una psicología, una educación, una necesidad social, cultural, económica y política que cumplir en el complejo sistema de relaciones humanas.

Pero cómo abordar la nueva educación, la que va orientada a preparar al ser humano no solo para desplegar sus capacidades cognitivas para desempeñar un puesto de trabajo, sino para dotarlo de capacidades para el pensamiento analítico, crítico y reflexivo, donde no sólo sea un consumidor de contenidos sino que permita la producción de ideas, de nuevas formas de hacer las cosas, de interactuar de forma adecuada con su ambiente de desarrollo, capaz de identificar las cosas que se hacen bien y las que no, pensar en cómo mejorarlas, para ir más allá de un comportamiento robótico.

El desarrollo de habilidades de pensamiento complejo, permite tener un pensamiento más integral, sistémico inter-relacional con todo lo que existe en el mundo, para que pueda cavilar acerca de cuál es su papel en este mundo, es decir, pensar con intención y a profundidad cuál es su función en la sociedad a la que pertenece desde su verdadera naturaleza física, mental y espiritual, porque cada vez es más claro que somos algo más que cuerpo y mente.

Esa nueva educación para la nueva sociedad a la que aspiramos convertirnos, ha tenido sus fundamentos en lo que conocemos como escuela nueva, que surgió a fines del siglo XIX como un movimiento renovador de la vieja escuela, que era de corte más ambivalente e intrusivo como lo refiere DeMause en sus modelos, basada en una pedagogía ajena a los intereses de los infantes, cuya finalidad es el sometimiento de la voluntad del alumno,

donde por medio de la disciplina y métodos autoritarios se dominaba la inteligencia, voluntad y espíritu del niño.

Con la escuela nueva, se identificaron distintos actores con múltiples innovaciones pedagógicas; dentro de los principales autores que aportaron las ideas fundamentales de este movimiento encontramos a figuras célebres de la educación como John Dewey, Maria Montessori, Celestin Freinet, Jorge Kerschensteiner, Alfredo Binet, Eduardo Claparede, y Adolfo Ferriére (CINADE, sf). Todas estas mentes brillantes reunidas en un mismo tiempo y por un mismo fin, hizo que el siglo XX fuera la cuna de los grandes pedagogos y dieran las pautas y origen de una revolución educativa nunca antes vista, este nuevo contexto brinda una visión mucho más amplia de lo que debe ser la educación para los siglos venideros.

Los intereses suscitados por el término de educación son tres: el pueblo, la ciencia y la filosofía. De ahí se derivan tres enfoques: la perspectiva vulgar, la científica y la filosófica. La opinión vulgar concibe la educación como un comportamiento y un saber. La acepción científica que se refiere a la concepción teórica desarrollada con rigor científico. La acepción filosófica puede ser doble: la educación in fieri en cuanto nos referimos al proceso mismo de perfeccionamiento, a los actos, auxilios y modos de ser educado; y la educación in factu ese, que se caracteriza por una serie de rasgos poseídos por la persona que ha alcanzado el tipo ideal de hombre educado (CINADE, sf).

El hombre es el radical último del concepto de educación como perfección a pesar de que la antropología no acepte esta dimensión. En la actitud fáctica refiere que la dimensión sociológica es esencial ya que se contempla el hecho de la educación encuadrado en la órbita de la sociedad como transmisora de cultura, como institución, como condicionante, como árbitro que fija los contenidos según las necesidades de las épocas y contexto.

La tercera actitud se interesa por la educación vivifica y plasma su propio sistema filosófico, que al decir de Dilthey “toda filosofía culmina en una pedagogía”. La educación es el fruto de una filosofía en la que se vacía toda reflexión ulterior sin que se tenga una

teoría personal y autónoma de la misma educación. La cuarta actitud es la fenomenológica, al modo existencialista heideggeriano, que no se conforma con la superficialidad de lo que aparece en el hecho educativo. Entran en juego los 3 elementos: hombre, sociedad y relación entre ambos. J. Dewey comparte la idea anterior cuando escribe que “lo que la nutrición y reproducción son a la vida fisiológica, la educación es a la vida social”, por lo tanto, la educación es una adaptación a la comunidad concreta en la que se desenvuelve la vida del hombre educado.

1.14. Definiciones clásicas de educación

Durkheim (1875) menciona que en educación cada sociedad se labra un cierto ideal de hombre, de lo que debe ser éste tanto al punto de vista intelectual como físico y moral; La educación es la acción ejercida por las generaciones adultas sobre aquéllas que no han alcanzado todavía el grado de madurez necesario para la vida social. Tiene por objeto el suscitar en el niño un cierto número de estados físicos, intelectuales y morales que exigen de él tanto la sociedad política en su conjunto como el medio ambiente específico al que está especialmente destinado.

Scheffler subraya dos clases de definiciones las descriptivas y las estipulativas, la primera es la de diccionario, la segunda establece una prescripción acerca de cómo se debe pensar sobre una realidad. Las definiciones son variadas dependiendo del orden, ideología, agrupaciones, similitud teórica, etc. Según como entienda la educación, como desarrollo del individuo, como un fenómeno histórico-social, como un hecho estético, entre otros.

Para Núñez (2001) la educación consiste en la satisfacción de las necesidades de crianza, enseñanza, doctrina o instrucción que debe darse a los niños y a los jóvenes por medio de la acción docente, con la finalidad de acercarse en lo posible a los fines generales de la educación en igualdad para todos, es decir, aumentar el conocimiento del mundo en que viven y proporcionarles toda la independencia y autosuficiencia de la que sean capaces. En su definición incluye a los sujetos con necesidades educativas especiales, y afirma que la educación es un derecho solemne reconocido por todos los seres humanos. El término

“alumnos con necesidades educativas especiales” fue acuñado en el informe Warnock (1981) para definir a aquellos alumnos que presentan unas dificultades de aprendizaje que hace necesario disponer de recursos educativos especiales para atenderlas.

Analizando la literatura oficial, el término educación, en general, parece ser sinónimo de diferenciación, desigualdad, distinción, o división al ser tratada de manera diferente por cada grupo de población que atiende. El SEM está regulado por la Secretaría de Educación pública (SEP) y actualmente su estructura está compuesta por 11 bloques o pilares donde descansa la educación mexicana: la educación preescolar, educación primaria, educación secundaria, educación indígena, programas compensatorios o de rezago para zonas marginadas, la educación para adultos, educación media superior, educación superior, educación tecnológica, educación normal, y por último la educación especial dirigida al sector de la población con necesidades educativas especiales que tengan algún tipo de discapacidad (SEP, SF).

La SEP (SF) considera que la educación especial es aquella que está dirigida a los niños con discapacidad, descrita como el derecho que tienen todos los niños de acceder al currículo básico y a la satisfacción de sus necesidades de aprendizaje, y establece la integración educativa como una estrategia importante a seguir. Desde esta perspectiva y después de analizar los distintos conceptos de los autores, se considera que la educación es el derecho solemne e inalienable de todo individuo de la especie humana sin importar raza, color, religión, condición o situación en que viva, y que, permite al educando conocerse a sí mismo, conocer el mundo que le rodea, así como participar activa y positivamente en él. Este proceso a cargo de los padres, tutores y docentes implica desarrollar, perfeccionar y potenciar las facultades físicas, morales e intelectuales del discente hasta alcanzar su buen juicio, voluntad, independencia y autosuficiencia.

Los principales instrumentos legales que regulan al sistema educativo y establecen los fundamentos de la educación en México son el artículo tercero de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y la Ley General de Educación que tiene sus orígenes en 1917 y 1993 respectivamente. En la Constitución se establecen límites al ejercicio del

poder, se reconocen y protegen los derechos de las personas, sus obligaciones y las garantías para el mantenimiento de la paz, el bienestar común, la prosperidad y la democracia. Toda constitución evoluciona junto con la nación que le da origen, guía el curso de su historia y se adapta a los cambios que la propia sociedad va generando.

De acuerdo con Turnbull, Turnbull, Wehmeyer y Shogren (2012) la educación inclusiva es posible al incluir estudiantes con discapacidades en todos los aspectos de la educación siempre y cuando se considere la provisión de servicios y apoyo complementarios. De acuerdo a estos autores, los estudiantes con necesidades especiales, requieren un ambiente escolar, maestros, servicios, métodos, procesos, procedimientos, materiales y herramientas especiales para su formación. Varios autores consideran que la educación especial debe combinar principios, valores y técnicas para el desarrollo en el aula. Los estudiantes con necesidades especiales, requieren un ambiente escolar, maestros, servicios, métodos, procesos, procedimientos, materiales y herramientas especiales, los autores consideran que la educación especial combina principios, valores y técnicas para el aula.

De forma general, en las definiciones anteriores de educación se puede ver que las concepciones versan sobre el ideal de hombre que se quiere formar, proponen distintas visiones del desarrollo humano que van desde el punto de vista intelectual y físico, hasta el moral, con el objetivo de prepararlos para la vida social y la laboral, a partir del desarrollo del buen juicio, control de la voluntad, para buscar su independencia y autosuficiencia, con los conocimientos necesarios para conocer el mundo y desarrollarse de forma satisfactoria en él, así como buscar la igualdad entre los seres humanos.

Si la educación se ha entendido de distintas formas en cada cultura y tiempo de acuerdo a las necesidades que marca cada sociedad, entonces podemos decir que tiene una característica evolutiva; su función principal es la del desarrollo del individuo, pero el sentido de ese tipo de desarrollo debería ser siempre en pro de trascender, no solo visto como un instrumento de trabajo como la sociedad industrial y postindustrial conciben al hombre; el ser humano es mucho más que eso, entonces, es necesario concebir la

característica de trascendencia inherente a la educación con independencia del tiempo y espacio del que se trate.

Si la educación es una construcción paulatina durante toda la vida del sujeto en sociedad como se ha evidenciado en la revisión, entonces, la educación también tiene una dimensión histórico-social que es a partir de esta como el hombre filtra y construye el mundo que le rodea, esta idea hace referencia a un punto de partida de donde surgimos como personas, y cómo con el paso del tiempo y las experiencias vividas nos vamos construyendo, deconstruyendo y reconstruyendo.

La educación debe preparar para esa evolución, no solo para el trabajo, sino para una verdadera transformación personal que permita al ser humano adaptarse y desempeñarse de la mejor manera posible en su entorno, esta visión permite plantear una dimensión espiritual de la educación que conduzca al ser humano a trascender en la vida, y a reconocer como está interconectado con todos y todas las cosas que le rodean para que exista respeto, tolerancia a las diferencias y colaboración como especie. Porque hasta el momento la educación se ha empeñado más en formar para hacer, que en educar para ser como propone Jaque Delors en los 4 pilares de la educación. Y esta concepción es lo que ha excluido a las personas con discapacidad porque no están en condiciones de formarse como todos para hacer o trabajar de forma normal.

La educación debe ser adaptada y de ser posible personalizada para ser apta para todos los públicos, tal como se proponen en las distintas experiencias de educación mediada por tecnología llevada a cabo en todo el mundo. Independientemente de si es mediada por tecnología o no, esta debe estar sustentada por métodos, materiales, herramientas y teorías pedagógicas que coadyuven a alcanzar los fines educativos propuestos sin que implique mayor dificultad para los educadores que están frente a grupo.

Capítulo 2. Ambientes de aprendizaje basados en TIC para discapacitados visuales

Como se vio en el capítulo anterior, el artículo cuarto de la Declaración de los Derechos de la Persona Sorda y Ciega de 1977, habla de los derechos a la educación y capacitación de estas personas; de acuerdo al artículo séptimo de la misma declaración menciona que, “tendrá derecho a recibir noticias de actualidad, información y material de lectura y educativo a través de medios y formas que pueda captar. Se suministrarán los elementos técnicos que puedan resultar útiles para este fin y se alentará la investigación en esta esfera” (Infante, 2005, p. 325). Para lograr los propósitos de esta declaración, y considerando que este sector de población se clasifica dentro del grupo de discapacidades sensoriales y de la comunicación, es de vital importancia promover la implementación de medios tecnológicos que complementen las deficiencias de sus sentidos y capacidades, permitan la comunicación e interacción de los elementos tecnológicos con la persona discapacitada y posibiliten la educación y capacitación.

Se abordará el origen de 3 elementos de análisis: la educación, las TIC y la discapacidad con la finalidad de hacer patente quienes han estudiado este trinomio de factores en ambientes educativos, cuáles han sido las aplicaciones de las distintas tecnologías al proceso educativo, cuáles han sido teorías aplicadas al proceso educativo, los desarrollos y resultados que se han obtenido, para conocer donde se ancla nuestra propuesta de investigación.

Desde sus orígenes, hablar del binomio TIC y Educación implica un resultado diferente en cada época y en cada contexto de aplicación, tanto los resultados como los elementos del proceso educativo van cambiando de acuerdo al avance científico, tecnológico y la penetración de las TIC en la sociedad ... la tecnología disponible en cada momento histórico ha tenido distintas posibilidades educativas e impacto social al aprovechar el potencial de las características técnicas de los medios de comunicación de moda (Ibarra y Náfate, 2017, p.1).

Integrar la discapacidad desde su origen como un tercer elemento de análisis en el proceso educativo compuesto por TIC y Educación, y en particular hablar de los invidentes y/o débiles visuales, implica, no solo un resultado diferente, sino la complejidad del estudio histórico de las fuentes para examinar la conformación del trinomio TIC + Educación + Discapacidad en busca de una configuración de un ambiente de aprendizaje innovador; así como, las posibilidades y retos que plantea la inserción de las tecnologías a un ambiente educativo en contextos y condiciones particulares de este sector de población desde un enfoque teórico educativo.

De acuerdo con Sánchez (2009, p.17), la prehistoria de la educación especial llega hasta finales del siglo XVIII, periodo dominado por el pesimismo y el negativismo. Hipócrates en el siglo V a. C. hablaba de la anormalidad como una enfermedad. Plutarco historiador y moralista relata en sus obras como eran eliminados los recién nacidos con síntomas de debilidad o malformación, siendo habitual esta práctica a lo largo de toda la edad antigua, como se vio en el capítulo de educación para las personas con discapacidad o educación especial.

2.1. El uso de los medios de comunicación como recursos didácticos

Antes de introducirnos en los medios de comunicación en la educación, primero se reconoce que los elementos principales que interactúan dentro de un ambiente escolar son los alumnos, los docentes, los programas de estudio, la metodología de enseñanza-aprendizaje, y los recursos materiales y tecnológicos; en segundo lugar, se considera que a partir de estos elementos y la forma en cómo se planee, organice y ejecute el proceso educativo, se está en condiciones de desarrollar experiencias relevantes que incidan de manera positiva en el aprendizaje de los estudiantes, y por último, evaluar de manera adecuada la integración de los recursos materiales y tecnológicos disponibles para alinear la innovación educativa sin perder de vista los objetivos de aprendizaje ni la época y contexto de aplicación.

Gallego, Alonso, Cocheiro, Atrio, Brazuelo, Durán, Mansilla, Martín, Real, Rodríguez, Sánchez y Temprano (SF, p. 268) mencionan que muchas veces cuando se visita un centro educativo es común encontrarse con profesores del siglo XX, enseñando a alumnos del siglo XXI, con medios y recursos del siglo XIX; los autores pretenden que tanto los profesores como los alumnos, los recursos y medios pedagógicos correspondan a la misma época. Esto hace pensar que es necesario alinear la innovación pedagógica y tecnológica con las necesidades del estudiante de acuerdo al contexto considerando los medios de comunicación disponibles en el mismo tiempo; el problema tiene otra arista de análisis, que es, la brecha tecnológica generacional entre el alumno y el docente, esta diferencia tiene su origen en que los alumnos son nativos tecnológicos, mientras que el docente se enfrenta con la resistencia al cambio en su formación y actualización, que le permita desarrollar nuevas competencias tecnológicas que se reflejen en su trabajo cotidiano en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La incorporación de los medios masivos de comunicación al aula, no han modificado el sustento de la educación tradicional, pero sí impactaron en algunos elementos como: las formas de comunicación y transmisión del conocimiento enriqueciendo los contenidos a aprender, promoviendo nuevos modos de interacción, nuevas maneras de organización, cambio de los roles de los actores principales del proceso educativo, nuevos enfoques teóricos pedagógicos, entre otros; al emplear las TIC ya sean antiguas, tradicionales o nuevas tecnologías basadas en Internet traen consigo nuevos retos independientemente que se usen como apoyo a la educación tradicional, como complemento de la educación formal o como base para la educación a distancia.

Históricamente en la educación se han empleado tecnologías antiguas de comunicación como la imprenta y los medios impresos (panfletos, periódicos, revistas, libros) desarrollándose con éstas la época de oro de la cultura oral; posteriormente se utilizó el teléfono, la radio, los satélites, el cine y la televisión (medios audiovisuales) dentro de las tecnologías que se consideran tradicionales porque aún siguen vigentes en la sociedad; y por último, la integración de las nuevas tecnologías basadas en la telemática, que es la aplicación de técnicas de telecomunicación con la informática para la transmisión de

información vía electrónica, y su máximo exponente es la red Internet, además de beneficiarse de las tecnologías de comunicación basadas en Internet como son: las redes sociales, la web 2.0 y 3.0, el uso de aplicaciones (Apps), software educativo distribuido y sofisticado como los simuladores; aulas virtuales, videoconferencias interactivas, comunidades virtuales y redes interinstitucionales de aprendizaje, cursos en línea, ambientes virtuales para el aprendizaje a distancia.

Las plataformas instruccionales más conocidas son Black Board, Moodle, WebCt, Dokeos, Virtual-U, ATutor, por mencionar algunas para el desarrollo de campus o universidades virtuales dando origen a nuevos modelos de enseñanza-aprendizaje. Por lo tanto, la tecnología es utilizada como un elemento clave no solo para democratizar la educación y llevarla a todos los rincones del país, incluso del mundo, sino para alentar al estudiante hacia un aprendizaje más autónomo (Ibarra, 2010).

Aunado a lo anterior, y en apoyo a las personas con discapacidad visual existe en la actualidad un concepto conocido como accesibilidad web para el desarrollo de páginas y portales web en Internet, que permita a estas personas acceder con facilidad a los contenidos y recursos de información disponibles en Internet; pero, para que un sitio web se considere accesible debe cumplir con varias condiciones, o por lo menos cumplir con dos de ellas que son muy importantes, la primera, que sea perceptible por medio de alguno de nuestros sentidos, segunda, que sea compatible con las herramientas de asistencia tecnológica que utilizan algunas personas con discapacidad, permitiendo con ello un acceso equitativo y la igualdad de oportunidades a este sector de población, a participar activamente en la sociedad, a tener acceso a la educación o al derecho a un empleo.

Cada invento que se inserta al sistema de relaciones humanas produce cambios de toda índole: culturales, sociales, políticos, económicos, productivos, organizativos, educativos, etc. Antes de la invención de la imprenta, el libro y de los medios de comunicación de masas, la comunicación era lineal, unidireccional, emisor-mensaje-receptor sin retroalimentación, se ejecutaba en un mismo tiempo y espacio a una persona o grupo de personas limitado, y a corta distancia, en la actualidad eso ha cambiado radicalmente, las

nuevas tecnologías permiten transmitir a larga distancia mensajes, datos, información, incluso ejecutar procesos, por ejemplo consultar el saldo de un cuenta bancaria desde cualquier parte del mundo conectándose directamente al banco por medio de una computadora con acceso a Internet, o utilizando un teléfono celular inteligente (SmartPhone), realizar compras o estudiar un curso en línea, entre otros servicios; hoy, los medios de comunicación

Cuando el ser humano descubrió el potencial educativo de las tecnologías y las implementó en el aula, nació la tecnología educativa (TE). Pero ¿Qué es la tecnología educativa?, Para Antonio Bartolomé la TE tiene un rol especial en el ámbito de la Didáctica y de otras ciencias aplicadas a la educación; alude específicamente al diseño, desarrollo y aplicación de recursos de carácter informático, audiovisual, tecnológicos, del tratamiento de la información y todos aquellos que facilitan la comunicación tanto en los procesos educativos, como en los instructivos, y en los aspectos de la educación social y otros campos educativos (Citado por Bautista y Alba, SF).

Actualmente, ya son muchos los autores que se han encaminado en el estudio de la tecnología educativa desde distintas perspectivas, los principales exponentes de esta rama de investigación se describirán a continuación, el orden de aparición es aleatorio porque todas las aportaciones son importantes, por ejemplo, Julio Cabero Almenara estudiando los momentos históricos, la incorporación de los medios visuales al ambiente escolar, la identificación de la psicología conductista en el proceso de la enseñanza-aprendizaje, la introducción del enfoque sistémico y la psicología cognitiva (Cabero, 2006). La relevancia de su trabajo está en brindar un panorama de cómo se ha ido insertando la tecnología al ámbito educativo.

Los aportes de Juan Manuel De Pablos Pons versan sobre políticas educativas y su impacto sobre la innovación pedagógica, apoyada en el uso de las TIC en los centros escolares, formación e investigación en TE. Necesidades y demandas en el ámbito universitario, impacto sobre la innovación pedagógica apoyada en la integración de las tecnologías, utilización de las TIC en el desarrollo curricular de la educación física: diseño,

implantación y evaluación de un modelo de formación (Universidad de Sevilla, SF). Su trabajo tiene vertientes sumamente importantes para asegurar la democratización de la educación a partir de la necesidad de crear políticas gubernamentales y de insertar innovaciones pedagógicas en el aula basadas en TIC, ideas en las cuales se ancla la presente propuesta.

Respecto a Pere Marquès Graells ha trabajado los medios instructivos, la enseñanza programada, la tecnología de la instrucción, los medios instructivos, el enfoque curricular, las bases de la tecnología educativa, la didáctica y ciencias pedagógicas de la TE, la teoría de la comunicación, de sistemas y la cibernetica, psicología del aprendizaje, funciones de los medios (Marquès, 2010). Las líneas desarrolladas por este autor son de especial relevancia para el presente trabajo porque brinda luces de cómo deben implementarse las tecnologías emergentes basadas en ciencias como la cibernetica, cuya finalidad es estudiar los sistemas de comunicación y de regulación automática de los seres vivos y de cómo aplicarlos a sistemas electrónicos y mecánicos para emular su comportamiento, principios básicos de la ciencia de inteligencia artificial que se propone en este estudio como fundamento teórico.

Por su parte Antonio Bartolomé ha incursionado en estudiar el impacto de las tecnologías en la educación, integración audiovisual, web 2.0 en el aprendizaje, comunicación, educación y tecnología, nuevos paradigmas de aprendizaje, educación abierta y a distancia en la web, recursos tecnológicos para el aprendizaje, metodología para la enseñanza a distancia, innovación tecnológica en la docencia universitaria, producción multimedia y simulación en e-learning (LMI, 2020). Las líneas de investigación que desarrolla este autor orientan en la necesidad de medir el impacto de las innovaciones tecnológicas introducidas en el ámbito educativo, las metodologías empleadas en la educación mediada por tecnología, y la producción de recursos multimedia y sistemas de simulación que también se abordan en el presente estudio.

Lorenzo García Aretio ha teorizado sobre la educación a distancia en instituciones de todo el mundo, ha escrito sobre los juegos digitales, libros digitales, universidad sostenible,

blended learning, dispositivos móviles- enseñanza y aprendizaje, visión práctica de los MOOC (Massive Online Open Courses, cursos online masivos y abiertos), juegos digitales y gamificación, idiomas con tecnología móvil, filosofía educativa de los MOOC, entre muchos otros temas relacionados con la TE (García, 2020). Las contribuciones de este autor a las nuevas investigaciones como esta, versan sobre la teorización de la educación mediada y soportada por TIC, los juegos digitales como medios para apoyar el aprendizaje, y los libros electrónicos tan necesarios en una población de estudio como la de los niños con discapacidad visual, población de estudio de esta investigación.

2.2. Tecnologías de información y comunicación humana

Gracias al invento del lenguaje, la escritura y al libro la complejidad de la realidad ha podido entenderse y representarse de una manera mucho más fiel y efectiva de como se hacía en la época de la cultura oral; durante mucho tiempo, el libro ha sido el motor de la alfabetización de toda la población y la escolarización mundial obligatoria. Sin embargo, el desarrollo de los medios audiovisuales ha hecho que la prevalencia del libro esté entrando en crisis. El término audiovisual se refiere a la combinación de sonido e imagen que caracteriza al cine y la televisión (Domingo, 2013).

Sin embargo, estos medios de comunicación basados en el lenguaje audiovisual sin una adecuada planeación educativa, una selección del contenido adecuado, y un buen diseño instruccional, no es tan efectivo como recurso didáctico para personas con discapacidad visual; en los audiovisuales predomina la imagen sobre la palabra oral, es decir, se le da mayor peso y poder a las imágenes, aunque las imágenes por si mismas pueden proporcionarnos mucha información y con el apoyo del audio puede potencializarse el efecto del mensaje que se desea transmitir, para una persona con discapacidad visual no es relevante esta tecnología si no tiene interacción con la misma.

De acuerdo con Domingo Baguer (2013) propone un experimento sencillo para poner en duda la efectividad de los medios audiovisuales. Oír una película sin verla es más fácil

seguir la trama y argumentos sin tanto problema, pero al contrario ver sin sonido es muy complicado sino imposible saber de qué se trata la historia.

El espectador **ciego** podrá seguir la información fundamental del noticiero o del documental, mientras que el espectador **sordo** difícilmente podrá dar sentido al aluvión de imágenes que se le ofrecen (Domingo, 2013, p.121).

La necesidad del hombre de comunicarse lo ha llevado a crear distintas formas de transmisión de ideas, de información, de conocimiento y hacer escuchar su voz a otros, así fue como dio origen al lenguaje, la escritura y posteriormente al descubrimiento y desarrollo de diversas tecnologías manuales, mecánicas, eléctricas y electrónicas que potenciaron la comunicación humana y revolucionaron el ámbito educativo.

Desde que surgieron las tecnologías modernas durante el primer tercio del siglo XIX, no han dejado de sorprendernos los usos y aplicaciones que la humanidad le ha dado para mejorar su entorno de desarrollo, poco a poco fueron conquistando espacios y procesos que prácticamente en la actualidad es impensable prescindir de ellas, están presentes en muchas esferas del desarrollo humano desde la comunicación, el procesamiento de información, la automatización de la producción y de servicios, la administración de las organizaciones, la medicina, la investigación, la educación hasta el ocio y la diversión.

Estos grandes inventos tecnológicos de comunicación a larga distancia transformaron la existencia humana de manera exponencial, desde el telégrafo en 1837, el teléfono en 1876, el cinematógrafo en 1892, la radiocomunicación en 1896, la radiotelefonía en 1906, la televisión blanco y negro en 1926, la computadora de uso general en 1951, el satélite artificial en 1957, la televisión a color en 1960, la computadora personal (PC) en 1981, y por último la red de redes Internet, derivada de la red militar ARPANET que históricamente tuvo 3 momentos de nacimiento (1969, 1982 y 1983) hasta llegar a consolidarse en 1990 y convertirse en lo que es hoy, una plataforma global de todo tipo de servicios, comunicación e investigación.

Los desarrollos tecnológicos no solo permitieron su aplicación a los distintos sectores sociales y procesos productivos, sino que fomentaron el desarrollo científico-tecnológico, impulsaron la investigación educativa, promovieron la innovación de los sistemas educativos y contribuyeron el surgimiento de nuevos programas de estudio y especialización, así como el desarrollo de nuevas herramientas y materiales didácticos.

El primer acontecimiento trascendental en la historia de la ciencia y las tecnologías desarrolladas por el hombre sucedió en 1450 con el invento de la imprenta y el papel, este suceso marcó una revolución abismal en todos los campos, por las posibilidades que ofrecían para divulgar el conocimiento a través de los textos impresos (Esteban, 2011). A la imprenta se deben las primeras formas de copia de textos antiguos elaborados con técnicas medievales aplicadas a la elaboración de textos que consistían en el uso de pergaminos, papiros, rollos de manuscritos y códices (Restrepo, 2014); esta invención representó un hito en la manera de hacer los libros.

El uso del pergamino era la forma más habitual de soportes para la escritura por ser el más resistente al paso del tiempo, pero implicaba una buena elección de la piel a usar, variaba el color según el animal de procedencia, ésta podía ser de oveja, cabra o gacela; además implicaba un proceso laborioso de preparación para que fuera de la calidad esperada (Hidalgo, 2011).

El papiro es un soporte de escritura que se obtenía a partir del procesamiento de una planta acuática del mismo nombre, muy común en Egipto en donde tuvo mayor uso, es de poca resistencia al paso del tiempo, esto representaba una desventaja importante frente al pergamino, los rollos son similares al papel, era fino y delicado por esa razón los papiros se deberían conservar en lugares con características y protecciones especiales (Hidalgo, 2011). El códice era lo más avanzado de la época, que es un libro manuscrito compuesto por un conjunto de hojas flexibles de papiro, pergamino o papel, unidas entre sí por el margen interno y generalmente protegidas por cubiertas como el encuadernado de un libro tradicional (Betancourt, 1997). La invención de la imprenta de tipos móviles facilitó el proceso y abarató el costo de producción de los textos.

La palabra escrita fue la tecnología más extendida e importante durante mucho tiempo, desde que se inventó hasta el siglo XIX, antes de la invención de los medios audiovisuales ocupaba el lugar central en la civilización humana como fuente del saber, incluso llegó a considerarse como pasatiempo o distracción; históricamente los libros han sido parte fundamental del proceso educativo desde su origen hasta la actualidad en todos los niveles educativos, aunque los procesos de producción y distribución del libro han cambiado en cada época de la vida del ser humano, no se ha modificado su función principal que es la de permitir el acceso y la transmisión de información, conocimientos, religión, tradiciones y la historia de las culturas de la humanidad de generación en generación.

Posterior al invento de la imprenta se da el crecimiento de la fundación de universidades en todo el mundo, y con esto la demanda de libros y la creación de bibliotecas; aunque antes de esa fecha Europa ya contaba con grandes establecimientos generales de enseñanza superior bajo la denominación de universidades fundadas durante los siglos XI y XII de la edad media, eran distinguidas no solo por su antigüedad sino por su prestigio como son: La Universidad de Bolonia (1088) ubicada en la ciudad de Bolonia, Italia, la Universidad de Oxford (1096) ubicada en Oxford, Reino Unido, y la Universidad de París (1257) ubicada en París, Francia; a principios del siglo XIII se dieron a conocer la Universidad de Cambridge (1209) ubicada en Cambridge, Reino Unido, la Universidad de Salerno (1231) ubicada en Salermo, Italia y, la Universidad de Salamanca (1218), ubicada en Salamanca, España (Iyanga, 2000). El movimiento de las universidades se extendió primero por toda Europa y después por América y otros continentes (Ibiden, 2000).

Un poco después del descubrimiento de América y del invento de la imprenta, México es el primer país de la Nueva España que introduce y adopta esta tecnología en 1539 y el segundo en crear instituciones de educación superior en el continente americano. La primera universidad del nuevo mundo se estableció en Santo Domingo en 1538, luego se fundaron la universidad de Lima, Perú y la Universidad Real y Pontificia de México (ahora UNAM) en 1551, a esa fecha en Europa existían 16 universidades, los Estados Unidos de América no contaba con universidades, su primera universidad que fue Harvard se funda

hasta 1636; al momento de la guerra de independencia de México en 1810 ya contaba con 31 universidades. La mayoría de las universidades fundadas durante la colonia en el nuevo mundo fueron pontificias y reales, creadas por órdenes religiosas, y solo eran autorizadas por el Papa para otorgar grados (Tünermann, 2003).

En Europa, los primeros avances de la ciencia y la técnica se introdujeron a la sociedad y a los colegios con mucha rapidez en 1886, por ejemplo, en los años en que la luz eléctrica y el agua se aplicaban al interior de las viviendas, causando mejoras importantes en la iluminación, calefacción y sanidad en los ambientes escolares; incluso, se utilizaban bombas eléctricas para sacarla del subsuelo, y crearon generadores eléctricos de uso propio (Revuelta, 1998).

Como se mencionó anteriormente, pocos inventos han tenido tanta influencia en la sociedad como la creación de la imprenta, con su advenimiento, se duplicaron miles de obras literarias antiguas escritas en soportes tradicionales de la época; y la mejora del proceso de producción abrió una gama de posibilidades de comunicación escrita que permitió el desarrollo de la prensa, a través de la diversificación y popularización de los materiales impresos a lo largo de la historia humana.

El impacto ha sido tal, que durante siglos ha permanecido hasta nuestros días a pesar de la invención de los medios masivos de comunicación electrónicos, esto debido a la diversificación de los materiales impresos aptos para todas las clases sociales y actividades económicas, sociales, formativas e informativas, incluso llevó su innovación hasta la personalización de las publicaciones para todas las edades, grupos sociales, gustos y niveles educativos que van desde formatos sencillos como: folletos, boletines, instructivos, carteles, trípticos, cuentos o fábulas, comics, periódicos, libros, revistas, manuales, entre otros; por otro lado, el crecimiento de la demanda de la educación, la apertura de nuevas instituciones educativas y los hábitos de lectura de los estudiantes han contribuido a su actual existencia.

De acuerdo con Domingo (2013) hubo un tiempo glorioso en los hábitos de lectura de los estudiantes, y que en particular me tocó vivir esta maravillosa experiencia, antes de la

invención de la televisión, las consolas de videojuegos y de la red Internet, en que la expresión *¡Déja ya de leer y ponte a hacer algo útil!* podía ser oída como amonestación frecuente en todos los hogares en el mundo occidental; en los dormitorios y en las bibliotecas los padres y maestros solían recriminar de esta manera el vicio de la lectura a los adolescentes, incluso leían sus historietas favoritas a escondidas desarrolladas en forma de dibujos sin que nadie lo notara, camufladas entre las páginas de los libros de estudio, leyendo debajo de los pupitres o las sábanas a la luz de una linterna; en aquella época, la lectura de cualquier tipo era considerada en el mejor de los casos un mero pasatiempo, un vicio o una flaqueza de los niños y jóvenes, una distracción de tareas provechosas y convenientes, una afición de carácter dudoso que podía ser peligrosa o pecaminosa.

2.3. La prensa educativa y la educación popular

En el desarrollo de este contexto apareció la prensa educativa o pedagógica quien fuera testigo del surgimiento de la educación popular prácticamente en todas partes de Europa, que se desarrolló en la sociedad "*moderna*" del siglo XIX, y los maestros fueron vistos como los agentes más importantes en ese proceso. La prensa pedagógica estaba llena de estos deberes y compromiso relacionados con el ejercicio de profesión docente para democratizar la educación. Además, las publicaciones pedagógicas, son fuente muy interesante para el historiador de la educación desde una perspectiva metodológica del maestro, porque siguieron otras reglas discursivas que hicieron las exposiciones teóricas de los grandes pensadores educativos como Herbart por y para los practicantes como diarios (Depaepe, 2002, p. 364).

En España el núcleo más importante de las publicaciones lo conforman los boletines informativos de centros educativos, que en conjunto representan dos tercios del total de las publicaciones, las redactan los alumnos o las asociaciones de padres y, en algunos casos las asociaciones estudiantiles. Si bien, este tipo de publicaciones escolares era muy grande, no figuraba para efectos del levantamiento del censo de obras literarias, tanto la prensa colegial, como los periódicos escolares de ningún tipo, ni órganos de centros o asociaciones de padres de familia que aportaban el grueso de cualquier censo de prensa pedagógica en

sentido amplio quedaron al margen del censo de publicaciones, y solo se consideraron las derivadas de sectores profesionales del ramo educativo.

Por ejemplo, para llevar a cabo el primer censo, se consideró el sector de la formación profesional o las enseñanzas especiales que ofrecieron 44 títulos; las universitarias y los boletines de los activos Colegios de Doctores y Licenciados que aportó más de medio centenar de títulos, y finalmente el sector de publicaciones específicamente educativas emanadas de colectivos pedagógicos, organismos oficiales, y entidades diversas aportaron otros 67 títulos. Ya para los años setenta del siglo XX, se supone el establecimiento definitivo de la prensa pedagógica en la sociedad española con una amplia gama de publicaciones; la prensa educativa publicó un numeroso monográfico de 115 volúmenes en la revista mensual Cuadernos de Pedagogía en 1984; esta profunda transformación, tuvo sus inicios en la última etapa de la dictadura impuesta en España por el general Franco a partir de la guerra civil de 1936-1939 que duró hasta su muerte (Checa, 2002).

De acuerdo a la Sociedad Mexicana de la Historia de la Educación (2005), el estudio de la historia de la educación en México durante el siglo XIX aunque resulta atractivo es difícil, en principio por el obstáculo que representa encontrar fuentes de información, y por otra parte, porque en dicha época se constituye el sector educativo con las características modernas donde se establece la escuela pública, oficial, laica y gratuita.

Después de lograr la independencia de España, buscó perfilarse como una nación distinta y moderna. En el ámbito educativo entraron en acción multitud de factores para conformar lo que sería el sistema educativo mexicano... uno de esos factores fue la conformación de la práctica educativa del México decimonónico... México abrió sus puertas al mundo, buscando conformar una identidad y a la vez encontrar mejores caminos para obtener el progreso, así la educación se convirtió en la panacea... educar para la independencia, llegaron y se difundieron por todo el país una serie de ideas y nuevas corrientes pedagógicas principalmente de Europa... fue el libro, la revista y la prensa pedagógica que desempeñaron un papel muy

importante es esta tarea (Sociedad Mexicana de la Historia de la Educación, 2005, p.237).

En México es hasta la década de los años 20 del siglo XX que surge la revista educativa *El Maestro Rural* y fue a su través que se llevaron a cabo los primeros cursos por correspondencia, el Estado implementó la revista para el mejoramiento de los maestros misioneros por medio de la dirección de Misiones Culturales, fue una publicación muy completa e innovadora y la más importante en la década, funcionaba como intermediaria entre las clases populares rurales y la SEP; en ella, los maestros tenían acceso a las últimas noticias sobre la política educativa en el país, a la literatura contemporánea y a las técnicas pedagógicas del momento; también difundió el teatro y la música popular mediante la publicación de corridos y partituras de dominio público. La revista El Maestro Rural se dividía en tres secciones: 1) Información oficial; 2) Participación de los lectores, en su mayoría profesores(as) que publicaban sus informes escolares, artículos, cartas con preguntas y sugerencias, etcétera; y 3) Cursos por correspondencia (Ruiz, 2013, citado en Ibarra y Náfate, 2017).

2.4. Educación especial: Un nuevo enfoque de atención a las discapacidades

Respecto a la educación de los niños con discapacidad, es durante el periodo de finales del siglo XIX hasta la primera mitad del siglo XX cuando se apreció un cambio importante en la concepción teórica y práctica de la atención a las discapacidades, esta etapa marcará una diferencia importante, se dará la transición de la concepción del discapacitado como paciente al discapacitado como estudiante, al pasar del enfoque médico asistencialista al enfoque educativo y del desarrollo humano, se pasa del centro de rehabilitación al centro educativo, de la disminución del personal de salud por personal docente, es la etapa de la Educación Especial o de centros específicos de educación especial. Ahora los centros no tienen un objetivo meramente asistencial sino educativo.

El niño o la niña deficiente pueden ser educados y pueden aprender. Estos centros van especializándose en función de los tipos de discapacidades que atienden (ciegos, sordos,

deficientes mentales, etc.), es así como proliferaron los centros específicos con características diferentes, según el tipo de discapacidad. Empezaba así la educación segregada (Sánchez, 2009).

En este mismo periodo, en México, el modelo médico asistencialista de la discapacidad tenía un enfoque rehabilitatorio integral, se establecieron hospitales con nuevas tendencias en la atención a la enfermedad y contaban con especialistas formados en distintas partes del mundo, el tratamiento integral incluía la prevención de enfermedades y el manejo particular de sus secuelas. Los hospitales Juárez, General de México, Hospital Militar y el Hospital Colonia de los Ferrocarriles iniciaron actividades de fisioterapia.

En el ámbito de la discapacidad visual, la experiencia ha sido amplia y fructífera, desde la creación de la Escuela Nacional de Ciegos "*Ignacio Trigueros*" y el Instituto para la Rehabilitación del Niño Ciego y Débil Visual, se ha venido orientando a la sociedad en la aceptación de las personas afectadas de la vista. Es gracias al esfuerzo que han realizado estas instituciones que niños, jóvenes y adultos tengan acceso no solo a la educación, sino a la educación profesional y técnica (Rivero y Tanimoto, 2005, p.155).

La función de la educación a través del uso del libro, libro del catecismo, la revista y la prensa pedagógica en este periodo fue fundamental para atender varios problemas: la construcción de identidad nacional, la búsqueda de progreso, y la alfabetización ciudadana para las masas, incluyendo a lugares remotos en todo el país donde era imposible contar con centros escolares. Aunque, también cabe destacar que durante gran parte del siglo XIX, la baja alfabetización limitó el crecimiento de los medios impresos y, en consecuencia, su potencial para la construcción nacional que se pretendía.

El México del siglo XIX estuvo marcado por repetidos conflictos violentos, y profundos cambios culturales. En este periodo los conceptos de “nación”, “ciudadano” así como la **educación cívica** tomaron mayor importancia en su materialización y difusión.

Según políticos e intelectuales de la época esa educación transformaría al pueblo mexicano en ciudadanos y a la República en un país moderno... el discurso de la élite Oaxaqueña que, durante la segunda mitad del siglo XIX, plantea la necesidad de una **educación cívica** para la “masa”, los antecedentes históricos del instrumento pedagógico que se utilizó para esa educación, es decir, el catecismo político y, otros... tres catecismos oaxaqueños publicados entre 1857 y 1890 (Traffano, 2007, p.1).

Otra utilidad que tenía la prensa mexicana de aquel tiempo, era la de servir como plataforma de demandas sociales al gobierno, durante las primeras décadas del siglo XIX, reiteradamente, la demanda social por una educación más completa para hombres y mujeres, se gestaba en plena lucha partidista y ante la inminente amenaza de la guerra de Reforma; es así, como desde la cúpula del poder surgió la primera propuesta oficial para crear una Escuela Secundaria de Niñas, cuyas novedosas características marcan un hito en la educación femenina de México (Alvarado, 2004).

2.5. Código Braille: sistema de lectura y escritura para ciegos

Durante el siglo XIX la vida de los ciegos era excesivamente limitada, la sociedad les negaba toda posibilidad de progresar, se veían obligados a vagabundear, pedir caridad pública, vivir en asilos y en el mejor de los casos realizar tareas sencillas; el acceso a la educación para aprender a leer y escribir era muy difícil. Fue gracias a Luis Braille que permitió ver a los ciegos con su invento del sistema de lectura y escritura que lleva su mismo nombre código Braille y que lo inmortalizó en el ámbito de las tecnologías creadas en apoyo a la discapacidad visual.

Respecto al avance en el desarrollo de tecnologías para discapacitados, en 1809 en Coupvray una ciudad cerca de París, Francia, nacía Luis Braille, inventor del sistema Braille que daría luz a los discapacitados ciegos. A los tres años de edad se encontraba jugando en el taller de su padre cuando se le incrustó un cuchillo en su ojo izquierdo que por los pocos avances de la medicina de la época hicieron que terminara por perderlo;

además, la falta de cuidado le provocó una infección severa que se le corrió al ojo sano y le produjo ceguera (Guzmán, 2002).

Dotado de gran inteligencia y de carácter fuerte pudo sobreponerse a la ceguera y llevar casi una vida normal, incluso aprendió música, y a los 10 años ingresó al Instituto Nacional para Jóvenes Ciegos de París donde aprendió un método de lectura para ciegos basado en letras realizadas sobre papel, pronto notó que el aprendizaje era muy lento y no permitía aprender a escribir, así que, decidió crear un sistema nuevo que permitiera leer y escribir fácilmente, después de varios fracasos, en 1824 conoció la escritura nocturna, inventada por Charles Barbier, un capitán del ejército francés que en 1819 había diseñado un sistema de escritura de 12 puntos realizados sobre papel, para que las tropas guerreras recibieran y leyeren mensajes ocultos en los campos de batalla, evitando así alertar al enemigo. Braille mejoró el invento y lo adaptó a su idea, redujo el sistema a 6 puntos, introdujo variantes y contracciones gramaticales para simplificar el aprendizaje y facilitar su utilización; incluso servía para aprender música (p.150).

En 1829 publicó un libro con las bases del sistema pero nadie se interesó y cayó en el olvido, años más tarde mejoró el sistema y en 1837 publicó la segunda versión del libro. Apoyado en su sistema Luis pasó el resto de su vida enseñando a leer y escribir a los ciegos del Instituto donde se graduó; muere en el completo abandono el 28 de marzo de 1852, un siglo después el gobierno francés hace un homenaje póstumo a Braille, trasladando sus restos al panteón dedicado a los Hombres Ilustres cuando un grupo numeroso de ciegos apareciera en la vida pública demostrando una sorprendente destreza para leer y escribir; que al ser interrogados, todos los invidentes afirmaron haber aprendido gracias a un librito escrito por un tal Luis Braille.

Este sistema Braille fue ampliamente difundido por todo el mundo con sus respectivas adaptaciones; aunque un siglo después de la muerte de su creador, dicho código seguía sufriendo un desorden y confusión en las adecuaciones a la escritura ideográfica de los distintos idiomas para crear nuevos sistemas internacionales, incluyendo los idiomas y dialectos de países como la India, China, Pakistán, 15 distintos idiomas que emplean la

escritura árabe, entre otros. La Unesco dedicó esfuerzos para la solución de los problemas ortográficos y otros campos donde persistía la desunión, en particular la notación de incrustaciones y los símbolos matemáticos y químicos en Braille en los cinco continentes a través del Consejo Mundial del Braille (UNESCO, 1960).

2.6. El correo postal y la imprenta: Surgimiento de la educación a distancia

Siendo la imprenta la pionera de los medios de comunicación masiva, permitió la innovación y modernización de la educación, ya que sirvió para resolver en problema social latente. De 1950 a 1960 el medio de comunicación primordial y predominante fue el papel impreso, de la necesidad de impartir enseñanza a alumnos en lugares aislados en los que no era posible construir un colegio, nacieron los cursos por correspondencia, tales cursos se ofrecían normalmente a nivel de primaria y secundaria, a menudo, son los padres quienes supervisan el progreso educativo del alumno (Palacios, 2008).

Con el desarrollo de los servicios postales y el invento de la imprenta, a finales del siglo XIX y principios del XX surge lo que García Aretio denomina la primera generación de educación a distancia: *enseñanza por correspondencia*, utilizando casi exclusivamente textos muy rudimentarios y poco adecuados para el estudiante que le permitiera estudiar de manera independiente del docente solo con el apoyo de guías de estudio, actividades de aprendizaje para complementar cada lección, cuadernos de trabajo, ejercicios y evaluaciones. La educación por correspondencia permitió ejercer en los alumnos su capacidad autodidacta de instrucción y autoformación (García, 2009).

En México, la educación por correspondencia era muy básica en cuanto a contenido se refiere y estaba limitada a una área de conocimientos en particular, se orientaba a satisfacer las necesidades de capacitación de la clase obrera, dirigida predominantemente a los pobres que era la población mayoritaria, este tipo de educación se apoyaba con medios impresos para hacerla flexible y económica, el costo de producción de los materiales impresos que se enviaban al alumno mediante correo postal, era el único costo en los que incurrián las

instituciones educativas, esto permitía reducir significativamente el costo de los programas que de por si era bastante modesto (Ibarra, 2010).

En esta época el principal objetivo de la educación era la atención a grupos sociales desprotegidos tales como: la enseñanza de los adultos, la escuela rural, las escuelas nocturnas, la educación extraescolar, la enseñanza mutua y la enseñanza ambulante. Era tan flexible que permitía combinar el estudio con el trabajo, flexibilidad en los horarios de estudio, y la posibilidad de autogestionar círculos de estudio en comunidades dispersas y lejanas de los centros urbanos con el apoyo de materiales impresos (Bosco y Barrón, 2008, p.9).

2.7. La formación de los discapacitados visuales

Para la formación de los alumnos ciegos de la época, se expandió la fundación de escuelas para ciegos, deficientes visuales y sordociegos por todo el mundo durante el siglo XIX, la educación era de tipo presencial basada en la experiencia, y orientada al desarrollo de habilidades para desempeñar oficios adecuados a su discapacidad, en general su sistema de lectura y escritura era el código Braile, y su apoyo didáctico era el libro impreso en relieve en el mismo sistema (Aquino, García, Izquierdo, 2012).

En 1832 en Estados Unidos, se crearon las primeras dos escuelas para ciegos: la Escuela Perkins para Ciegos (Perkins School for the Blind) de Boston, y la Institución para Ciegos (Institution for the Blind) de Nueva York. En Perkins, Samuel Gridley Howe fue su primer Director, su filosofía era que todos los niños deberían ser educados en sus comunidades de origen, en escuelas locales, mientras viven con sus familias. Sin embargo, el director de la Institución para ciegos, el Dr. Howe reconoce la necesidad de que existan escuelas localizadas estratégicamente por razones geográficas, no por razones filosóficas, que los alumnos requieren que sus maestros tengan habilidades especiales y estén altamente capacitados, y que eso a menudo no es posible que se de en las comunidades locales debido a la poca incidencia de la ceguera (Halten, 2003).

En esta época no existía un código de lectura táctil estándar para las personas ciegas; es hasta el año 1854 que se declara al código Braille como el sistema oficial de enseñanza para personas ciegas, a utilizar en todas las instituciones educativas de Francia y se imprime en París el primer libro en Braille (Candia, 2015). En 1856 se funda en Texas la Escuela para los Ciegos e Impedidos Visuales de Texas (TSBVI, Texas School for the Blind and Visually Impaired por sus siglas en inglés) (Halten, 2003).

Los oficios de los ciegos en la antigüedad eran músicos, organistas, la profesión de arpista se consideraba propia de ciegos, trabajaban también como alfareros, panaderos, cesteros, fabricantes de hojas de papiros, entre otros (Candia, 2015). Los métodos de aprendizaje incluían la memorización, repetición, y para aprender música se utilizaba la musicografía sistema ideado por Braille para escribir y leer notación musical (p. 12). Los ambientes de aprendizaje eran más adecuados a sus necesidades y capacidades disponibles para su educación. Por ejemplo en España, los contenidos a aprender para los sordomudos versaban sobre reglas de urbanidad, preceptos religiosos, deberes morales, y algunos conocimientos geográficos, enfocados preferentemente a los que se referían a su patria y país para hacerlos más significativos.

Como parte de la metodología de la enseñanza se introducía el aprendizaje experiencial sobre todo para aprender acerca de los fenómenos naturales siempre y cuando la ocasión lo permitiera. Se explicaban los fenómenos atmosféricos, sus orígenes, los productos de la naturaleza, las obras de arte como producto la actividad humana, así como, la habilidad requerida necesaria para elaborarlas, se les mostraba el uso y utilidad que tenían; la enseñanza de los tres reinos de la naturaleza, clasificación de los seres en clases, conocer la utilidad al hombre, las actividades que podían desarrollar; los actos intelectuales y morales; las cuatro primeras reglas de aritmética con casos concretos y otros conocimientos varios.

Por otra parte, las personas ciegas además de leer, también aprendían a escribir en los sistemas de relieve con aspectos convencionales de puntos, el denominado sistema Braille. En aritmética les instruían en fracciones ordinarias y decimales; de geografía se les enseñaba lo más importante de la parte astronómica, física y política, el mapa de España en

relieve, los reinos, provincias, capitales, ríos, cabos, entre otros; en geometría se enseñaban las figuras planas y sus elementos, los cuerpos sólidos y su descomposición; y sobre la religión poseían nociones elementales de la historia sagrada de España, gramática, etc. Las mujeres sordomudas y ciegas eran instruidas en la parte correspondiente a labores que se consideraban propias de su sexo, concretamente en la costura y en el adorno, para que a su salida del colegio pudieran proporcionarles medios de subsistencia (López, 1867; Freitas, 2016).

En 1900 en Chicago, comienza una clase para niños ciegos en una escuela primaria, este es el primer caso que se considera de inclusión educativa, al respetar el derecho a la educación de un sector de población altamente marginado por sus condiciones incapacitantes. Este éxito temprano en la "integración" es ampliamente publicitado y en los años subsecuentes otras ciudades empezaron sus propios programas educativos para alumnos ciegos. En esta época el sector educativo de Estados Unidos estaba monopolizado, y esta pequeña intrusión de las escuelas para ciegos no causó la disminución de solicitudes de ingreso a las escuelas normales, que siempre tenían más de las que podían admitir.

En 1903, la New Mexico School for the Visually Handicapped (Escuela para los Discapacitados Visuales de Nuevo México) estará por celebrar su primer centenario. Casi al mismo tiempo, la Maryland School for the Blind (Escuela para Ciegos de Maryland) tendrá su cumpleaños número 150. Durante los primeros 30 a 40 años del siglo XX, no hay muchos cambios respecto a la educación de los niños ciegos en los EUA. Para 1915, cerca de 15 ciudades tenían clases para alumnos ciegos. Esto prácticamente no impactó a las escuelas para ciegos. En la década de 1930, varias escuelas para ciegos empezaron a colocar a sus alumnos egresados en preparatorias locales. Hay dos razones para este cambio, en primer lugar, las preparatorias tenían la población y los recursos para ofrecer un currículum mucho más rico, con opciones múltiples de cursos para un desarrollo más integral.

Las escuelas para ciegos con su pequeña matrícula, no podían ofrecer las opciones de currículo amplio como las escuelas preparatorias locales; otra situación es que varias

escuelas para ciegos empezaron a darse cuenta que al finalizar la preparatoria, algunos de sus alumnos habían dominado las adaptaciones curriculares, los métodos y materiales se habían nivelado en la mayoría de las áreas académicas. Los alumnos ciegos tomaban clases con sus compañeros videntes y estudiaban el mismo currículum evidenciándose pocas desventajas entre ellos.

En la década de 1950-1960, se realizaron los cambios más profundos en la historia de la educación para ciegos. Hasta este momento, las escuelas para ciegos seleccionaban cuidadosamente a sus alumnos, y rara vez admitían a niños con múltiples discapacidades o con necesidades complejas de aprendizaje. Eran los "únicos en el pueblo" y tenían control absoluto de cómo funcionaban y a quién servían; entonces, de repente, la ceguera por fibroplasia retrolental (RLF por sus siglas en inglés) cambió todo dramáticamente y para siempre el sistema educativo en EUA.

Los programas de las escuelas tradicionales se volvieron la primera opción educativa para los alumnos ciegos que no tenían discapacidades adicionales. Las escuelas para los ciegos comenzaron a experimentar una reducción en la inscripción conforme la población a la que estaban acostumbrados a servir comenzó a asistir a sus escuelas locales. Cuando los alumnos disminuyeron en número, resultó evidente para muchas escuelas orientadas a ciegos que deberían cambiar sus políticas de admisión y servir a alumnos con discapacidades adicionales, este cambio es una cuestión de supervivencia, no necesariamente una opción.

El personal docente de las escuelas para ciegos tuvo que ajustarse a las condiciones de atención a la discapacidad múltiple o renunciar, y, en la mayoría de los casos, el 50% renunció. Otros, por ejemplo, la Western Pennsylvania School for the Blind tomó la decisión de convertir la escuela para ciegos en una institución que servía exclusivamente a los alumnos con impedimentos visuales y discapacidades adicionales. Otras escuelas para ciegos diversificaron su matrícula y empezaron a atender a alumnos con otras discapacidades como es el caso del New York Institute for Special Education. Y otras

escuelas se vuelven centros de servicios principalmente como la North Dakota School for the Blind. Todas éstas fueron transiciones extraordinarias y necesarias.

La mayoría de las escuelas para ciegos aceptaban a niños con múltiples discapacidades y continuaban atendiendo a los niños con alguna discapacidad visual. Durante varios años, estas escuelas lucharon para brindar en un mismo lugar un buen servicio a estas dos poblaciones muy diversas en cuanto a necesidades educativas se refiere. Estos cambios profundos ocurrieron rápidamente aunque frecuentemente ningún sistema de atención a la discapacidad está realmente preparado cuando ocurren los cambios, además de que en la transición no siempre están de acuerdo todas las partes involucradas, algunas veces las escuelas tradicionales abren sus puertas a alumnos con discapacidad visual sólo por obligación porque se resisten de manera pasiva a cambiar.

Con el tiempo, las escuelas hogar para niños ciegos fueron cambiando, cuestionando de manera seria la capacidad de las escuelas tradicionales para atender las necesidades de los niños ciegos, afortunadamente, tales diferencias tienden a hacer de la transición una experiencia tranquila y positiva para los niños y los padres. Al final de la década de 1970, sus esfuerzos rinden buenos resultados duplicando la matrícula de los alumnos de alumnos ciegos; muchas de las escuelas para ciegos se volvieron excelentes en brindar una educación de calidad, útil y apropiada para los niños con múltiples discapacidades.

En 1980 las escuelas para ciegos empezaron a hacerse cargo de manera asertiva de su propio destino, en lugar de ver su papel exclusivamente como complemento de los programas ofrecidos en las escuelas tradicionales y de servir únicamente a aquellos niños cuyas escuelas locales no querían atender, las instituciones de residencia empezaron a forjarse una nueva imagen por sí mismas; esta nueva imagen consiste en que a veces los alumnos necesitan pasar un tiempo en las escuelas hogar para niños ciegos después de estar en una escuela tradicional, este proceso de intercambio da como resultado que los alumnos vayan y vengan de las escuelas locales a las escuelas para ciegos y viceversa; de hecho les ayuda más en algunas áreas de instrucción tales como matemáticas y ciencia.

Por ejemplo, las escuelas para ciegos pueden proporcionar un mejor programa educativo que las escuelas locales tradicionales, además de que es saludable para los niños ciegos conocer y jugar con otros niños ciegos, sin que esto implique la pérdida de vínculos familiares durante el tiempo que se pasa en una escuela residencial para niños ciegos, de hecho, esto hace que sea más fácil para un joven adulto integrarse en su comunidad de origen.

Estas experiencias permitieron comprender que no hay jerarquía de preferencia entre los dos sistemas educativos, ambos tienen cualidades sólidas de las cuales se pueden beneficiar los alumnos. La ubicación de estos niños no debe basarse en principios filosóficos, sino en las necesidades individuales de esta población. Tanto el personal docente y directivos de la escuela para ciegos y el de las escuelas locales tradicionales, pueden sentarse con los padres de familia para discutir las necesidades individuales de un niño sin tener algún prejuicio en contra de un sistema u otro.

Los objetivos de aprendizaje del sistema educativo era preparar a los alumnos para las enseñanzas superiores e industriales. La instrucción estaba estructurada en tres ciclos: elemental, de ampliación o superior e industrial. El primero estaba destinado a la enseñanza elemental, común a todos y con una duración de cuatro años. La enseñanza de ampliación, que también duraba cuatro años, comprendía los conocimientos de instrucción primaria superior, que estaba al alcance de los sordomudos y ciegos que presentaban aptitudes para recibirla, y que, al mismo tiempo, por su posición social no precisaban dedicarse a profesiones industriales (López, 1863, artículo 4º; Freitas, 2016).

Se entendía por enseñanza industrial aquella que podían recibir los alumnos en los talleres de artes u oficios y que se les proporcionaba dentro o fuera del Establecimiento (López, 1863, artículo 5º). En 1870, se impartían las siguientes asignaturas: aritmética, religión, historia sagrada, geografía, dibujo y geometría, estas dos últimas necesarias para la industrial.

Las primeras instituciones de educación para sordomudos y ciegos del siglo XIX, a la mitad del siglo se establecieron en toda Europa instituciones centradas en la enseñanza de los alumnos que no podrían beneficiarse de la educación ordinaria, debido sus necesidades especiales (Rodríguez, 2014). El gobierno de Santiago de Compostela España, declaró que todas las clases de la sociedad, independiente de sus discapacidades, deberían recibir la primera enseñanza. Entrando así en vigor la Ley de Instrucción pública de 9 de septiembre de 1857 (Fernández, 1862).

Así se constituyeron en España instituciones específicas para la enseñanza de los alumnos con necesidades especiales (Negrín, 2011; Puelles, 1992, pp. 63-83). Estas nuevas escuelas se insertaron en un contexto histórico-social marcado por una conciencia general de ignorancia y repulsa hacia lo que se tenía como “diferente”. Las mismas cargaron consigo el ideal de inclusión de los discapacitados en una sociedad retrasada, reto éste retentor (Rodríguez, 2014, pp. 253-254). Debido a que los niños poseían diferentes discapacidades, se implementaron distintas formas de enseñanza adaptada a sus dos tipos: una para los sordomudos y otra para los ciegos.

En México se crea la Escuela Nacional para Ciegos en 1870, fue la primera en América Latina y se abrió durante el gobierno del presidente Benito Juárez, aquí se formaban como profesor especial de Cantos escolares.

2.8. La Telegrafía: comunicación de textos a distancia

El invento del telégrafo en 1837 representa el origen de las comunicaciones modernas, fue el primero de los inventos del siglo XIX que también significó una gran progreso en la vida del ser humano; este aparato transmite mensajes codificados a larga distancia mediante impulsos eléctricos que circulan a través de un cable conductor, funciona a base de electricidad, se crean impulsos eléctricos capaces de transmitir el pensamiento humano a la velocidad de la luz, este invento revolucionó la mensajería haciéndola más rápida, aunque la idea era mucho más antigua Samuel Morse perfeccionó la técnica de transmisión y creo

el alfabeto que lleva su nombre (código Morse), el telégrafo moderno empezó a usarse a partir de 1837.

Aunque el telégrafo aparecía como instrumento estratégico de guerra tuvo mucho tiempo uso común entre la población para enviar y recibir mensajes. Sin embargo, el uso militar era socorrido en todo el mundo, por ejemplo en Argentina se aprobaron fondos en 1875 para la instalación de varios cientos de kilómetros de líneas telegráficas para un proyecto militar Rieznik (2014).

En México el telégrafo llega en 1847 y en 1851 se crea la primera línea, fue de alto impacto social, económico y político, se usó durante la revolución mexicana y Francisco Villa lo utilizó como una ventaja para ganar la revolución, también sirvió para apoyar la primera guerra mundial en 1917 cuando después de haber perdido la mitad de su territorio con Estados Unidos, Alemania intenta negociar con México para Atacar a Estados Unidos aprovechando el resentimiento que existía por la pérdida del territorio, esto se da con el telegrama de Arthur Zimmerman con la finalidad de distraer a Estados Unidos para que no se involucrara en la guerra en Europa, aunque no resultó porque los países aliados interceptaron el mensaje.

En el ámbito educativo no existe mucha documentación respecto al empleo del telégrafo en la educación como apoyo o medio didáctico, pero cabe resaltar, que como todos los avances tecnológicos el invento del telégrafo, permitió la modificación del currículum de los sistemas educativos en todos los países del mundo y el nacimiento de nuevas carreras; se puede constatar que en la época existían programas de estudio relacionadas con el aprendizaje de la telegrafía; por ejemplo, en México Luz Bonequi quien nació en Oaxaca el 18 de abril de 1857 se convirtió en la primera mujer telegrafista y profesora de telegrafía teórica en la Escuela Nacional Preparatoria ubicada en la Ciudad de México (Alvarado, 2004).

En España la Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid había incluido estos temas en su plan de estudios, en la clase relativa a caminos de hierro

existía una sección dedicada a telegrafía con el siguiente programa: "Telegrafía. Su historia. Descripción de los diferentes sistemas empleados en la telegrafía antes de la aplicación de la electricidad. Teoría de la telegrafía eléctrica. Aparatos. Aplicación. Establecimiento de líneas telegráficas. Su disposición. Reglamentos y tarifas" (Celestino, 1854 citado por Capel y Tatjer, 1997). En 1895 el Gobierno Coreano creó distintas escuelas con carreras técnicas de corta duración para satisfacer la necesidad inmediata de conocimientos técnicos del gobierno: la Escuela comercial y Técnica, la Escuela de Electricidad y Telegrafía, la Escuela Postal y el Colegio Militar (Seth, 2007).

El desarrollo del telégrafo también creó la necesidad de formar profesionales y técnicos electricistas, lo que motivó la creación de escuelas técnicas y de nivel superior para formar a ingenieros y técnicos electricistas que atenderían los distintos problemas técnicos que se presentaban en el tendido de los cables, el mejoramiento de los equipos telegráficos, en el desarrollo de la teoría de transmisión de señales, entre otras actividades propias de la telegrafía y las ciencias relacionadas con el invento; y que, durante varias décadas fueron materia de investigación científica en las universidades (Braun, 2010).

Posteriormente a principios del siglo XX surge la radiotelegrafía inventada por Devitt Edwin Hughes, su aportación fue el telégrafo impresor que mejoró sustancialmente la transmisión de mensajes reduciéndola a menos de 2 horas, ya no procesaba las señales como un código cifradas en código Morse sino como caracteres de escritura habitual justo en el desarrollo de la era industrial que demandaba la transmisión comprensible para la prensa fue muy bueno porque los mensajes tardaban días en llegar con el invento recorrían el mundo en cuestión de horas. La telegrafía acortó las distancias, pronto los telegramas se usaron con fines privados. El Teleimpresor fue usado durante décadas para el intercambio de mensajes en el mundo empresarial.

2.9. El Cinematógrafo: uso de filmes con propósito didáctico

Para finales del siglo XIX surgieron otras innovaciones que tuvieron gran impacto en la sociedad; en el ámbito del sonido se logró transformar las ondas sonoras en corrientes

eléctricas para su amplificación dando origen al micrófono, por otro lado, se consiguió la grabación del sonido, marcando con ello, el nacimiento del fonógrafo o gramófono que es un aparato que reproduce las vibraciones de la voz humana o de cualquier otro sonido, grabadas previamente en un disco giratorio; igualmente se experimentó un rápido progreso en la fotografía, el uso de películas de celuloide inventado por Kodak Company en 1892, todos estos avances permitieron la invención del cinematógrafo en 1895, y de la mano de los hermanos Lumiere se consiguió la reproducción de imágenes en movimiento (Blanco y González).

De acuerdo con Rosario Freixas desde esta fecha la pedagogía y los desarrollos tecnológicos han formado el binomio tecnología educativa que implica el uso sistemático de la tecnología en los procesos educativos, esta relación se inicia con el cinematógrafo, en 1899 la Escuela Nacional Preparatoria introdujo el uso de filmes con propósitos didácticos y en 1922, a través de la Dirección de Educación Primaria, se realizaron los trabajos del primer circuito cinematográfico con fines educativos en las escuelas nocturnas (Freixas citado por Zubieta y Rama, 2015). En este mismo año, Edison dijo que el cinematógrafo estaba destinado a revolucionar el sistema educativo y a sustituir en poco tiempo a los libros de texto (Calvo, 2006). Salinas hace una mención especial sobre la aplicación del cinematógrafo como medio educativo y de esparcimiento (Salinas, 1920).

En el trabajo de Sluys (1995) menciona que el cinematógrafo es considerado en el discurso pedagógico en el momento en que se reconoce su potencial para ver y aprender de sus proyecciones luminosas, y a partir de esa capacidad se inscribe en la lista de dispositivos que ofrecen información al sentido de la vista y del oído; "gracias a la cinematografía, nos es fácil contemplar, sin fatiga ni peligro, la naturaleza salvaje en su grandiosa belleza" (citado en Serra, p.114). Para Sluys el cinematógrafo se presenta como parte de la evolución del material didáctico, que viene a reemplazar la supremacía del libro y de la lectura en el aprendizaje escolar.

De acuerdo con Ossandón y Santa Cruz (2005) las bondades del cine además de la recreación sana, permitió democratizar la cultura y tenía un uso educativo, socializador y

civilizador. En una revista chilena de nombre Chile Cinematográfico el autor considera que "... por una pequeña suma y cómodamente ubicado, el cinematógrafo nos hace ver los sitios más desconocidos del mundo... como medio educativo para las escuelas sin duda alguna es un elemento poderoso... pues está probado hasta la evidencia que los niños retienen mucho más aquello que ven, que lo que oyen" (Ossandón y Santa Cruz, 2005).

Para Pla Vall (2007, citado en Serra, 2011) consideraba que la idea de Tomás Alva Edison de introducir de lleno el cine en las formas de educación masiva en la escuela, aun cuando cuestionaba sus principios estructurales, y que dicha intención fue compartida por algunos pedagogos, incluso por autoridades de ministerios de educación de la época, resultaba ser inviable por el costo que implicaba el equipamiento y la producción de los materiales cinematográficos.

Para 1921 en México estaba José Vasconcelos al frente de la Secretaría de Educación Pública, su plan de enseñanza era esencialmente popular, *para las multitudes*. Vasconcelos dio importancia específica al cine para apoyar la gesta educativa, para ello, se propone la creación de la Sociedad Cine Educadora Mexicana (SEP, 2013, UNED, 1998).

Aunque las características del cinematógrafo representaban una innovación importante en la forma de conocer el mundo y aprender, a través de las producciones cinematográficas utilizando los sentidos de la vista y el oído, solo podían ser explotadas y aprovechadas por las personas videntes, ya que los alumnos con ceguera o debilidad visual necesitaban materiales cinematográficos más elaborados respecto de la realidad que captaban y proyectaban, éstos tendrían que ser más descriptivos en el audio que acompaña a las imágenes que se proyecta, ya sea en forma de mensajes orales, diálogos o sonidos para ser captados por el sentido del oído del discapacitado visual, y estar en posibilidad de comprender los contenidos temáticos que aborda la producción, no a partir de la visualización y contemplación sino de una recreación mental de la realidad que proyecta el cinematógrafo con la finalidad de conocer y comprender el mundo que le rodea a través del relato cinematográfico que el autor plasmó en su creación.

2.10. La educación especial del siglo XIX y XX en Europa

De acuerdo con Ashman et all (1990) la primera escuela europea para niños discapacitados específicamente de tipo intelectual, se estableció como una clase especial dentro de una escuela de Halle ubicada al sudeste de Bruselas en 1859 (citado en Herraiz, 1995). Durante el primer tercio del siglo XX, la prensa de España publicaba constantemente artículos sobre temas relacionados con la deficiencia de las personas desde una óptica psiquiátrico-higiénico-penal, más que desde la perspectiva educativa; ya que la problemática derivada de estas acciones era la delincuencia infantil que había en la época provocada por deficientes mentales, así como, el problema social que representaban las personas con ceguera, ya que existía un abandono total en la prevención de la ceguera, se desconocía el número de ciegos en el país, y no había instancias públicas gubernamentales que tuvieran ningún tipo de control de esta población.

Para prevenir la locura la Liga Española de Higiene Mental solicita la colaboración de las personalidades del campo pedagógico, eclesiástico, médico, poderes públicos, protección, magistratura, entre otros para hacerle frente (Herraiz, 1995). Los pedagogos de esta época tenían una formación aproximada a los estudios de Educación Especial actual que consistía en: "Pedagogía y Psicología Experimental, Psicotecnia, Inspección médico-escolar, Higiene escolar, Ciencias médico-pedagógicas, Pedagogía rítmica, Método Decroly, Método Montessori. Instituciones circum y postescolares, orfelinatos, orfanatos, sanatorios, orientación profesional, colonias" (Herraiz, 1995).

La construcción de la Educación Especial Europea tiene varios aspectos esenciales: a) El nacimiento de la Educación Especial va unido a la aparición de la Pedagogía científica; b) Los planteles educativos para los anormales forman parte de un amplio proyecto de ingeniería social. En Francia y Bélgica se estudiaba la Pedagogía de Anormales que incluía a los ciegos, sordomudos, débiles mentales y delincuentes, etc., quienes enseñaban esta pedagogía eran los profesores: Binet, Simón, Pieron, Rousselot, Toulousse, Marichelli, André Castex, Brunot, Ribot, Decroly, Demoer, Herlin, Boom, Hamaïde, Joteyco, Heger, entre otros. La línea de Binet estaba dirigida al diagnóstico y evaluación de los anormales,

y la de Ovide Decroly (1871-1932) a los métodos de la educación de los anormales (metodología de los centros de interés). La evidencia que muestra Herraiz sobre este tipo de pedagogos que atendían la educación de discapacitados en varios países de Europa como: Francia, Italia, Inglaterra, Suiza, Alemania, Austria, Dinamarca, y Holanda; y en América del norte sólo Estados Unidos, además participaban en congresos sobre Pedagogía de Anormales (Herraiz, 1995).

Decroly contribuyó enormemente al movimiento de las "escuelas nuevas" que han influido en la pedagogía del siglo XXI tanto en Europa como en América Latina, y particularmente en Costa Rica desde principios del siglo XX. En 1901 fundó su propia escuela de enseñanza especial en colaboración con su esposa y en su propia casa, denominada "Escuela para la vida y por la vida" (Soto y Bernardini, 1994).

2.11. La radio como medio de enseñanza

La tecnología aplicada a la educación ha ido cambiando conforme se desarrollan nuevos inventos, por ejemplo, el descubrimiento de las ondas electromagnéticas permitieron sentar las bases para el desarrollo de la radiodifusión, su descubridor, el físico alemán Heinrich Hertz obtuvo resultados prácticos sobre la teoría de Maxwell al estudiar cómo crear y radiar a distancia las ondas electromagnéticas con un oscilador y un resonador que revelaba la presencia de ondas a corta distancia del aparato que las producía, y captarlas con un aparato adecuado, logrando así, la primera transmisión de ondas electromagnéticas sin hilos, denominadas en su honor ondas hertzianas.

La posibilidad de crear ondas electromagnéticas y su propagación por el espacio a la velocidad de la luz a 300 mil kilómetros por segundo permitirían una comunicación en tiempo real. En 1890, el francés Eduardo Branly construyó un primitivo cohesor que permitía detectar y comprobar la presencia de ondas electromagnéticas radiadas, este aparato captaba las ondas herzianas a distancias mucho más considerables que su antecesor, el resonador de Heinrich Hertz.

Años más tarde Alexander Popov (1859-1905) descubrió el mejor sistema para enviar y captar las ondas electromagnéticas: una antena constituida por un hilo metálico, perfeccionó el aparato, añadió al sistema receptor un hilo metálico extendido en sentido vertical que al elevarlo a la atmósfera podía captar mejor las oscilaciones eléctricas.

De este modo, con el oscilador de Hertz, el detector de Branly y la antena de Popov fueron los tres elementos indispensables para establecer un sistema de radio comunicación, solo faltaba crear un sistema seguro para desarrollar aplicaciones comerciales, fue Marconi que en 1895 realizó los experimentos definitivos que le dieron el título de inventor de la radiocomunicación; poco a poco fue mejorando los elementos del sistema y logrando aumentar el alcance de sus transmisiones sin hilos, y en 1896 solicitó y obtuvo la primera patente de un sistema de telegrafía inalámbrica (De Garay Fernando, 1995 citado en Pacheco, 2008).

El perfeccionamiento del invento se dio posteriormente con otros investigadores como el inglés O. J. Lodge que en 1897 inventó el sistema de sintonía para recibir distintas emisiones utilizando el mismo receptor, en 1904, el inglés J. A. Fleming aportó el primer tipo de válvula de vacío y el diodo, posteriormente el americano Lee De Forest inventó la lámpara triodo, llamada también "audion" que es un amplificador de señales eléctricas, y fue con él que se dieron inicio las primeras emisiones de radio de música y voz.

En Estados Unidos fue el país pionero donde se dio el surgimiento de la radio de manera importante, en 1919 se crea la primera gran empresa radiofónica, la Radio Corporation of America (RCA), en 1926 nace la National Broadcasting Company (NBC), y en 1927 surge la Columbia Broadcasting System (CBS). Era tal el furor del uso del nuevo invento que el número de receptores aumentó acentuadamente, pasando de cincuenta mil en 1922 a 4 millones en 1925. En Europa son implantadas varias estaciones entre ellas la Radiotelevisión Italiana (RAI) en 1924, igual que se introdujo a España, la inglesa British Broadcasting Corporation (BBC) en 1927, y la Radio Francia Internacional (RFI) en 1931; Bélgica en 1923. Antes de finalizar la década 1920-1930 Alemania, Austria, Holanda y

Portugal ya contaban con emisoras de radio; asimismo, en 1922 entró en funcionamiento la primera emisora de Moscú (Cesar, 2005).

En México, la radio tiene en 1924 se fundó la estación de radio CZE, emisora oficial de la SEP que desarrolló su programación específicamente para impartir educación y cultura entre las clases sociales que no asistían a las escuelas, también servía para reafirmar las enseñanzas de los docentes, la programación estaba diferenciada en tres tipos de emisiones: escolar, extraescolar y supletorio-escolar, los dos primeros constituyan la radio educativa y la última constituía la "radio cultural", que ocupaba la mayor parte de la programación (Memoria, 1932, vol. I: 536, citado por Roldán, 2009).

La estación cambió su nombre a XFX en 1928 sin perder su orientación educativa-instructiva, su programación incluía conferencias, programas de consejos para las amas de casa sobre alimentación, salud e higiene, noticieros y un boletín meteorológico; transmitían conciertos de música clásica y dramatizaciones en vivo, sobre todo de corte histórico (Roldan, 2009). A partir de 1935 la estación se utilizó como medio de propaganda estatal en apoyo de la política cardenista de reforma agraria y para difundir y defender los principios de la educación socialista; y en 1937 perdió su carácter educativo (Mejía, 2007, citado por Domínguez, 2012).

En 1932 en México, se pone en marcha un experimento para perfeccionar los métodos de enseñanza utilizando la radio y las experiencias que habían obtenido en otros países con la aplicación de esta tecnología a los procesos educativos. La revista educativa *El Maestro Rural* anunciaba el lanzamiento de una costosa campaña de educación por radio en el medio rural, la SEP había comprado setenta y cinco aparatos receptores de radio para ser distribuidos en la misma cantidad de escuelas rurales, con la finalidad de convertirlas en un "laboratorio destinado a crear, experimentar y perfeccionar los procedimientos y métodos de enseñanza"; el Jefe del Departamento de Enseñanza Rural debería especializar y desarrollar sobre la marcha a un grupo de maestros en educación utilizando la radio, procurando proporcionarles toda la información de experiencias extranjeras que pudiera

reunir para aprovechar los resultados obtenidos en diversos países (Roldán, 2009 citado en Ibarra y Náfate, 2017).

En la década de los años 30 del siglo XX las instituciones mexicanas combinan el uso y apoyo de la radio con el correo postal nacional con la finalidad de conformar una estrategia de enseñanza a distancia para la formación de docentes del medio rural. En 1936, se funda el Instituto de Preparación del Profesorado de Enseñanza Secundaria con el propósito de formar educadores comprometidos con las causas populares y la promoción del desarrollo rural de México; dicho Instituto, dio paso a la fundación del Instituto Federal de Capacitación del Magisterio (IFCM) en 1944, que brindaba la oportunidad de titularse a aquellos profesores que ejercían sin título, y para capacitar a los maestros de educación primaria, la cual consistía en el desarrollo de cursos intensivos a distancia, además del uso de materiales bibliográficos impresos que se les enviaban a los participantes por correo y que favorecía el autoestudio, y como método de enseñanza-aprendizaje se combinaban la consultoría individual con clases presenciales y el apoyo de la radio (Zubieta y Rama, 2015).

En 1945 William Levenson director de la radio pública de Cleveland declaró que llegará el momento en que una radio portátil será muy común encontrarla en las aulas tanto como una pizarra (Domingo, 2013). La idea de incorporar la radio portátil en el aula, no ocurre hasta avanzado el siglo XX, en la década de los años 90 cuando se alcanza el mayor auge en el uso de la radio y grabadoras de casete.

Respecto a la aplicación de la radio en los ambientes escolares de educación especial y en particular aplicada con personas con discapacidad visual, el alumno conoce y utiliza fuentes de información formales como el radio para lograr una preparación para la vida empleando materiales, útiles, herramientas, y tecnologías disponibles en el aula. El alumno comienza por manipular el aparato de radio, lo conecta, desconecta, (prende y apaga), sintoniza una frecuencia utilizando los mandos de la radio; utiliza la radio de manera cotidiana, identifica información sobre ocio, cultura, música, o empleo y se entretiene oyendo los programas radiofónicos (Peydró, Agustí, Company, 1997).

Durante las décadas de los años 80 y 90 del siglo XX las aulas escolares y universitarias se llenaron de dispositivos de reproducción audiovisual, hasta el punto de que hoy sería difícil encontrar un aula sin su correspondiente proyector de video. De manera paralela se desarrolló una industria de producción de material educativo audiovisual que abarca desde la enseñanza preescolar hasta la universidad, a tal grado que en la actualidad es común que cada universidad produzca y comercialice sus propios materiales (Domingo, 2013)

La Secretaría de Educación Pública (SEP) se crea en 1921, durante el gobierno de Álvaro Obregón, cuya política educativa era cumplir el compromiso del Estado de llevar la enseñanza a todos los rincones de la nación. Su plan de enseñanza era esencialmente popular, para las de multitudes. Vasconcelos quien estaba al frente de la institución, dio importancia específica al cine y a la radio para apoyar la gestación educativa, para ello, se propone la creación de la Sociedad Cine Educadora Mexicana (SEP, 2015, ILCE, 2018).

2.12. Tiflotecnología, tecnología para discapacitados visuales

El término “Tiflo” tiene su origen en la mitología griega que significa “ciego”, Tiflos era una isla a la que se desterraban a los ciegos.

De acuerdo a Collado y Giménez la Tiflotecnología

Es el conjunto de técnicas, conocimientos y recursos encaminados a procurar a los ciegos y deficientes visuales los medios oportunos para la correcta utilización de la tecnología con el fin de favorecer su autonomía personal y plena integración social, laboral y educativa”. Un material Tiflotécnico “es todo material específico para ciegos y deficientes visuales, desde los materiales más sencillos y de fácil manejo (bajo nivel de especialización), hasta los materiales que por su especial complejidad requieren de un entrenamiento previo para su correcto manejo (alto nivel de especialización) (Collado y Giménez, 2017, p.4).

La Tiflotecnología surge en España a principios del siglo XX con el invento de la primera máquina de Braille (Pitch), en 1962 surge el primer libro hablado, en 1978 se crea el primer óptacon. La Braille Writer Erika Pitch 500, es una máquina utilizada para escribir en sistema Braille utilizada por personas ciegas.

El Óptacon (Optical Táctil Converter) es un dispositivo electrónico pionero en los equipos tiflotécnicos, fabricado por la empresa Telesensory Systems, es un sistema de lectura compacto y portátil que permite a ciegos y sordociegos el acceso directo al mundo de la letra impresa sin necesidad de lectores intermediarios. Su funcionamiento es muy sencillo, el invidente va pasando la cámara por el texto del documento que le interesa leer a la velocidad que desee; cada letra va apareciendo en relieve en la placa táctil, el invidente percibe el contorno de los signos captados por la cámara, en su forma y dibujo original a través de la yema del dedo, dependiendo de su capacidad de aprendizaje, la lectura puede ser más o menos rápida (Martínez, 2012).

Esta tecnología cada vez está más en desuso, debido a la dificultad en la lectura y al surgimiento de nuevos dispositivos lectores.

Ventajas: Al ser portátil y compacto es fácil de usarse y transportarse, el usuario puede utilizarlo para leer libros, periódicos, cartas, recibos, entre muchas otras aplicaciones.

Desventajas: La lectura es muy lenta (80 palabras por minuto después de un buen entrenamiento y experiencia en su utilización).

2.13. Breve historia de los Sistemas de Escritura Táctil para lectores con ceguera y deficiencia Visual

Este apartado se describe e ilustran los diversos sistemas de escritura táctil usados con personas ciegas, deficientes visuales y sordociegos. Los códigos táctiles incluidos son el New York Point, el Boston Line Type, el American Modified Braille, el Moon Type, el Fishburne y el Braille estándar. También se discuten medios alternativos como el Tack-tiles y los símbolos táctiles.

En el preámbulo de la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI: Un nuevo compromiso, llevada a cabo en Budapest (Hungría) en 1999, bajo los auspicios de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y el Consejo Internacional para la Ciencia (ICSU), considera que la ciencia debe estar al servicio del conocimiento y el conocimiento al servicio del progreso:

La función inherente al quehacer científico consiste en estudiar de manera sistemática y profunda la naturaleza y la sociedad para obtener nuevos conocimientos. Estos nuevos conocimientos, fuente de enriquecimiento educativo, cultural e intelectual, generan avances tecnológicos y beneficios económicos. La promoción de la investigación básica y orientada hacia los problemas es esencial para alcanzar un desarrollo y un progreso endógenos (UNESCO, 1999, cláusula 29).

Además, la Conferencia menciona que el saber científico ha dado lugar a extraordinarias innovaciones que se han traducido en múltiples beneficios para la humanidad; gracias al progreso tecnológico la humanidad puede liberarse de los trabajos duros; que las tecnologías basadas en nuevos métodos de comunicación, tratamiento de la información e informática han suscitado oportunidades, tareas y problemas sin precedentes para el quehacer científico y para la sociedad en general, asimismo, que la ciencia debe estar al servicio del desarrollo, mediante programas apropiados de educación e investigación, las autoridades y el sector privado deben brindar mayor apoyo en la construcción de la capacidad científica y tecnológica adecuada y distribuirla de manera equitativa, todo esto es fundamental para el desarrollo económico, social, cultural y un ambiental racional.

La ciencia y la tecnología también deben orientarse hacia el mejoramiento de las condiciones de vida de toda la sociedad, creando oportunidades de empleo, aumentando la competitividad y la justicia social, es decir, anteponer la necesidad de lograr un reparto equitativo de los bienes sociales, sobre todo, respetando los derechos humanos y creando oportunidades de desarrollo para proteger a las clases y grupos sociales menos favorecidos.

También, es necesario ampliar la utilización de las TIC, en especial mediante la creación de redes, a fin de fomentar la libre circulación de los conocimientos (UNESCO, 1999).

Podemos apreciar que a 150 años de haber introducido el telégrafo, México se encuentra a la vanguardia tecnológica en telecomunicaciones a escala mundial, cuenta con satélites propios, redes de fibra óptica, telefonía rural y celular, sistemas de radio comunicación cobertura nacional de radio y televisión, internet aunque es un servicio todavía exclusivo de las grandes ciudades, 13% lo puede acceder, estas tecnologías permiten una diversidad de opciones y posibilidades en la educación.

La TV es quizás uno de los elementos de cambio social que ha tenido mayor impacto a nivel educativo con el sistema de telesecundarias vigente en el sistema educativo nacional, casi de la misma envergadura de las redes telemáticas y con la Red Internet impulsando el sistema de educación a distancia en todo el país desde la década de los 70's. La educación es un derecho universal de todo ser humano, la sociedad debe esforzarse al máximo para favorecer el progreso de la ciencia, y poner la educación al alcance de todos los ciudadanos, discapacitado o no, abordar desde un enfoque la integración de las TIC en los ambientes de aprendizaje, puede analizarse como medio de comunicación, como herramienta de aprendizaje o como soporte, desarrollando materiales educativos de calidad, y seleccionando adecuadamente los medios de comunicación e información que más aporten al desarrollo humano.

Capítulo 3. El contexto mundial y regional de la educación especial

El objetivo de este capítulo es revisar las características del contexto donde se inserta el objeto de estudio, por lo tanto, se presenta la descripción del fenómeno *in situ*, es decir, en este tiempo y espacio considerando su abordaje a escala global, en el contexto internacional, regional latinoamericano, nacional, estatal e institucional, con la finalidad de obtener los componentes de análisis para determinar las relaciones entre los múltiples factores (económico, político, social, cultural, etc.), con la finalidad de describir las condiciones actuales donde encaja problema de investigación, que permita construir la estructura de componentes para darle forma al cuerpo de conocimientos que lo caracterizan para profundizar en su estudio.

Con la finalidad de comprender al fenómeno en su esencia, se indagó acerca del conocimiento generado en investigaciones previas a este trabajo a través del método hermenéutico y heurístico, es decir se parte de la búsqueda o investigación de documentos o fuentes históricas, y de la interpretación de los textos que hacen referencia o tienen cierta relación con el objeto de estudio en un tiempo y espacio específico, con la finalidad de comprender las razones, los factores y condiciones de por qué se manifiesta de una u otra forma el fenómeno.

Para poder situar el fenómeno de la educación especial en espacio y tiempo presente, se comenzará por describir el estado actual de la sociedad del mundo en que vivimos. Tanto a nivel macro como microsocial, se puede identificar los efectos que tienen varios fenómenos sociales presentes en la actualidad, y que, desde la última década del siglo XX, son las principales orientaciones ideológicas que dominan a nivel mundial y que influyen en la forma de concebir la educación, particularmente la educación especial y su pedagogía, tales como: el posmodernismo, el neoliberalismo, la globalización, la sociedad de la información y del conocimiento, así como, el creciente desarrollo científico y tecnológico. Aunado a lo anterior, se debe considerar las posturas de los organismos internacionales en cuanto a las recomendaciones que hacen a los estados miembros para la creación de política pública y atención al problema.

De esta manera, se intentó caracterizar el momento histórico concreto donde se inscribe el fenómeno de la educación especial, particularmente la orientada a personas con ceguera o deficiencia visual, identificando las circunstancias del entorno, así como, las aportaciones de la ciencia y la tecnología en este campo, identificando las relaciones entre estos elementos para tejer el entramado de fenómenos y causas que intervienen o actúan sobre el objeto de estudio, que posibilite la construcción de una estructura o cuerpo de conocimientos para comprenderlo *in situ*. Con ello, se pretende cumplir con el primer objetivo científico, que es, dilucidar las orientaciones o directrices que proponen los organismos internacionales sobre la aplicación de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en educación especial.

Estudiar un fenómeno en un momento histórico social concreto, análogamente equivale a tomar una fotografía del objeto de interés para obtener el estatus en que se encuentra en un momento dado; en el caso de la fotografía, permitirá describir las características del objeto en cuestión tales como la forma, el tamaño, los colores, el enfoque o perspectiva que se utilizó, la profundidad, la luz, el brillo, el contraste, la saturación de color, la nitidez, las sombras, la calidez, entre otras, que sirven para obtener el detalle del objeto y conocer la posición que ocupa entre los demás elementos que lo rodean e interpretar y, por otro lado, es posible conocer algunos otros elementos básicos como el tipo de cámara empleada, características y calidad de la cámara, el objeto principal o sujeto a fotografiar, el nombre y experiencia del fotógrafo, así como, el escenario o fondo que acompañará la fotografía.

Hablar del estudio de un fenómeno como la educación especial en un momento determinado, implica observarlo y captarlo en su esencia, durante una porción de tiempo, que puede ser un lapso breve o largo dependiendo del tipo de fenómeno que se trate, que en este caso será durante el año 2018; esto permitirá conocer información fundamental del objeto, problema o fenómeno de estudio, a través de las preguntas fundamentales (qué, cómo, cuándo, dónde, por qué, para qué) surge el fenómeno de la educación especial, enfocándonos en las personas ciegas y débiles visuales y el uso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación (NTIC) versus tiflotecnologías para desarrollar

habilidades digitales que permitan adquirir nuevos aprendizajes o conocimientos de alguna área en particular.

Por concepción, la observación de la manifestación del fenómeno a conocer se hace presente a la conciencia del sujeto cognoscente o investigador, apareciendo en su percepción como un objeto caracterizable y vinculado a las circunstancias del entorno donde se desarrolla, esto permitirá analizar cada uno de sus elementos o partes que lo componen en el todo que lo rodea, profundizar en sus relaciones interdependientes para explicar y entender su comportamiento. De acuerdo con Ramírez (2018), el siguiente objetivo científico después de observarlo en su esencia es describirlo; acorde a esto, se pretende describir el fenómeno de la discapacidad, la carencia en el desarrollo de competencias digitales y el aprendizaje de conceptos de ciencias con la finalidad de obtener los componentes de análisis y profundizar en su estudio.

Los organismos internacionales presentes en la sociedad actual que dictan las políticas orientadoras del quehacer educativo en el mundo, se encontró a: la *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*, (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) UNESCO por sus siglas en inglés, la *Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos* (OCDE), el *Derecho Internacional Humanitario* (DIH), , el *Banco Mundial* (BM), así como del *Derecho Internacional de los Derechos Humanos* (DIDH) que tiene por objetivo proteger la vida, la salud y la dignidad de las personas.

Se consideran, también, a los organismos para América Latina que orientan la adopción de las políticas internacionales en el quehacer educativo en la región, tales como: El *Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y el Caribe* (IESALC) que es un organismo de la UNESCO, la *Comisión Económica para América Latina y el Caribe* (CEPAL), la *Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe* (OREALC/UNESCO), fue creada en 1963 con el propósito de apoyar a los Estados miembros de la región en la definición de estrategias para el desarrollo de sus políticas educativas, *Banco Interamericano de Desarrollo* (BID), la *Organización de Estados*

Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), que es un organismo internacional de carácter gubernamental para la cooperación entre los países iberoamericanos en el campo de la educación, la ciencia, la tecnología y la cultura en el contexto del desarrollo integral, la democracia y la integración regional.

Los fenómenos sociales son aquellos eventos, movimientos y comportamientos que transcurren al interior de una sociedad como producto de las relaciones e interacciones entre las personas que la conforman; existen dos tipos, el primero es el intencional que, se produce por la intervención directa y deliberada del hombre, y el segundo, es el no intencional derivado de la dinámica natural del desarrollo de la sociedad.

3.1. La educación especial en la modernidad y postmodernidad

Actualmente y de manera general, se vive una transformación lenta de los sistemas educativos en los países miembros de los organismos internacionales, a partir de las directrices que estos últimos establecen como prioritarias respecto a la educación especial y el uso de las TIC. Por ejemplo, en el *informe sobre el uso de las TIC en la Educación para Personas con Discapacidad* de la UNESCO, se hace patente la visión reduccionista de la incorporación de las TIC en el sector de población de estudio, su integración es tan limitada, que se ha ceñido exclusivamente a la impartición de “clases de informática o computación”, olvidando el carácter asistencialista y de apoyo al aprendizaje en otras áreas del conocimiento a través del uso de las TIC.

El atraso escolar de este colectivo, es derivado de la invisibilización de los derechos de estas personas respecto a las políticas gubernamentales, a las necesidades de sus instituciones, a la obsolescencia de sus procesos de enseñanza-aprendizaje, la falta de ayudas técnicas y de materiales didácticos, el desconocimiento de los docentes sobre las TIC, tecnologías que de manera general se aplican para la comunicación, transmisión e intercambio de información en cualquier ámbito, ignorando las Tecnologías del Aprendizaje y del Conocimiento (TAC), que son un subgrupo de las TIC acotadas al contexto pedagógico como herramientas para la formación, y el acercamiento a las

tecnologías que se proponen en este trabajo, haciendo énfasis en las tecnologías apropiadas para la interacción y el aprendizaje de las personas con discapacidad, a las cuales se han denominado *Tecnologías para la Asistencia y el Aprendizaje* (TAA).

Las tecnologías TAA permitirán construir un puente entre las TAC que son exclusivas para el aprendizaje, a las de asistencia y aprendizaje (TAA), para dar el salto a las Tecnologías de Empoderamiento y Participación (TEP) que plantea Dolors Reig; lo anterior, con la firme intención dotar de voz, de participación, de poder, de hacer fuerte a este grupo social invisible y desprotegido desde su origen hasta la actualidad, y que aún se desarrolla en un marco jurídico débil relacionado con sus derechos.

Las TEP se usan como sustento para la cohesión y participación social de un colectivo determinado de personas, que comparten ideas, intereses y propuestas en favor de un objetivo en común. En la siguiente figura se muestra a los tipos de tecnologías que agrupa las TIC en general necesarias en el aprendizaje que se conforman por las tecnologías del aprendizaje y el conocimiento (TAC), más las tecnologías para la asistencia y el aprendizaje (TAA) y las tecnologías del empoderamiento y participación que se propone formar en los estudiantes discapacitados:

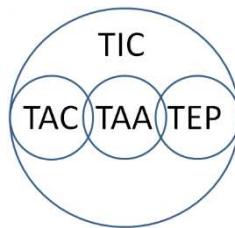


Figura 2. *Tecnologías que agrupan las TIC.*
Fuente: Elaboración propia

Es clara la supremacía de la pedagogía invisible en la educación de los individuos discapacitados, y es la principal razón que motivó este trabajo, y la búsqueda de una pedagogía del empoderamiento de los círculos sociales más vulnerables y menos favorecidos, como son, las personas con discapacidad, particularmente las invidentes y débiles visuales.

La referencia a la pedagogía invisible en personas con discapacidad toma sentido al remitirnos a la historia humana; donde este colectivo permaneció en el anonimato durante muchos siglos porque no había una educación formal visible ante todos, sólo existía la orientación informal en el hogar, en la cual se hacía la transmisión cultural o forma de vida en grupos sociales, totalmente carente de un ideal de hombre a formar, una intención formativa clara para su desarrollo, una definición y jerarquización de contenidos o materias a aprender, secuencia, ritmo y criterios de formación que toda pedagogía debe llevar, en suma, era una simple guía para sobrevivir pero no para tener un trato digno.

Como se puede ver a continuación en el recorrido histórico de la discapacidad, y para poder entender el contexto actual, antes del siglo XVI, no hay evidencia de la creación de escuelas para el sector de población denominada a lo largo de literatura especializada como: anormales, deformes, defectuosos, deficientes, imperfectos, impuros, incompletos, impedidos, formas humanas que se salen de la “norma”, tales como: ciegos, cojos, mutilados. También se incluye en esta lista otras formas humanas indignas como menciona Gómez (2017: lisiados de pies y manos, jorobados, enanos, bisojos, sarnosos, tiñosos o herniados. Incluso en términos más actuales como: minusválidos, inválidos, incapacitados, discapacitados, de capacidades diferentes o especiales, en oposición a lo catalogado como persona “normal”.

En 1601 en Inglaterra se crean las “Leyes de pobres”, es el primer acercamiento al trato digno para algunos discapacitados (INEGI, 2013). En España, la reina Isabel la Católica, crea el primer hospital para los soldados mutilados, se les apoya con prótesis y aparatos terapéuticos (Isla y Matus, 2018). Al seleccionar quienes eran dignos de ser atendidos y quienes no, habla de la discriminación de este sector de población desde esa época.

Es hasta el siglo XVII, que en Francia cuando se crean las primeras escuelas para personas en situación de discapacidad, principalmente para niños sordos (Ríos, 2003) la expansión de éstas se da durante el siglo XVIII, y, durante el primer tercio del siglo XIX la proliferación de instituciones educativas por el resto de Europa, Estados Unidos, y México, que en 1866 inaugura la Escuela Municipal de Sordomudos, y que, posteriormente se le

otorgó el carácter nacional por decreto del 28 de noviembre de 1867 signado por Benito Juárez, así como, con la inauguración de la Escuela Nacional para Ciegos en 1870, se marca el inicio del derecho a la atención de este grupo de personas desde un enfoque más humano (SEP, 2012).

Lo anteriormente expuesto, por un lado, permite leer el contexto de desarrollo de los discapacitados, y por el otro, apreciar la negación de la existencia de un ser humano imperfecto, anormal, deforme, deficiente, o impedido que chocaba con el ideal de perfección de “ser humano”, y que tenía el firme propósito de mantener una raza pura, libre de defectos, capaz de valerse por sí misma a través del uso de sus propias facultades físicas y mentales, y que no representara una carga u obstáculo para el desarrollo de su vida cotidiana y un lastre para su comunidad. Otra concepción irracional, era el miedo desmedido al significado del nacimiento de los discapacitados dentro de sus sociedades, ya que eran considerados producto del demonio, castigo de los dioses, entre otras interpretaciones negativas tan arraigadas en las creencias de las culturas antiguas.

La invisibilidad del ser humano imperfecto que prevalecía antes del siglo XVI en la esfera cultural y educativa de los discapacitados, era notoria por sus actos desmedidos de eliminación selectiva, creando una sociedad libre de defectos, de estigmatizados, de aberraciones humanas, a tal grado que prácticamente no se veían caminar por las calles.

En la historia del ser humano, el destino que les deparaba a los niños era diferente en cada cultura, en algunos casos era muy oscuro, y no eran considerados como seres humanos sino como algo más cercano a un animal doméstico, el adulto podía disponer de la vida de los infantes con el poder de un rey; desde el siglo XV hasta comienzos del siglo XVIII, las personas adultas con enfermedades mentales tales como la locura, eran vistas como animales salvajes que habían perdido la razón y podían ser enjaulados y exhibidos, vivían recluidos en los centros psiquiátricos en su mayoría en condiciones infrahumanas (Marcos y Topa, 2012; Pérez y Peñaranda, 2017).

En las primeras civilizaciones era común practicar el infanticidio, porque no existía ningún marco legal que protegiera el derecho a la vida de las personas discapacitadas; los niños que presentaban algún tipo de discapacidad al nacer eran considerados “inservibles”, llamados “deformes, suplantadores de niños normales”, y eran eliminados o abandonados porque representaban un lastre para el resto de la población, ya que no podían servirse por sí mismos, razón por la que se menospreciaba su vida; en esa época, las actividades humanas requerían que cada uno de sus miembros contara con todas sus capacidades para realizar trabajo físico porque resultaba de vital importancia para la supervivencia de su grupo social (Ávila, 2014).

Con el paso del tiempo, sobre todo después del surgimiento de la iglesia, lentamente se fueron gestando cambios en la mentalidad y comportamiento de la sociedad, para aceptar a los discapacitados e integrarlos a la comunidad, y se pasó de un modelo de rechazo, abandono y exterminio en la antigüedad, a un modelo de aceptación y cuidado en la edad media a través de instituciones privadas como la iglesia, la familia y los señores feudales, quienes establecieron hospitales y asilos para la asistencia de los discapacitados, quedando exentos de todo tipo de trabajo, empero, condenados a vivir de la limosna porque no existía política gubernamental, ni programas asistenciales (Aguado, 1995; Hernández, 2001).

La razón por la que era imperceptible este grupo de personas durante tantos años, se da por dos motivos principalmente, la primera por subsistencia del grupo ya que tenían que ser útiles a su comunidad, y la segunda por la conservación de la belleza, como ocurrió en la cultura griega. Es claro que la época estaba dominada por el pensamiento instrumentalista y perfeccionista de la especie humana, para asegurar por un lado la supervivencia del hombre a partir de la capacidad de valerse por sí mismo, y de contribuir a los objetivos del grupo social al que pertenecía, y por el otro, mantener un linaje perfecto, libre de defectos.

Es evidente que la crianza tenía una orientación instrumental, y el cuerpo debería tener condiciones físicas y mentales perfectas para lograr su propósito, esta ideología permearía hasta la modernidad; tal certeza, tiene su fundamento en la obra del “Emilio” de uno de los grandes pedagogos del siglo XVIII, Jean-Jacques Rousseau (1712-1778), quien consideraba

que, si el cuerpo del ser humano no tenía un estado perfecto, no era útil para la sociedad, ni estaba en condiciones de aprovechar los esfuerzos para educarlo, se consideraba una pérdida de tiempo para su maestro, e implicaría duplicar la pérdida para lo sociedad al quitarle dos hombres por uno. Para Rousseau, "Si naciera el hombre ya grande y robusto, de nada le servirían sus fuerzas y estatura hasta que aprendiera a valerse de ellas, o le serían perjudiciales porque retraerían a los demás de asistirle" (Emilio, 2000, p.9).

No obstante, la pérdida de tiempo del maestro a la que se refiere Rousseau, no es literal, el reto está en lograr su visibilidad a partir del desarrollo de sus demás capacidades y potencialidades, con el firme propósito de sacarlos del destierro social en que los han sumido las propias instituciones: la familia, la escuela, la iglesia, el estado, y las organizaciones empresariales al segregarlos, al desdeñar sus necesidades, al negarles la posibilidad de incorporarse de manera activa a la totalidad del sistema de relaciones humanas, productivas y de desarrollo.

Independientemente de sus condiciones físicas o mentales, el ser humano es un ser imperfecto, inacabado, siempre está en constante cambio y evolución, porque está inscrita en su naturaleza la búsqueda de perfeccionamiento de su persona, y, la vía para lograrlo es la educación; entonces, resulta contradictorio excluirlos por no tener las condiciones perfectas preestablecidas para ser sujetos de educarse, en un sistema predefinido no apto para discapacitados, porque tanto las metodologías, como los materiales, procesos y actores educativos no estaban preparados para atenderlos acorde a sus necesidades, situación que se ha heredado desde entonces a la actualidad.

Incluso en los fundamentos de las pedagogías de Comenio y Rousseau tienen como postulado que, el ser humano es perfectible indefinidamente; por lo tanto, queda en evidencia que desde su origen, el repudio y aislamiento mantuvo a los discapacitados en la opacidad por considerarlos seres inferiores, incapaces de aprender y de evolucionar. La falta de interés y de compromiso de la sociedad en general y de los actores principales de la educación con este colectivo, ha hecho que en pleno siglo XXI aún pasen desapercibidos en su mayoría.

Al recluirlos se ha aniquilado su porvenir en toda la extensión de la palabra, porque se ha reducido a nada sus aspiraciones, con la insensibilidad social se han sepultado sus esperanzas, viven aletargados, derrotados por la sobreprotección y pasividad, están exhaustos de esperar un momento para brillar, tanto, que han perdido el ánimo de seguir adelante porque no hay un futuro cierto, y se han conformado con la caridad de sus verdugos; aunque actualmente se ha erradicado el maltrato físico y tienen un trato más humano, ésta sigue siendo una forma de eliminación selectiva practicada en siglos pasados, con la disimilitud que la sociedad actual los ha marcado con la indiferencia, ahora reciben limosnas de atención y cuidado, y casi nulas oportunidades de desarrollo y participación, prácticamente en todos los ámbitos de la existencia humana, por parte de los que ostentan el poder de invisibilizarlos.

Acerca del aprovechamiento o rendimiento escolar al que intrínsecamente se refiere Rousseau, no es un tema exclusivo de personas con discapacidad, ya que, discapacitado o no, resulta ser una decisión inherente a cada persona el aprovechar o no las enseñanzas de su maestro. Y es en este último punto donde cobra mayor relevancia el papel del maestro en la formación de sus estudiantes.

El docente debe ser fuente de inspiración y motivación al aprendizaje, de admiración y respeto, no de infundir miedo como solía ser en la educación de antaño, de imponer su autoridad y educar bajo el principio de “la letra con sangre entra”, que hoy aún persiste en algunos contextos; debe enfocar sus esfuerzos a desarrollar en sus alumnos el amor y compromiso por educarse, abrir su apetito de conocimiento, conducirlos a la búsqueda de sentido de vida, hasta convertirlos en seres independientes; conscientes de alcanzar la autonomía como finalidad de la educación a la cual hace referencia Jean Piaget (1896-1980) en su libro *El Juicio Moral del Niño* (1932), que coadyuve al desarrollo intelectual del niño, transformándolo en protagonista de su propio crecimiento, construcción, formación y configuración del ser humano en el que desea convertirse en el futuro (Delval, 1985).

La búsqueda de sentido de la pedagogía del empoderamiento que se pretende sustentar en este trabajo para la población en cuestión, encuentra su primer referente con Juan Amos Comenio (1592-1670), considerado padre de la pedagogía moderna; Comenio estaba convencido de que la educación tiene un papel muy importante en el desarrollo de las personas, razón por la que encaminaba todos sus esfuerzos a hacer llegar el conocimiento a todos, hombres y mujeres por igual, sin malos tratos, buscando la alegría y motivación interna de los alumnos (Martínez-Salanova, SF).

El papel del docente, debe estar más inclinado a convertirse en un guía del aprendizaje y desarrollo, un descubridor de fortalezas o talentos de sus alumnos, un labrador y dador de sueños que los niños quieren o pueden alcanzar en función de sus capacidades y posibilidades, un libertador de ataduras, físicas, mentales, psicológicas y espirituales para orientarlas al logro de metas y objetivos, un promotor de la educación de sí mismo, porque en lo más profundo del ser habita la creencia de lo que es capaz de hacer.

Al respecto, en el diálogo Carmides o de la templanza de Platón se habla de la sabiduría interna, ahí, declara que “sólo el sabio se conocerá a sí mismo, y estará en posición de juzgar de lo que sabe y de lo que no sabe” (Platón, 2001, p. 119), por lo tanto, el maestro es el incentivador y potenciador de las otras capacidades con las que cuenta un discapacitado apoyando el desarrollo del autoconcepto para empoderarlo, y encaminar sus esfuerzos a cumplir sus sueños para que destaque en una sociedad de por sí hostil.

Para lograr la perceptibilidad del discapacitado, y conseguir que tome un lugar digno en un ambiente dominado y privilegiado por personas “normales”, representa un verdadero reto para el mismo, para sus padres y docentes; esta tríada de actores cobra mayor sentido en la educación especial, porque implica, a partir de la propia voluntad del estudiante, romper sus propios prejuicios que lo inmovilizan y aniquilan, le corresponde hacerse fuerte ante la adversidad, consciente de sus demás capacidades, con mayor nivel de autoestima, que reconozca y aprecie sus logros, y defienda sus derechos.

Es de vital importancia que todos los actores del proceso educativo puedan motivarlo e impulsarlo con amor para que brille con luz propia confiando en sus propios recursos, empeñarse en despertarlo de su profundo letargo, reactivar su energía, resignificar su vida con pensamientos positivos y sentimientos de grandeza, avivar su interés, inculcar ética y valores; se debe tomar una postura más reconstructiva del propio ser, ir más allá de la reproducción del modelo de transmisión de conocimientos, y de seguir calcando lo que en el pasado ha fracasado sistemáticamente.

La finalidad, es la conquista de su autoestima, independencia y libertad para lograr su empoderamiento a partir de su liberación interna, de la revelación de sí mismo guiada por la tríada en cuestión, instaurar la creencia de que puede lograr cualquier cosa que se propongan en la vida, incluso a pesar del entorno salvaje y hostil al que se enfrentará en la vida cotidiana, donde afrontará por su condición la mofa, el rechazo, la humillación y el menosprecio, en el que deberá hacerse valer y respetar con su educación y ser tratado con dignidad.

La educación es un acto voluntario, requiere apertura y disposición por parte del alumno para recibir guía y orientación de su maestro por determinación propia, en caso contrario, el docente debe exhortar y sensibilizar de la importancia de educarse, motivarlo hasta que descubra su motivación intrínseca, hasta que brote su voluntad racionalmente motivada, y emprenda de forma autónoma la búsqueda del conocimiento en base a sus intereses. Al respecto, Galindo, Prellezo y Del Valle mencionan que sólo cuando los intereses de la persona son espontáneos, van haciendo conciencia de por dónde está su interés y motivación y dan el salto al dominio de su voluntad para mejorarse a sí mismo; la educación que nace de ellos se pone al servicio de su personalidad (Catalfamo, 1961).

En este punto, es donde se encontró el sustento para refutar la idea que tiene Rousseau acerca de que, una persona discapacitada no está en condiciones de aprovechar los esfuerzos para educarlo. Todo esfuerzo educativo tiene un resultado, por mínimo que éste sea, representa un cambio en las estructuras mentales del discente, para unos puede ser muy

significativo y rápido, para otros, tal vez menos notorio y lento, pero tratarlos con indiferencia es inhumano, es abandonarlos a su suerte, es subestimar su inteligencia.

Educar a quien se considera deficiente, implica darle la oportunidad de liberarlo y hacerlo independiente, que, de acuerdo con los preceptos de otra gran pedagoga del siglo XIX María Montessori (1870-1952), en su libro *El método de la pedagogía científica* de 1909, menciona que, nadie puede ser libre a menos que sea independiente; por lo tanto, las primeras manifestaciones activas de libertad individual del niño deben ser guiadas de tal manera que, a través de esa actividad, el niño pueda estar en condiciones de lograr su independencia. En conclusión, no se puede ser libre sin ser independiente, y no se es independiente si no se educa la voluntad y demás facultades del ser humano.

Otro referente que abona a la pedagogía del empoderamiento, se halla con el extraordinario pedagogo y psicólogo estadounidense Jhon Dewey (1859-1952), quien comienza a hacer visible y a empoderar a las personas con discapacidad desde el ámbito educativo, al considerar en su propuesta pedagógica que, todos los niños deben recibir una educación competente y diferenciada, tomando en cuenta el nivel de desarrollo alcanzado como punto de partida, considerando sus intereses, sus habilidades, así como, sus características socioeconómicas y culturales. La premisa es, que todos los niños deben recibir educación competente con independencia del lugar de nacimiento, etnia o discapacidad.

Es imprescindible pasar de una visión simplista de la educación, a un modelo desarrollista cuyos principales exponentes son Piaget y Dewey, pero desde un enfoque humano, transformador y liberador de espíritus, más allá de ser un instrumento de la elemental y mortal obediencia, de la visión estrecha de la educación que consiste en transmitir conocimientos sin sentido, poco significativos y obsoletos para las nuevas generaciones, porque se sigue reproduciendo sistemáticamente el modelo instrumental, para complacer y servir a otros, sin pensar en la transformación del sujeto. Como menciona Labonte (1994), el empoderamiento necesita orientarse hacia el desafío de las estructuras opresoras, y en dirección a nutrir las relaciones que habiliten a la gente a fortalecer el control sobre sus vidas en beneficio de todos (Torres, 2009).

La educación posee en si misma el poder de transformar a toda persona, de proyectarla en el futuro, y está en las manos de cada ser humano la posibilidad no solo de alcanzar la autonomía que la educación actual busca desarrollar en las personas con discapacidad, sino que va más allá, permitiéndole tener una vida útil con independencia de las condiciones físicas a partir de desarrollar y potenciar sus talentos, creando un futuro brillante, en busca de aquello que le interesa, mueve y apasiona, porque está en la naturaleza humana el deseo de ser mejor persona, y es ahí, donde cabe el papel del maestro como guía para alcanzar la autorrealización de cada alumno, como lo menciona Carl Rogers en su libro “*El proceso de convertirse en persona*”, quien materializó la teoría de la autorrealización; de acuerdo con él, todo organismo nace con ciertas capacidades o potencialidades innatas, es como traer tatuado en el alma una especie de proyecto genético que se viene a cumplir y desarrollar a medida que se avanza en la vida (Maddi, 1989; Morris y Maisto, 2001).

El objetivo de la existencia humana es satisfacer ese proyecto para convertirse en una versión mejor de sí mismo, hasta alcanzar aquello para lo que el hombre está genéticamente diseñado. Se tiene conciencia de lo que somos y de lo que queremos llegar a ser, y siempre tratamos de satisfacer ese autoconcepto. Rogers lo llama *tendencia a la autorrealización*. Por ejemplo, si un individuo se considera "inteligente" y "atlético", luchará por corresponder a esas imágenes de sí mismo (Morris y Maisto, 2001).

Los teóricos de la corriente humanista como Adler, considerado el primer teórico humanista de la personalidad, ofrece una visión de la naturaleza humana, afirmando que en nuestro interior habita una emoción positiva que nos impulsa a niveles superiores de desarrollo y funcionamiento, a luchar por alcanzar la perfección, a disfrutar la alegría de vivir, y que todos somos responsables de nuestra vida y de su desenlace (Morris y Maisto, 2001). El deseo de superación inscrita en la naturaleza humana, no se desarrolla satisfactoriamente sin la guía y cuidado de los padres y maestros, ni tampoco en condiciones contextuales poco óptimas para su progreso.

Por lo tanto, independientemente de la carga genética, las condiciones físicas y mentales, al nacer, todo hombre carece de lo mismo, necesita desarrollar su cuerpo, mente y espíritu, empero, mientras esto ocurre, es menester del adulto brindar condiciones óptimas de crianza y educación escolar de ese nuevo ser, estableciendo un vínculo positivo entre padres e hijos, proveer de amor, cuidado, atención, orientación, seguridad, establecer límites a conductas inapropiadas, entre otras.

Mientras el niño no pueda valerse por sí mismo, la asistencia es un requisito invaluable para su crecimiento en todos los ámbitos de su vida, ya que, es a partir de ésta que tendrá el soporte y encausamiento, en un ambiente controlado que le brinde seguridad, hasta alcanzar el nivel de madurez y de autoconfianza para desempeñarse en su contexto; análogamente, equivale a un paciente cuando después de sufrir una fractura se le coloca una férula o aparato ortopédico, que tiene la función de inmovilizar hasta que selle el hueso y sane la fractura; sin que esto signifique la inmovilización del niño para coartar su desarrollo, ni un dominio tirano para doblegarlo o someterlo a la voluntad de los padres y no permitir el florecimiento de sus facultades.

Como bien apunta el historiador Lloyd Demause en su modelo de crianza denominado “ayuda”, y que se practica en la actualidad en la relación padres e hijos; debe estar basado en una relación más empática, de diálogo y entendimiento, de cooperación y/o colaboración. Rousseau (2000) señala en su obra el Emilio, que, el ser humano nace carente de todo y necesita asistencia para desarrollarse tanto física, mental, emocional como espiritualmente; en pocas palabras, necesita desplegar toda su inteligencia a través de la educación incluso durante la adultez.

Si el desarrollo adecuado se da a través de la educación, primero debe asegurarse ese derecho a todos los seres humanos. Sin embargo, hasta antes del siglo XX no existían los derechos humanos como se conocen en la actualidad, y para que un discapacitado fuera reconocido como un ser humano con derechos, tuvo que pasar mucho tiempo para ser aceptado e integrado poco a poco a la sociedad a través de varios modelos de atención a las personas con algún tipo de deformidad o discapacidad.

No obstante, pasar de un modelo a otro no ha sido tan simple ni dinámico, para transitar del *modelo asistencial* que se inició en la edad media al modelo conocido como *médico-rehabilitatorio o médico terapéutico* de la edad contemporánea que empezó en 1910. Tuvieron que pasar varios siglos antes de llegar al siglo XX para reconocer a las personas con discapacidad como seres humanos con posibilidad de tratarse en igualdad de condiciones, dignos de ser atendidos médicaamente; incluso toda la era moderna que es previa a la era contemporánea transcurrió sin mayores cambios, y es hasta la Declaración universal de los derechos humanos de 1948, cuando surge el concepto moderno de discapacidad y se comienza a hablar de igualdad.

A partir de aquí, entraría en boga el enfoque educativo con el modelo *psicogenético-pedagógico* a partir de las teorías propuestas por Jean Piaget, y que en México se aplicó en la década de los años 80 dentro de la educación especial; para la década de los noventa se incorporaría el modelo de la *integración educativa*, hasta llegar a la actualidad, con el *modelo social* bajo el enfoque de *educación inclusiva* (Cárdenas y Barraza, 2015).

El concepto de discapacidad ha sido entendido de distintas formas a lo largo de la historia humana y las distintas civilizaciones; en la antigüedad su interpretación era mitológica donde eran considerados sabios, dioses o demonios en algunos casos, posteriormente se consideró como estigma, es decir, personas anormales o deformes que causaban miedo y enfrentaban el rechazo extremo sobre todo la de tipo intelectual; luego se pasó a la época de la diferenciación y segregación, donde se ve claramente la discriminación, la exclusión social y aislamiento de estas personas en el siglo XIX; ya en los albores del siglo XX desde el enfoque médico, la discapacidad se entendida como una enfermedad que requería rehabilitación, por último, el enfoque educativo y humanista (Torres, 2010).

A partir de la década de los años 70 del siglo XX, se firman una serie de tratados internacionales sobre los derechos de los discapacitados como la Declaración de los derechos de la persona sorda y ciega emitida por la ONU en 1977, la Convención internacional sobre los derechos de las personas con discapacidad, la Convención de los

Derechos del Niño de la ONU en 1989, las Reglas estándar sobre igualdad de oportunidades para las personas con discapacidades de la ONU en 1993, la Declaración de Salamanca y marco de acción para las necesidades educativas especiales de la UNESCO en 1994.

Asimismo, se firma la Convención interamericana para la eliminación de todas las formas de discriminación contra las personas con discapacidad de la OEA en 1999, la educación para todos durante el Foro mundial de la educación de Dakar por la UNESCO en el año 2000, las Directrices para la inclusión: asegurar el acceso a la educación para todos por la UNESCO en 2005, la Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad de la ONU en 2007, y las Normas uniformes sobre la igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad. Todos estos documentos conforman el marco jurídico internacional y reconocen los derechos humanos de las personas con discapacidad en pro de la dignidad de todo ser humano (ONU, 1979; ONU, SF).

La educación es un derecho inalienable concerniente a todo ser humano, sin embargo, la educación para personas en condiciones de discapacidad, conocida actualmente como educación especial, es relativamente nueva comparada con la educación que se considera tradicional o normal, dirigida a las personas que cuentan con todas sus capacidades. El reconocimiento del derecho a la educación de los impedidos tiene escasamente 300 años, mientras que la educación para personas normales tiene sus antecedentes desde el origen de las primeras culturas que vivieron antes de Cristo, por ejemplo, en la cultura Griega con las paideias.

Entonces, se debe dar respuesta a las siguientes premisas: ¿quién le ha otorgado al hombre “normal” el derecho a opacar, limitar, o condicionar el desarrollo de un colectivo altamente vulnerable y olvidado por mucho tiempo por todos los actores sociales?, ¿las personas con discapacidad son seres determinados a acceder a los niveles educativos básico y medio superior porque no tienen capacidades u oportunidades de cursar un nivel superior?

Si la educación consiste de acuerdo al último gran pedagogo, Paulo Freire, en tomar como base la “indeterminación del ser humano, la conciencia que tiene de su finitud, de ser inacabado, lo conduce a estar siempre en una búsqueda constante de “ser más”, de crecer como persona. Es entonces responsabilidad de cualquiera que se considera docente potenciar las capacidades de toda persona brindando las mismas oportunidades de desarrollo.

Para que las personas con discapacidad se integren plenamente al sistema de relaciones humanas, es preciso cambiar nuestra actitud hacia el fenómeno, modificar la cultura de la diferenciación, segregación, rechazo, y discriminación, por la igualdad, la unión, aceptación e inclusión de este grupo de población en todas nuestras sociedades, ya que no es suficiente legislar o desarrollar nuevos modelos de definición de discapacidad sin el respeto de la dignidad humana desde un enfoque social y político.

Es de vital importancia reconocer y respetar los derechos humanos que han conquistado los discapacitados a lo largo del tiempo, está claro que los países miembros de los organismos internacionales que han defendido el reconocimiento y dignidad de la persona discapacitada han adoptado las directrices sobre la protección de los derechos del hombre y legislado en sus constituciones todo tipo de derechos, desde los de reconocimiento como seres humanos, derechos y libertades de atención médica y rehabilitación, a formar una familia, al acceso espacios públicos y al trabajo, y principalmente al derecho de la educación y capacitación para potenciar su desarrollo, así como el aprovechamiento del uso de tecnologías y herramientas que permiten habilitar, rehabilitar o compensar una o más limitaciones funcionales derivadas de su discapacidad, y facilite su inserción a ambientes de aprendizaje cada vez más inclusivos.

Por lo tanto, si se desea favorecer el desarrollo de competencias digitales en los estudiantes de educación especial, es de vital importancia atender en primera instancia, el desarrollo de estas competencias en los docentes, para que adopten la tecnología y replanteen sus metodologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje, tan necesarias en educación especial, no sólo para efectos de innovación del proceso educativo, sino que sirva como un vehículo

para promover la integración e inclusión educativa, y favorecer el desarrollo, empoderamiento y participación económica, política, social, cultural y laboral de la persona discapacitada, y así, alcanzar su realización plena.

El estado actual de la sociedad se le puede abordar desde la sociología, que ha evidenciado los fenómenos que han marcado el desarrollo de la sociedad en general y su futuro, en cada época de la historia humana se han sucedido una serie de eventos que condicionan de una u otra manera sus ideales y avance progresivo.

Aunque ya se llegó al final de la segunda década del siglo XXI, se puede identificar que una de las condiciones presentes en la sociedad actual en el mundo es la Modernidad Líquida y la Posmodernidad, que se encuentra en boga en el análisis del discurso filosófico y científico; antes de la Modernidad Líquida se hablaba solamente de la Modernidad, aunque no hay un consenso sobre la fecha exacta de su nacimiento, ya que algunos autores consideran que su fundación oficial se da al final de la “Guerra de los Treinta Años” en 1648, cuando se firma el tratado de Westfalia, que pone fin al orden feudal propio del Medioevo, otros con la muerte de Descartes (1650) y la de Pascal (1662), por lo tanto, su datación general se ubica en el siglo XVII, y tuvo su mayor auge durante los siglos XVIII y XIX, culminó hasta mediados del siglo XX.

La Modernidad es un fenómeno cultural y científico que tuvo sus primeras manifestaciones en Europa, sus ideales de libertad, igualdad, progreso y democracia fueron compartidos por las grandes potencias al resto del mundo (Zeraoui, 2000). Sus ejes principales son la racionalidad, la subjetividad, el estado nación, la división de poderes, el descubrimiento de América, la sociedad industrial, el desarrollo urbano, entre otros. Se situó a la racionalidad como eje del pensamiento moderno, opuesto a la religión, el mito es reemplazado por la razón, por lo tanto, la religión deja de ser el sustento para comprender y explicar el mundo, en su lugar se establece a la ciencia como discurso legitimador. La subjetividad, se convierte en el fundamento de la racionalidad, donde la reflexión individual posibilita la crítica, a través de la estructura de la autorrealización.

Cuando culmina la era moderna a mediados del siglo XX, los discursos de los organismos internacionales respecto a la atención de las personas con discapacidad se ciñen a los ideales libertad, igualdad, progreso y democracia que proponía la modernidad. Esta ideología comienza a permear a las políticas públicas de los Estados miembros con la firme intención de reconocer los derechos humanos que dignifiquen la vida de todas las personas y en particular del colectivo con discapacidad.

La presente investigación se ancla a la característica de la modernidad denominada *sociedad industrial*, que, es donde existe el vínculo más fuerte con este proyecto, dado que la era industrial representó un cambio importante a nivel social, económico, productivo, tecnológico y de comunicación humana; aunque el salto de la sociedad rural a la sociedad industrial fue paulatino, ésta tuvo consecuencias positivas vigentes hasta el día de hoy; la invención y fabricación de máquinas que reemplazan el trabajo manual, es un antecedente de las innovaciones tecnológicas orientadas a aumentar los beneficios en la sociedad, ya que los desarrollos científicos y tecnológicos son constantemente aplicados a la producción.

De acuerdo con Zeraoui (2000), la época postindustrial nace, se desarrolla y consolida con la revolución tecnológica, donde se introducen varias de las nuevas tecnologías con el desarrollo de la informática, electrónica y computación, tales como la calculadora, la computadora, la automatización de procesos, entre otras, junto con ella se vive la contestación contra los valores dominantes de la moderna sociedad industrial. Pero con ella, también surgen nuevos retos sociales como la equidad, principalmente entre los sectores más vulnerables de la sociedad como los discapacitados en relación a las oportunidades de empleo, educación, o acceso a los modernos medios de comunicación que propician la brecha digital entre las nuevas generaciones y las de antaño, entre ricos y pobres, entre capaces e incapaces.

La revolución tecnológica surge a principios del siglo XX con los avances de la ciencia, y representa un parte aguas en las formas de **comunicación humana**, el control de los procesos de producción, la gestión de recursos humanos, financieros, materiales, técnicos, y la transformación de todo tipo de servicios, dando como resultado la banca electrónica,

comercio electrónico, diversión en línea, investigación colaborativa internacional mediada por tecnologías, gobierno electrónico, educación mediada o apoyada por tecnología, entre otras aplicaciones.

Actualmente la revolución tecnológica converge en la industria 4.0 que incorpora las tecnologías emergentes como la robótica, inteligencia artificial, realidad virtual, realidad aumentada, entre otras. Todas ellas con gran potencial para ser incorporadas al ámbito educativo de sectores vulnerables como el de la discapacidad como medios para compensar su discapacidad, como ayudas técnicas para la asistencia, comunicación, aprendizaje, diversión, y mucho más.

3.2. Modernidad y posmodernidad en América Latina

En la literatura se puede encontrar que el tránsito de la modernidad a la posmodernidad en Europa y Estados Unidos es muy notorio, en América Latina aún no se ha terminado de incorporar a la primera y ya se está preparando para dar el salto a la segunda. Para responder a la pregunta si la modernidad es todavía un proyecto realizable, García Canclini considera que primero deben analizarse las contradicciones entre los proyectos modernos y los vínculos entre autonomía y dependencia, porque para América Latina ha sido un tránsito interminable (Zeraoui, 2000).

De acuerdo a Murillo (2016) la modernización ha sido un elemento legitimador de la colonización en América Latina (AL) y ha sido influenciada por el pensamiento científico del continente europeo desde ese momento, se ha utilizado el conocimiento, teorías y paradigmas eurocéntricos como eje central para dar explicaciones a la realidad latinoamericana sin considerar las transformaciones, cambios y fenómenos propios de la región, si bien son un aporte importante para el desarrollo de las ciencias sociales no son válidos para el resto del mundo. Al parecer de Murillo, AL y otros países de oriente medio y África han quedado atrapados en el círculo vicioso, por no considerar los aportes de autores latinoamericanos como Aníbal Quijano, Enrique Dussel y Walter Mignolo, por citar algunos.

Otro elemento a analizar es la *modernidad líquida*, concepto que fue desarrollado y acuñado por el sociólogo Zygmunt Bauman para referirse a la sociedad en la que vivimos; esta nueva forma de abordar la Modernidad permite comprender la construcción y deconstrucción que vive el ser humano. La sociedad contemporánea, se caracteriza por su condición fugaz, nada es permanente, las situaciones son muy cambiantes y a la vez inciertas; Bauman la interpreta metafóricamente con el concepto de “modernidad líquida” porque no se puede retener de una forma durante mucho tiempo y se escurre entre las manos. Las TIC han sido determinantes en la configuración de estos nuevos escenarios sociales líquidos (Sanabria y Cepeda, 2016).

Si bien las TIC han tenido un papel determinante en este siglo XXI en la configuración de los distintos escenarios sociales, los ha hecho de manera tanto positiva como negativa, ya que, por un lado se tienen automatizados muchos procesos en todo tipo de organizaciones: públicas, privadas, sociedad civil, empero también se han caracterizado por el desplazamiento social y laboral. Se han eliminado muchos puestos de trabajo al ser reemplazados por máquinas o procesos en muchas industrias, han movido las estructuras sociales, porque se ha prolongado más la brecha digital, cada vez es entre la clases sociales baja y media baja en comparación con la alta y media alta, o entre capaces y discapacitados porque éstos últimos tienen muy limitado el acceso a las tecnologías, por falta de recursos.

A pesar de los esfuerzos gubernamentales por tratar de disminuir la brecha digital, esta situación se ha prolongado en municipios altamente marginados en todo el país a pesar de la puesta en marcha de los proyectos como e-México y los centros de acceso digital comunitarios (Sandoval, 2005).

Esto implica una nueva cultura de adaptación y una oportunidad para tender puentes más fuertes que soporten el cambio estructural que está sufriendo la sociedad y su modelo de producción; con la posmodernidad, nace una nueva necesidad de alfabetización orientado hacia el cambio, porque la certeza de tener algo se ha reducido, se ha fluidificado en nuestras manos, ya no se conservan por largo tiempo los empleos, ni se mantienen las

prestaciones y jubilaciones ganados en las luchas laborales, las relaciones sociales y familiares son más endebles, la sociedad no se está adaptando tan rápido como se dan los cambios tecnológicos tan vertiginosos, a tal grado que ha tenido repercusiones sociales, económicas, políticas y culturales.

La tecnología ha ocasionado quiebres en las relaciones humanas, por ejemplo en las de pareja, familia, y amistades, porque vivimos en una era de alta conectividad e interactividad, sin importar en qué parte del planeta se encuentren las personas la comunicación es instantánea, la información puede transitar fácilmente por la red Internet y las aplicaciones de redes sociales, donde se puede conectar con amigos de antaño o con desconocidos, e involucrarse sentimentalmente por medios estos medios electrónicos y se rompen fácilmente las relaciones como el matrimonio que antes considerábamos fuertes y duraderas, pasando a un estatus de relaciones efímeras tal como lo refiere Bauman.

El crecimiento de la red Internet en las grandes ciudades, la conexión de usuarios cada vez es mayor, la evolución de páginas web estáticas a la Web 2.0 con uso de multimedia, distintas aplicaciones de creación de contenidos y colaboración, redes sociales, accesibles y disponibles en todos los contextos sociales a través de los distintos dispositivos tecnológicos, pero sobre todo el teléfono móvil, están provocando transformaciones profundas en las esferas sociales e individuales (Área, 2015).

En la misma tónica, hoy somos testigos de cómo se hace uso de la tecnología a nivel colectivo para hacer extorsión y fraude, secuestro, trata de blancas, y para la desviación de las mentes más inocentes al tener acceso a contenido no apto para niños como la pornografía y la magia negra, así como, el fomento a la holgazanería a partir de los video juegos, los niños ya no quieren salir a jugar con los amigos, ya no tienen interacciones físicas, y todo lo quieren hacer virtualmente, este es otro reto que plantea el avance tecnológico principalmente en el ámbito educativo.

Si bien, la interconexión tecnológica es de alcance mundial y permite la interconectividad y la interactividad como nunca antes, son los componentes más significativos de estas

transformaciones sociales, de tal forma que ha llevado a autores como Byung Chul Han a concebir a la sociedad digital como un *enjambre* donde existe un aglutinamiento variante de millones de individuos que tienen interacciones constantes y variables (citado en Área, 2015). Sin embargo, esta revolución científico-tecnológica está compactando a la sociedad reuniendo a todos los que tienen acceso a las TIC y separando cada vez más a los que no tienen dicha posibilidad.

De acuerdo con Durkheim para explicar un fenómeno social, es necesario investigar de forma separada las causas que lo crean o lo producen así como la función que desempeñan los factores encontrados. Se debe determinar si existe una correspondencia entre los factores causales y los efectos generados, entre el hecho que se estudia y las necesidades generales del organismo o fenómeno social, así como definir en qué consiste esa correspondencia, sin preocuparse por saber si fue intencional o no (Gallino, 2005).

El contexto internacional en el que se desarrolla la discapacidad del siglo XX y XXI permite visualizar los grandes retos que tiene por delante, y donde se ha puesto en evidencia que no ha terminado de resolver ni superar los conflictos generados en siglos pasados, y ya tiene nuevos desafíos por solventar generados por el avance científico-tecnológico, los cambios económicos, políticos, sociales y culturales de los siglos XX y XXI.

Lo que sí ha permitido esta alta interconexión mundial a través de la red Internet en el sector de población de discapacidad visual, es el intercambio de recursos educativos como audiolibros entre la comunidad ciega latinoamericana través de la colaboración interinstitucional por medio del correo electrónico y las redes sociales.

3.3. Contexto nacional

La discapacidad en México se puede abordar desde distintas aristas o realidades sociales en las líneas de investigación que han seguido distintos autores, desde el abandono familiar, abandono y fracaso escolar, la integración, la inclusión, la brecha digital, la desigualdad, la

vulnerabilidad social, las políticas públicas, o desde las ciencias que han incursionado en su estudio como la historia, la sociología, la educación, las ciencias de la salud, entre otras (INEGI, 2013; Vite, 2012; Durand, 2010; Alva De la Selva, 2012; Márquez, Acevedo y Castro, 2016; Jusidman, 2009; Sandoval, Pérez, Martínez, Del Valle y Pineda, 2017), pero en este apartado nos interesa hacer énfasis en dos vertientes, en la tecnología educativa orientada a este sector, así como en el derecho y el marco jurídico que protege los derechos humanos y dignidad de este colectivo.

3.3.1. La tecnología educativa en México y la discapacidad

De acuerdo con Heredia (2010), la incorporación de las TIC en la educación en México tiene más de 4 décadas, durante este tiempo, de manera general han madurado distintas iniciativas y modalidades educativas en mayor o menor medida, sin embargo, a nivel de educación básica, la implementación innovadora de las tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje no ha cambiado mucho desde que se incorporaron por primera vez; y qué decir de la educación especial, carecen prácticamente de todo, la innovación tecnológico-pedagógica es prácticamente nula porque ni siquiera tienen satisfecha sus necesidades primordiales; a pesar de que la tecnología puede ser un aliado importante en el desarrollo de este sector de población, apenas tienen recursos para alfabetizarse digitalmente.

En un estudio desarrollado por Delgado (2014) en 73 centros de educación especial del noreste de México, los directores de dichas instituciones describieron la situación que viven respecto al uso de las TIC, se encontró que: tienen serias dificultades para hacerse de infraestructura tecnológica, solo el 74% de los CAM cuenta con internet, el 57% posee Facebook o algún tipo de red social; un escandaloso 89% no hace uso educativo de esta tecnología porque no se cuentan con personal capacitado asignado a esta área, el otro dato alarmante es que el 74% no tienen software adaptado a sus necesidades particulares de discapacidad; y aunque el 56% cuenta con aula de medios sólo el 30% del equipo de cómputo opera adecuadamente.

Existe un enorme reto para toda la sociedad y gobierno, y principalmente de los investigadores educativos poner el dedo en la llaga, acercarse a este objeto de estudio no solo para hacer patente las necesidades reales que tiene este colectivo, sino para ayudar a visibilizarlos y comenzar a proponer líneas de desarrollo en políticas públicas que coadyuven a la dignificación de las personas con discapacidad desde el marco jurídico, para que se respete su derecho a la educación con calidad. Lo hecho durante 4 décadas de incorporación de la tecnología en la educación básica no ha sido suficiente, y nunca lo será para desarrollar todo el potencial que tiene este sector.

En este mismo estudio, Delgado (2014) menciona que el software educativo con el que cuentan estos CAM se reduce a sólo dos programas con características multimedia, ambos con un uso del 7% , PIPO y Click. Otro dato importante es que, el 89% cuenta con tabletas electrónicas pero no las ha implementado en su centro educativo como recurso educativo, y sólo el 16% de la capacitación y actualización está a cargo de la Secretaría de Educación Pública. Estos hallazgos son muy reveladores, representan un área de oportunidad enorme que requieren atención pronta y expedita además de un fuerte compromiso por parte de alumnos, padres de familia, docentes, directivos y demás autoridades en primera instancia, seguido por empresas, organizaciones no gubernamentales y sociedad en general.

Si bien, el desarrollo de la tecnología educativa en México, ha permitido ampliar la cobertura escolar a zonas cada vez más alejadas implementando distintas modalidades de enseñanza, incorporando a sectores pobres también marginados, dentro de estas se encuentran escenarios presenciales donde no se aplica tecnología, escenarios híbridos donde se utiliza la tecnología como apoyo a la modalidad presencial, y escenarios a distancia o e-learning donde la educación es totalmente mediada por tecnología, prueba de ello son las siguientes:

Surgimiento de la Telesecundaria. Buenfield citado en Heredia (2010), menciona que esta modalidad nació en 1968, aunque en la actualidad este sistema ya está consolidado y ha permitido la equidad del nivel de secundaria en las zonas rurales y marginadas de México, existen investigaciones que dan testimonio de que esta modalidad tiene una eficiencia semejante a la de una secundaria general, sin embargo, en otra investigación realizada por

Santos (2001), indica que los resultados de su eficacia todavía son desalentadores, de 3155 estudiantes que participaron en el estudio, sólo el 7.8% alcanzaron los estándares de habilidades para la comprensión lectora y el 0.1% para razonamiento matemático. Lo que es importante mencionar, es que, de no ser por esta modalidad, los jóvenes de las zonas rurales no tendrían la posibilidad de seguirse preparando académicamente.

De acuerdo con Heredia (2010), esta modalidad educativa se ha renovado en tres momentos desde su creación, el primero se dio en la década de los noventas, cuando se conformaron salas de cómputo con el apoyo de algunas ONG (Organización No Gubernamentales) y fundaciones privadas, y con ellas, se llevó a cabo la alfabetización digital de estudiantes y maestros. El segundo momento se da con el lanzamiento de la Red EduSat o Sistema Nacional de Televisión Educativa, inaugurada en 1995. Hoy es la red de televisión educativa con más cobertura en el continente americano; surgió como plataforma analógica y posteriormente se migró a plataforma digital a través del satélite SATMEX 5, que emite contenidos educativos 12 horas diarias por 12 canales de TV a aquellas escuelas que cuenten con antenas receptoras de señal satelital (ILCE, 2010; Heredia, 2010).

La incorporación de la Red Escolar representó otro gran avance de la telesecundaria, es un sitio de Internet donde se puede realizar trabajo colaborativo en distintos proyectos, se ofrecen cursos, talleres y seminarios para toda la comunidad en el ámbito de la educación básica, refuerza los enfoques pedagógicos, acceso a testimonios, diálogo y debates (ILCE, 2010b; Heredia, 2010). Durante los más de 50 años que lleva operando la telesecundaria se puede decir que es un sistema que ha madurado lo suficiente como para evaluarla, se vuelve una prioridad investigar acerca de los resultados de su eficacia, debatir sobre las ventajas y desventajas, los métodos empleados, los puntos de inflexión, y determinar en qué se ha fallado para depurar el sistema y corregir aquello que no funciona como se ha planeado. Pero hay algo más que llama la atención, no se habla de si hay o no escuelas de telesecundaria atendiendo a personas con discapacidad sobre todo en zonas rurales altamente marginadas, de ser así, se hace necesario saber cuáles son los resultados que han obtenido.

Santos (2001) menciona que la modalidad de telesecundaria escasamente se ha visto acompañada de procesos de investigación que suministren evidencia empírica de su progreso y logros alcanzados. El ILCE por conducto del Centro de Estudios Educativos, realizó un estudio que pone en evidencia: el bajo nivel de logro de algunos sectores de sus alumnos, la incapacidad de la modalidad para compensar las desventajas sociales de sus estudiantes, que opera inequitativamente y refuerza las desigualdades preexistentes, las comunidades más pobres son atendidas en telesecundarias de organización multigrado, y que obtienen puntajes de aprovechamiento por debajo de la media de sus pares que estudian en telesecundarias que cuentan con un maestro para cada grado.

Con base en lo anterior, es necesario poner en la mesa del debate los indicadores de ausentismo, rezago y fracaso escolar, las desventajas de las escuelas multigrado respecto al aprovechamiento escolar y fracaso derivadas de esta condición, ya que es en éstas donde existe el mayor índice de pobreza, asimismo, la relación del beneficio escolar con la alta rotación de personal docente, también la ubicación de las escuelas de zonas más marginadas en relación con los docentes y la búsqueda de mejores oportunidades profesionales y condiciones de vida, y como mejorar la capacitación de los docentes menos preparados que son los que están atendiendo las zonas más marginadas derivadas de la alta rotación de docentes para mejorar los resultados, qué hace falta hacer respecto a la política educativa para retener y capacitar a docentes, así como el apoyo a los alumnos que atiende en estado de pobreza extrema.

Otra innovación tecnológica importante que se insertó en este nivel educativo fue el sistema *Enciclomedia*, que consta de una computadora de escritorio, un pizarrón electrónico o pantalla sensible al tacto, bocinas y proyector de imágenes; contiene los libros de texto gratuitos de todos los grados de educación primaria digitalizados y vienen maquetados con hipervínculos para tener acceso a diversos recursos didácticos como imágenes fijas y en movimiento, interactivos, audio, videos, mapas, visitas virtuales, y otros recursos vinculados con la enciclopedia Microsoft Encarta® instalados en el propio equipo (SEP, 2006; Heredia, 2010).

Por su diseño, Enciclomedia es un producto adaptativo que representó un avance importante en el sector de la discapacidad visual, dentro de las características que contribuyen a la accesibilidad están: su reproductor de video accesible de enciclomedia (RAE) que permite cambiar el tamaño de la letra de los subtítulos, modificar la combinación de colores entre las letras y el fondo, usando altos contrastes para personas con distinto nivel de debilidad visual, permite aumentar el tamaño del video y ubicar los títulos en distintas partes de la pantalla, los videos incluyen descripción auditiva de los contenidos que se van mostrando (Soriano, García, Huesca y Rodríguez, 2007).

Sin embargo, a pesar de ser uno de los proyectos más significativos y prometedores sobre todo dentro de la discapacidad visual, fracasó por estar plagado de irregularidades administrativas, la opacidad en la gestión de los recursos económicos evidenciada por la Auditoría Superior de la Federación mostró un desvío de casi el 50% de los recursos asignados a dicha innovación educativa, aunada a estas irregularidades, las controversias sobre los problemas en su instalación y su efectividad, así como el desconocimiento que había por parte de las autoridades que lo lideraban, el proyecto terminó por cancelarse. Una situación muy lamentable para un proyecto que prometía mucho respecto a la educación en todo el país.

Durante todo este periodo de desarrollo de la telesecundaria, la literatura aborda con mayor énfasis el aspecto tecnológico, y poco se habla de los enfoques pedagógicos que sustentan la implementación de dichas tecnologías; recordemos que la tecnología en sí misma no es educativa, solo podrá serlo si cumple con el objetivo de generar aprendizajes significativos; por lo tanto, se debe comenzar a hablar de innovaciones tecnopedagógicas, que tengan los dos componentes *tecnología+pedagogía*, para pensar la incorporación de la tecnología indicando siempre cuál es la teoría pedagógica que le da sustento, que se incluya un diseño instruccional que indique la forma de hacer las cosas.

Asimismo, en la planificación de este proceso es necesario hacer trabajo transdisciplinar para tener una mirada más integradora del proceso, ya que utilizar la mirada del objeto de innovación desde una sola perspectiva disciplinar reduce el posible impacto que pueda

tener la implementación de dicha tecnología en el proceso educativo. Esta forma reciente de hacer ciencia está dando resultados más completos acerca de la realidad que se estudia, y permite crear las nuevas investigaciones con mayores puntos de referencia.

Los últimos esfuerzos de innovación en la modalidad de telesecundaria se dan con el lanzamiento del Programa Nacional de Educación (PNE) 2001-2006 dentro del “Enfoque educativo para el siglo XXI”, propuesto por la Dirección General de Materiales Educativos, de la Subsecretaría de Educación Básica y de la Dirección de Desarrollo e Innovación de Materiales Educativos en el marco de la Reforma Integral de la Educación Básica que planteó la renovación curricular, pedagógica y organizativa de la secundaria, con base en las necesidades detectadas en la población de adolescentes que atiende esta modalidad, conformada principalmente por jóvenes de zonas rurales e indígenas en un 86.98% aproximadamente, y a un porcentaje menor (13.02%) de zonas urbano marginadas; esta reforma incluye la revisión y fortalecimiento del modelo de atención de la Telesecundaria.

Estas iniciativas promovidas por la Secretaría de Educación Pública en convenio con el Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa (ILCE) representan un avance significativo en la incorporación de las TIC al proceso educativo, aunque en sectores vulnerables como la discapacidad aún queda mucho por hacer en cuanto a tecnología adaptativa para asegurar la integración e inclusión efectiva de personas con discapacidad.

Las acciones recientes tomadas por el gobierno federal derivadas de la emergencia sanitaria de la pandemia del Covid-19, se han masificado la producción de materiales educativos digitales para llevar a cabo el programa de “escuela en casa” disponibles en todas las plataformas tecnológicas del sistema educativo mexicano. Sin embargo, se ha tratado de cubrir las necesidades propias de los alumnos con discapacidad visual, que desde enero de este mismo año 2020, y con la finalidad de promover la inclusión educativa de todos los estudiantes, se puso a disposición en el portal web de la SEP más de 300 videos para alumnos con ceguera y debilidad visual, para que la comunidad educativa de primer grado de Telesecundaria, tenga acceso a materiales educativos adaptativos que están en constante actualización.

La finalidad de la renovación del modelo pedagógico fue enriquecer la interacción didáctica, flexibilizando el manejo de los materiales educativos e impulsar nuevas formas de organizar el trabajo en el aula; esta estrategia recibió el nombre de Modelo Renovado y fue solo el primer paso de la transformación de la Telesecundaria para lograr sus objetivos (SEP, SF). Lo anterior, permitió hacer esfuerzos para la elaboración de un “currículo digital” que consistió en elaborar y catalogar objetos de aprendizaje de distinto nivel de interactividad, se colocaron en repositorios que los profesores a través de la red Internet pueden acceder a ellos con su equipo de cómputo y utilizarlos como materiales didácticos de apoyo para trabajar en el aula (Heredia, 2010).

La incorporación de las TIC en la práctica cotidiana del docente de educación básica incluye el uso elemental de la computadora, Windows, software de oficina como Office, recursos multimedia atractivos y facilitadores del aprendizaje, entre otros. Está demostrado que las TIC han ganado terreno en el campo de la educación en todo el mundo y a todos los niveles educativos. La incorporación de las tecnologías en los procesos educativos van desde la definición del currículo, el diseño e implementación de estrategias pedagógicas y recursos didácticos que apoyen y favorezcan el desarrollo de nuevos aprendizajes, competencias y relaciones con el conocimiento (Santiago, Caballero, Gómez y Domínguez, 2013).

Por lo que respecta al tercer tramo de la educación básica, que es el bachillerato o preparatoria, se han evidenciado grandes avances con el subsistema de Prepa en Línea-SEP; de acuerdo con el informe de actividades de la SEP correspondiente al ejercicio 2016-2017, el 4% de los estudiantes activos en esta modalidad declara tener algún tipo de discapacidad, de los cuales el 66.9% tiene debilidad visual, el 20.7% discapacidad motriz, y el 12.4% discapacidad auditiva. Durante el ciclo escolar 2016-2017 se atendieron a un total de 45,763 alumnos que presentan algún tipo de discapacidad, de estos 77.9% se encuentran matriculados en las modalidades escolarizada y mixta (clases mediadas por tecnología combinadas con presencial), al comparar dichos datos con el ciclo escolar 2015-2016 donde

se atendieron a 42,255 estudiantes, se obtuvo un incremento de 3,508 alumnos más con respecto al ciclo anterior.

Otro dato importante de este informe, es la incorporación del Programa de Oportunidades para el Empleo a través de la Tecnología en las Américas (denominado POETA por sus siglas en español), un sistema hasta cierto punto parecido a Enciclomedia en cuanto a sus recursos aunque POETA es más avanzado en su tecnología porque incluye reconocimiento de voz. En el ciclo escolar 2016-2017 se contó con 47 aulas POETA, equipadas con pizarrones electrónicos, videos, proyectores, computadoras con acceso a Internet, mouse trackball, intellikey, multifuncional, terminales inteligentes Ncomputin y software de reconocimiento de voz, entre otros beneficios.

Asimismo, se elaboraron materiales didácticos y tecnología adaptada por tipo de discapacidad, ya sea física, visual, auditiva e intelectual. Se atendieron a 8,513 estudiantes durante este ciclo, de ellos, 3,192 que representan el 37.5% tienen discapacidad intelectual, 2,385 que simbolizan el 28% tienen discapacidad física o motriz, 1,412 representados con el 16.6% tienen discapacidad visual, 765 alumnos representados con el 9% tienen discapacidad auditiva y por último 759 estudiantes representados con el 8.9% tiene problemas de lenguaje. Hasta el momento, este es el proyecto de innovación incorporado a al sistema educativo con resultados más significativos en el ámbito de la discapacidad derivadas de sus características técnicas, aunque tampoco menciona las metodologías ni el sustento pedagógico detrás de las innovaciones.

Las TIC han aportado mucho al desarrollo de la sociedad, y su adopción en la educación sobre todo en el nivel superior es donde ha tenido una gran aceptación y grandes resultados; se han desarrollado modalidades educativas innovadoras basadas en los niveles de incorporación y uso de las nuevas tecnologías; de manera general, se han usado como apoyo a la educación presencial, como complemento a la educación formal dando origen al (*blended learning*), literalmente se podría traducir como aprendizaje mezclado, que es un modelo virtual-presencial conocido también como modelo semipresencial o semiescolarizado, donde un 50% de las clases se dan de manera presencial y el otro 50% se

da de manera virtual mediante el uso de plataformas tecnológicas de aprendizaje conocidas como LMS (*Learning Management Systems*).

En los últimos años el *e-Learning* (*Electronic Learning*) o aprendizaje electrónico ha marcado tendencia, se han creado universidades basadas totalmente en el uso de las tecnologías conocidas como universidades virtuales, aquí los estudiantes toman clases 100% en línea, y existen muchos ejemplos a nivel internacional como nacional, en México se puede encontrar a la UDG Virtual de Guadalajara, la Universidad Virtual del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), la Universidad Abierta y a Distancia de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), entre muchas otras (Ibarra, 2010).

De acuerdo con el Sistema Interactivo de Consulta de Estadística Educativa de la SEP (2020), en México hay 3310 escuelas e instituciones que ofrecen educación superior en modalidad escolarizada y 877 en modalidad no escolarizada. En el sector privado existen 5948 escuelas e instituciones que ofrecen educación superior en modalidad escolarizada, y 3255 ofrecen en modalidad no escolarizada. En un estudio realizado por Hernández, Aquino y García (2015) encontraron que sólo 5 instituciones de educación superior en México ofrecen educación a distancia para estudiantes con discapacidad visual.

Desde esta perspectiva, es evidente que aún hay mucho por hacer en el nivel universitario para crear oportunidades educativas adaptadas a personas con discapacidad. En la siguiente tabla Hernández, Aquino y García (2015) encontraron que solo 8 universidades mexicanas que han realizado adaptaciones en pro de la inclusión educativa de estudiantes con discapacidad, donde se puede apreciar la poca oferta de educación en línea para alumnos con discapacidad y, en particular, con discapacidad visual.

Si bien, las TIC son un objeto nuevo en el campo de las políticas públicas, la definición de los objetivos en el campo de la educación es un indicador importante para identificar el vínculo entre TIC y política; al respecto, la literatura existente en el ámbito de la discapacidad permite distinguir la presencia de dos grandes ejes en la definición de los

objetivos que persigue: *la alfabetización digital y el uso de las TIC como dispositivo pedagógico*; en el primero de ellos se justifica la adopción de programas masivos o universales para la adquisición de habilidades instrumentales para manejar la computadora, aquí el actor principal es la educación pública; en el segundo caso, en cambio, se desarrollan proyectos de carácter más experimental, de dimensión institucional, donde juegan un papel importante algunos de los actores de mayor perfil técnico (Arrieta y Montes 2011).

La integración de las TIC en el sistema educativo mexicano no es un fenómeno nuevo, desde sus orígenes se han incorporado distintos dispositivos y recursos tecnológicos para el uso pedagógico, sin embargo, el impacto de las TIC en la actualidad tienen otra perspectiva y son de mayor alcance, tales como el uso de Internet, celulares inteligentes (Smartphone's), computadoras de última generación con tecnología multimedia (TouchSmart), televisión digital (SmartTV) con acceso a recursos digitales en Internet, y sistemas de inteligencia artificial (SIA), las nuevas generaciones tienen acceso a todo esto y forman parte de los procesos masivos de comunicación, socialización y de su aprendizaje.

Todas las nuevas tecnologías de la información y comunicación (NTIC) han ido incorporando innovaciones a la forma de enseñar y aprender. La enseñanza asistida por computadora o enseñanza programada ha pasado por varias etapas, primero surgieron los paquetes instructivos en formato audiovisual después, el software educativo y la enseñanza asistida por ordenador, el multimedia en disco óptico de CD-ROM y, ahora, la enseñanza en línea (a través de cursos de teleformación distribuidos a través de la WWW (World Wide Web, red global) son los ejemplos más claros de esta concepción del uso de computadoras como máquinas que permiten empaquetar e individualizar la enseñanza.

Sin embargo, las mayores promesas proceden del intento de aplicar la inteligencia artificial al proceso de enseñanza-aprendizaje (Area, 2009); y en esta investigación se cree que la personalización de esta tecnología con capacidades para comunicarse con el usuario de manera natural usando el lenguaje humano, tiene grandes posibilidades de demostrar su potencial en ambientes de aprendizaje con discapacitados visuales.

Urretavizcaya (2001) considera que algunas de las actividades que realizan los sistemas inteligentes en el ámbito educativo son las de favorecer los procesos de aprendizaje en el estudiante desde dos perspectivas: una es realizar una tutorización guiada mediante un proceso de transmisión de conocimientos a través de estrategias de enseñanza establecidas; y otro, el de ofrecer una presentación de material docente que permita al estudiante adquirir conocimientos a través de sus propias estrategias de aprendizaje, desde el enfoque constructivista de la educación.

La autora muestra a los Sistemas Tutores Inteligentes (STI) y los entornos que permiten la construcción de STI con planteamientos didácticos y pedagógicos conducidos por la idea de una tutorización guiada; también considera que los sistemas que incluyen tecnología hipermedia se amolda más fácilmente a los planteamientos constructivistas; propone que la visión del aprendizaje colaborativo es posible, y finalmente, se centra en ciertos modelos de formación necesarios en ámbitos de educación formal, continua y ocupacional o para el trabajo, desde la perspectiva tecnológica de la Inteligencia Artificial (Urretavizcaya, 2001).

De manera general, se tiene cierta expectativa positiva al pretender usar la IA en este proyecto de investigación, ya que existen estudios de evaluación de los Sistemas Tutores Inteligentes que dan un nivel de confianza aceptable para implementarse en ambientes de aprendizaje con niños ciegos y débiles visuales, como el realizado por Cala (2014), aunque es una prueba piloto con los estudiantes, permite poner en evidencia que la mayoría de las decisiones tomadas respecto al diseño del sistema, permitieron crear STI que fueron bien recibidos y valorados por los alumnos en términos de usabilidad, calidad y motivación.

De acuerdo con Area (2009) la versión moderna y digitalizada de la vieja aspiración de crear máquinas autónomas con potencial instructivo son los STI y los hipermedia adaptativos. Aunque en este tipo de propuestas subyacen una serie de postulados o principios comunes a los distintos enfoques, tendencias o proyectos desarrollados. Es verdad que estos varían entre sí notablemente tanto por los supuestos conceptuales y

teóricos en los que se fundamentan, como en el tipo de productos desarrollados, pero comparten principios básicos como los siguientes:

- La enseñanza es susceptible de ser empaquetada, convertida en un producto final a través de un diseño tecnopedagógico;
- La máquina tiene el potencial de adaptar el programa de enseñanza a las características individuales de los sujetos facilitando de este modo una individualización y personalización de la educación frente a programas estándares y uniformes de enseñanza;
- La enseñanza a través de ordenadores permite que cada sujeto no esté sometido a la rigidez de horarios y espacios para la enseñanza, sino que permite una mayor autonomía al alumno en decidir el ritmo, secuencia y momento de estudio, por lo que, supuestamente se flexibiliza el proceso de aprendizaje;
- La tecnología, sobre todo la de última generación, tiene un enorme potencial para incrementar la motivación del alumno y facilitar la comprensión debido a su capacidad de uso e incorporación de recursos y elementos multimedia (p. 57).

Toda la tecnología puede tener potencial educativo, pero es importante evaluar las posibilidades que ofrece si esta fuera desconocida en el ámbito pedagógico, o investigar si existen experiencias previas que puedan dar indicios de cómo utilizarla; reparar en estas dos cosas antes de insertarlas en la educación permitirá saber cuáles son sus posibles ventajas y desventajas, anticipar algunos errores, alinear con el modelo educativo de la institución o que se propone en los planes de gobierno y políticas públicas, será primordial soportar su implementación con una teoría pedagógica para asegurar que se den aprendizajes significativos, y no sólo tenga la función de transmitir la información como cualquier otro medio de comunicación.

3.3.2. Marco jurídico de la discapacidad en México

En la literatura especializada, leyes y reglamentos mexicanos se usa indistintamente el concepto de incapacitados, minusválidos o discapacitados para referirse a las personas con algún tipo de discapacidad. En México a lo largo de la segunda mitad del siglo XX se van incorporando mejoras al marco jurídico para la protección de las personas con discapacidad; las primeras conquistas de derechos se dieron en el campo de la asistencia social.

Para el estado mexicano la clasificación de los derechos humanos se hace en dos vertientes:

- a) Los derechos humanos consignados en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que es la Carta Magna o norma fundamental que establece jurídicamente los derechos y libertades del pueblo mexicano; la cual se divide básicamente en 2 partes: *la dogmática y la orgánica*. La parte dogmática se localiza en el Título primero Capítulo I, designada con el nombre “*De los Derechos Humanos y sus Garantías*” que comprende del artículo 1° al 29, en lo particular, la parte dogmática trata del credo, la identidad y el sistema de garantías individuales, este último concepto evolucionó hasta la actualidad con las reformas constitucionales a la idea de derechos humanos (Diputados Gobierno de México, 2019).

Como puede apreciarse, su concepción es inclusiva, ya que no hace distinción en la protección de las garantías individuales entre personas con o sin discapacidad. Proteger los derechos humanos de todos los ciudadanos es menester de todo gobierno, y ésta debe promulgarse en las constituciones de cada país para asegurar los derechos de toda la familia humana sin discriminar por ningún motivo.

La parte orgánica contiene el cuerpo de normas, principios e instituciones que regulan la estructura, definición, atribuciones del Estado, es decir, definen la forma en que funcionan y están organizados los poderes del estado. En esta parte se encuentra el artículo 123

constitucional que dispone el siguiente derecho “*toda persona tiene derecho al trabajo digno y socialmente útil*”. En la Constitución actual se habla de los derechos sociales al referirse al sistema de normas e instituciones que regulan y promueven el bienestar social de todos los mexicanos (Gobierno de México, 2019).

- b) Los derechos humanos declarados por tratados, pactos, o convenios internacionales y que han pasado a ser parte del derecho positivo mexicano por el procedimiento que señala el artículo 133 constitucional que a la letra dice:

Esta Constitución y las leyes del Congreso de la Unión que emanen de ella y todos los tratados que estén de acuerdo con la misma, celebrados y que se celebren por el Presidente de la República, con aprobación del Senado, serán la Ley Suprema de toda la Unión (p. 399).

A este artículo se anclan todos los acuerdos de las Naciones Unidas, UNESCO y demás organismos internacionales que dictan las políticas de protección de las personas con discapacidad para todo el mundo. México forma parte de estos organismos y ha incorporado el marco jurídico de amparo y atención de los ciudadanos mexicanos con alguna discapacidad desde la Carta Magna.

En México, el reconocimiento y atención de las personas con discapacidad ha sido evolutivo; se encontraron sus antecedentes en políticas y programas de atención a personas con discapacidad desde 1950 con el enfoque médico, en esta década se registró un gran impulso en la medicina de rehabilitación para atender a niños afectados por enfermedades como la poliomielitis, y principalmente el rubro en el que se destacó la década de los años 50 fue la infraestructura hospitalaria, médicos y terapistas físicos (DOF, 2014). En 1959 se crea el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) (Gobierno de México, 2020).

En la década de los años 60 sigue avanzando la infraestructura con la creación del Instituto Nacional para la Protección a la Infancia (INPI), y la Institución Mexicana de Asistencia a

la Niñez (IMAN) (CONEVyT, SF). En la década de los años 70 se crea el Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF) en 1977 que constituye el primer esfuerzo nacional para la atención de personas con discapacidad. Su objetivo es brindar asistencia social, en beneficio de la población marginada, entre las que se cuentan las personas con discapacidad o las personas en desventaja social. En la década de los años 80 oficialmente es el inicio de las políticas públicas de asistencia para las personas con discapacidad, ejecutado a través del DIF hasta la actualidad (DOF, 2014).

Como se pudo constatar, el reconocimiento jurídico de la persona y en este caso el de los mexicanos está garantizado en la Carta Magna, y con ello las condiciones de igualdad, entonces, ante esta ley suprema, todos somos iguales sea cual sea el origen y condición, cada uno es libre de ejercer sus derechos, pero un factor que impide que un ciudadano pueda ejercer plenamente sus garantías individuales, es vivir en estado de discapacidad. Si una persona no es capaz de valerse por sí misma, está limitado para acceder a los derechos universales como es la vida misma, que se asegura con su acceso al sistema de salud.

Abordar al fenómeno de la discapacidad como un padecimiento, fue lo que permitió crear el modelo de atención basado en la medicina, surgiendo de esta manera el denominado *modelo médico o rehabilitatorio*, porque su finalidad era tratarla como una enfermedad para restablecer su condición normal. Sin embargo, debe entenderse que las condiciones de discapacidad tienen niveles de dificultad, por lo tanto, en las directrices que marcan los organismos internacionales como la OMS y la ONU, acerca de la atención a personas con estas condiciones y que deben observar los Estados miembros como México, están obligados a contemplar en su marco jurídico la atención temporal o permanente de cada situación. Es aquí donde el enfoque médico encuentra la justificación para que los Estados nación mantengan vigente dicho modelo hasta la actualidad.

Aunque han surgido nuevos modelos de atención apegados a derecho, no han venido a sustituir al anterior, por el contrario, han permitido que poco a poco este colectivo alcance un desarrollo integral y vaya conquistando espacios que su discapacidad y sociedad le han negado; conforme se ha ido legislando en su favor, esta población ha ido mejorando sus

condiciones de vida, comenzando por brindarles la oportunidad de ejercer sus demás derechos constitucionales inherentes a la dignidad humana, tales como: el acceso a la educación, trabajo, vivienda, esparcimiento, servicios públicos, en general a vivir una vida lo más normal posible.

Otro derecho inalienable es el acceso a la educación, que permite el pleno desarrollo de las habilidades, capacidades y talentos que todo ser humano tiene, inclusive cuando se piensa que no puede ser posible en casos como el de las personas discapacidad, el derecho a la educación posibilita en primera instancia, que una persona minusválida pueda desplegar todo el potencial enfocándose en sus capacidades, es decir, en todo lo que si puede hacer, y de aquello que no puede realizar y sea necesario para la vida, es importante tratar de desarrollarlo a un nivel que le permita desempeñarse satisfactoriamente en el entorno donde vive, entonces, el objetivo prioritario que debe perseguir la educación especial, es que el alumno logre su independencia, para ello, el docente deberá emplear metodologías, tecnologías o ayudas técnicas y materiales didácticos apropiadas a la discapacidad de sus estudiantes.

Lograr la independencia en una persona con discapacidad puede representar una labor titánica tanto para los familiares que los atienden como para los docentes, pero lograr su autonomía es una cuestión altamente relevante, ya que, de acuerdo a su edad, tipo y nivel discapacidad dependen la mayor parte del tiempo de terceras personas para hacer sus necesidades más básicas o realizar sus actividades cotidianas. Las leyes sobre educación deben asegurar que se cumplan dichos objetivos de independencia hasta alcanzar la autorrealización de la persona, tal como se muestra en la pirámide de Maslow comenzando por satisfacer las necesidades fisiológicas, luego las de seguridad, posteriormente las sociales, seguidas de estima y reconocimiento y en la cúspide de la pirámide la autorrealización.

Actualmente, se puede encontrar personas que dependen totalmente de sus familiares, o que dependen de animales, por ejemplo, el caso de los ciegos y deficientes visuales que usan perros guía para desplazarse, o el uso tecnología (ayudas técnicas) que sirven como apoyo

para realizar sus actividades cotidianas o laborales, o aquellos que utilizan algún tipo de prótesis quirúrgicas fijas para dar soporte y compensar su discapacidad.

Pérez (2005) define a las ayudas técnicas como aquellos instrumentos, dispositivos o herramientas que permiten a las personas con discapacidad temporal o permanente realizar actividades, que sin su ayuda no podrían realizar o requerirían de mayor esfuerzo.

Es posible generar independencia en las personas con discapacidad por medio de la rehabilitación médica, más el desarrollo de sus capacidades físicas y mentales por medio de una educación adaptada, y el apoyo de tecnología apropiada que compense su discapacidad. Si se crean leyes permanentes de apoyo a discapacitados que contribuyan a cumplir este trinomio básico de asistencia para el desarrollo de su autonomía, y se asegura que las instituciones responsables de ejecutar dichos mandatos cumplan con lo previsto en tales leyes, se estará creando un círculo virtuoso en beneficio de este sector vulnerable que tarde o temprano terminarán por dejar de ser una carga para sus familiares y el sistema.

Contar con el apoyo de ayudas técnicas debe ser un elemento fundamental al momento de promulgar leyes en pro de este sector de población, la generación de política pública debe traducirse en programas dirigidos a atender estas tres áreas de atención primaria, con reglas de operación claras y sancionables, para que en caso de incumplimiento por parte de las instancias encargadas de ejecutarlas se proceda legalmente, por actuar en contra de los derechos humanos de las personas más vulnerables. Esto, derivado de gestiones inadecuadas que se han dado en el pasado, donde se han desviado los recursos asignados a programas sociales y no se ha medido el impacto efectivo que han tenido en la sociedad.

La legislación en la materia debe propugnar los programas de integración e inclusión de este colectivo a la sociedad y al sector productivo, con la mejor preparación y soporte para estar en condiciones de desarrollarse de forma lo más normal posible, tal como hace la Fundación ONCE de España, donde se proporciona una formación integral con todo tipo de apoyos que van directamente a atender las necesidades primarias de desarrollo de estas personas y los resultados ha sido muy favorables.

Como se ha visto hasta aquí, si se asegura el derecho a la salud y educación de una persona con discapacidad estará en condiciones de ejercer sus demás derechos ciudadanos. También, se deben buscar acciones estratégicas legales que coadyuven a derribar las barreras sociales que impiden que este colectivo se inserte en espacios no solo educativos sino laborales, culturales y de cualquier otra naturaleza sin discriminación alguna.

Con la finalidad de rastrear las huellas de los programas de gobierno, destinados a apoyar y proteger los derechos de los mexicanos en condiciones de discapacidad, de los cuales hemos hablado anteriormente, se realizó una búsqueda de las leyes y reglamentos en el portal web del Diario Oficial de la Federación (DOF), que es el órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, que tiene como función principal publicar en toda la república: leyes, reglamentos, acuerdos, circulares, órdenes y demás actos de promulgación de leyes expedidas por los poderes de la Federación, a fin de que éstos sean observados y aplicados debidamente en sus respectivos ámbitos de competencia.

En este mismo sitio, se consultó la base de datos del Sistema de Compilación y Consulta del Orden Jurídico Nacional ([www.ordenjurídico.gob.mx](http://www.ordenjuridico.gob.mx)), sistema que nace del convenio de colaboración realizado entre la Secretaría de Gobernación y la Auditoría Superior de la Federación, cuyos alcances en cuanto al compromiso de colaborar involucra por igual a los tres niveles de gobierno: federal, estatal y municipal, así como a los organismos constitucionales autónomos (DOF, 2011).

En el análisis a dicha información se encontraron a 8 Secretarías involucradas en los programas de asistencia social al sector de población de discapacidad, ellas son: la Secretaría de Salud, Secretaría de Desarrollo Social, Secretaría de Educación Pública, Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Secretaría del Trabajo y Previsión Social, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia, Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación, y Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte, cabe aclarar que no siempre fue así, primero fue salud, luego

educación y posteriormente las demás conforme fue evolucionando la atención de forma integral a este colectivo.

El primer documento encontrado fue el *Decreto por el que se crea la Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad* con fecha 30 de mayo del año 2011, a cargo de la Secretaría de Desarrollo Social. Con la misma fecha fue publicada dicha ley y registra la última reforma el 12 de julio del 2018. En el artículo 1 define las disposiciones de este ordenamiento jurídico, cuyo objeto principal es reglamentar en lo que corresponda al:

Artículo 1o. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, estableciendo las condiciones en las que el Estado deberá promover, proteger y asegurar el pleno ejercicio de los derechos humanos y libertades fundamentales de las personas con discapacidad, asegurando su plena inclusión a la sociedad en un marco de respeto, igualdad y equiparación de oportunidades.

El artículo 2 define los conceptos a observar para efectos de esta ley comenzando por: 1) *accesibilidad*, es decir, acerca de la igualdad de acceso a espacios físicos, transporte, TIC, servicios e instalaciones abiertos al público en general; 2) *Ajustes razonables*, son las modificaciones y adaptaciones necesarias y adecuadas para que puedan gozar de todos los derechos humanos y libertades fundamentales; 3) *Asistencia social*, acciones tendientes a la protección, modificación y mejoramiento de las circunstancias para su integración social y productiva, hasta lograr su incorporación a una vida plena; 4) *Ayudas técnicas*, contar con dispositivos, herramientas, instrumentos tecnológicos y materiales que permitan habilitar, rehabilitar o compensar las limitaciones funcionales, motrices, sensoriales o intelectuales de las personas con discapacidad. El sistema que se propone en esta investigación entra en esta última categoría.

El punto 5) se refiere a las formas de comunicación que debe hacer cumplir esta ley para atender adecuadamente a las personas con discapacidad tales como: lenguaje oral, escrito y de señas, visualización de textos, sistema Braille, táctil, macrotipos, dispositivos multimedia escritos o auditivos de fácil acceso, lenguaje sencillo, medios de voz

digitalizada y otros modos, medios, sistemas y formatos aumentativos o alternativos de comunicación, incluida las TIC de fácil acceso. En este último punto es donde encuentra su justificación el sistema que se propone en este trabajo de investigación.

En el punto 6), se refiere particularmente al grupo social en situación de sordera, quienes utilizan una lengua que consiste en una serie de signos gestuales articulados con las manos acompañados de expresiones faciales, mirada intencional y movimiento corporal. Cabe aclarar que el artículo 20 de la misma ley se trata acerca de los medios de comunicación que deben implementar el uso de tecnología, intérpretes de la Lengua de Señas Mexicana para que faciliten el consumo de contenidos a la comunidad de sordos.

En el título 2, capítulo 1, artículo 7, se refiere al rubro de salud y asistencia social a personas con discapacidad; la Secretaría de Salud es la instancia encargada de fomentar este derecho para toda la comunidad de discapacitados, *a gozar del más alto nivel posible de salud, rehabilitación y habilitación sin discriminación*, a través de programas y servicios que deben ser diseñados y proporcionados tomando en cuenta criterios de calidad, especialización, género, gratuidad o precios a su alcance, proporcionar materiales didácticos y ayudas técnicas, establecer programas de becas.

Otra función importante designada a esta entidad gubernamental que tiene que ver con la innovación y compromiso social que tiene el programa de doctorado en investigación e innovación educativa de la BUAP, es la de promover programas de investigación, preservación y desarrollo de la lengua de señas mexicana, de las personas con discapacidad auditiva y de las formas de comunicación de las personas con discapacidad visual. Incorporar en el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología lineamientos que permitan la investigación y el desarrollo de bienes, servicios, equipo e instalaciones de diseño universal, como es el caso de la tiflotecnología propuesta en esta investigación.

Hasta aquí se ha evidenciado lo que se esperaba que se legislara en la presente ley, acerca del trinomio *salud+educación adaptada+ayudas técnicas* del que se ha hablado antes,

cualquier otra disposición adicional que emane de ésta servirá para enaltecer la dignidad de esta comunidad, siempre y cuando se lleve a cabo como se ha previsto.

El artículo 26, sección 4, habla de la inclusión de esta población como norma en las políticas y programas del Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, incluir la lengua de Señas Mexicana y la cultura de los sordos. En el artículo 25, instituye la promoción de la recreación, el desarrollo de capacidades artísticas y la protección de derechos de propiedad intelectual de las personas con discapacidad. En el artículo 26 ordena la difusión del respeto a la diversidad, promover adecuaciones físicas, uso de señalética para el acceso a recintos culturales, uso de materiales y tecnología con la finalidad de lograr su integración a estas actividades.

En el punto 7, se habla de la creación del Consejo Nacional para el Desarrollo y la Inclusión de las Personas con Discapacidad y sus atribuciones en coordinación con los integrantes de la Junta de Gobierno especificados en los subsecuentes artículos. Deberá observar el cumplimiento de esta ley en su ámbito de competencia, celebrar contratos con el sector privado y social para promover servicios y aportaciones de recursos para esta comunidad a cambio de estímulos fiscales a personas físicas o morales. Coordinar con las dependencias y entidades de gobierno en sus tres órdenes de gobierno los programas de accesibilidad, desarrollo urbano y vivienda, reformas legales, normas y certificación en instalaciones públicas y privadas para garantizar su acceso de forma segura y equitativa.

En el artículo 23, indica la competencia del Consejo en coordinación con el INEGI para desarrollar el Sistema Nacional de Información acerca de la Discapacidad en México, cuyo objetivo es proporcionar información de servicios públicos, privados o sociales, y todo tipo de información relacionada a esta población. En el capítulo IX, promover el acceso a la justicia con toda clase de ayudas técnicas, humanos para asesoría y representación legal, materiales tales como lengua de señas, código Braille, entre otras. La ley define que las atribuciones del Consejo están presentes en todos los artículos de dicha ley como un organismo coordinador y promotor del bienestar de la comunidad con discapacidad.

En el artículo 44, se define la integración de la Junta de Gobierno del Consejo, la cual cuenta con nueve representantes del Poder Ejecutivo Federal, uno de la Comisión Nacional de los Derechos Humanos y cinco representantes de la Asamblea Consultiva. Los representantes del Poder Ejecutivo Federal serán los titulares de las siguientes dependencias y entidades: Secretaría de Salud, Secretaría de Desarrollo Social, Secretaría de Educación Pública, Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Secretaría del Trabajo y Previsión Social, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia, Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación, y Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte, todas tienen atribuciones para crear planes y programas de inclusión, respeto a los derechos humanos de acuerdo a su ámbito de competencia.

De acuerdo con el Artículo 21, la Secretaría de Desarrollo Social debe fomentar el derecho de las personas con discapacidad a un mejor índice de desarrollo humano así como el de sus familiares, abarca la alimentación, vestido y vivienda necesarios y adecuados para mejorar continuamente sus condiciones de vida, sin discriminación alguna. Sin embargo, es excluyente al hacer énfasis en “asistencia social para personas con discapacidad en situación de pobreza, abandono o marginación”.

La función de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público se limita a supervisar el cumplimiento del Consejo conforme a esta ley, elaborar su presupuesto anual y el informe de actividades del ejercicio. En el Artículo 11 se aborda otro elemento central de apoyo a las personas con discapacidad para alcanzar su plena autonomía, la relacionada con su integración al campo laboral, cuya dependencia encargada de asegurar su cumplimiento es la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, quien promoverá su derecho al trabajo en igualdad de oportunidades y equidad, que les otorgue certeza en su desarrollo personal, social y laboral sin discriminación. Para ello deberá diseñar, ejecutar, evaluar políticas públicas de inclusión, creación de bolsas de trabajo, agencias de integración y capacitación.

Uno de los derechos que se ha violentado de forma general por la sociedad mexicana, es el acceso de las personas con discapacidad al sistema de transporte y el uso espacios

destinados a este grupo de población, ya que existe muy poca educación y sensibilización hacia las necesidades de esta comunidad. López y Hernández (2016) consideran que la cultura de la indiferencia, la falta de conciencia y empatía de la gente, la falta de respeto en el uso de los espacios y medios exclusivos para personas con discapacidad. La Secretaría de Comunicaciones y Transportes es la encargada de promover sin discriminación el derecho de las personas con discapacidad al acceso a transporte, los sistemas y las tecnologías de la información y las comunicaciones, particularmente aquellas que contribuyan a su independencia y desarrollo integral.

En cuanto a las *responsabilidades y sanciones*, el artículo 60 se refiere al incumplimiento de los preceptos establecidos por esta Ley será sancionado conforme lo prevé la Ley Federal de Responsabilidades Administrativas de los Servidores Públicos, la Ley Federal de Responsabilidades de los Servidores Públicos y demás ordenamientos aplicables. Si bien, el objetivo de la presente investigación no es abundar acerca del tema de las sanciones, si el de comprobar que existieran leyes y ordenamientos como medios de control para su correcta aplicación.

También se encontró en la base de datos que el Reglamento que rige la aplicación de la Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad, se emitió en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2012, es decir, un año y medio después de haber publicado dicha ley en el mismo medio, es importante aclarar que hasta la fecha este reglamento no ha tenido reformas. Esto indica que a pesar de que las acciones del Gobierno de México han mostrado interés en legislar para atender las necesidades de la comunidad con discapacidad, parece indicar que no hubo seguimiento, voluntad política o es muy complejo hacerlo de forma sostenida.

Ley General para la Atención y Protección a Personas con la Condición del Espectro Autista se publicó el 30 de abril del año 2015, el 27 de mayo del 2016 tuvo algunas reformas pero su respectivo reglamento de operación se publicó en el DOF hasta el 21 de julio del 2016. Parece una constante en la publicación de dichas normas y reglamentos que Se publiquen las leyes y reglamentos no en forma coordinada.

Otras leyes que se encontraron en este repositorio oficial que dan certeza a la protección jurídica de los derechos de las personas con discapacidad, son la Ley Federal para Prevenir y Eliminar la Discriminación, publicada el 11 de junio del año 2011 y su última reforma se dio el 21 de junio del 2018. El 18 de agosto del 2011 se publicó el Reglamento de la Junta de Gobierno del Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación. Esta legislación en la materia, prueba que en pleno siglo XXI México se está avanzando en acciones a favor de este colectivo. Dichas leyes y reglamentos permiten impulsar la plena integración e inclusión a la sociedad de dichas personas, a través de la protección de los derechos humanos que garantiza la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, así como de sus necesidades fundamentales.

A partir de la década de los años 90 es cuando se comienzan a expandirse las estructuras de gobierno para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad, con la creación de nuevas unidades administrativas dentro de las instituciones que tradicionalmente habían manejado los programas de apoyo a la discapacidad, tales instituciones son la Secretaría de Salud atendiendo desde el enfoque médico de la discapacidad, posteriormente se incorpora la Secretaría de Educación Pública en un nuevo modelo de atención basado en la educación de este sector de población y demás secretarías mencionadas anteriormente.

Se encontró que a partir diciembre del año 2010, se emite el Acuerdo número 573, primer documento oficial por el que se publican las reglas de operación del programa de fortalecimiento de la Educación Especial y de la Integración Educativa, cuya institución responsable de su emisión es la Secretaría de Educación Pública federal. Posteriormente cada año y en todas las entidades del país se emiten para cada una de ellas un documento con dichas reglas.

3.3.3. Marco Jurídico Estatal

Como se mencionó anteriormente, cada entidad federativa es responsable de ejecutar las leyes y programas de apoyo a las personas con discapacidad en función de las leyes

supremas del gobierno federal, dar cumplimiento de acuerdo a los reglamentos de operación ya que los recursos económicos asignados son auditables por la federación.

Adicional a lo expuesto en el párrafo anterior, las entidades pueden crear políticas y programas estatales que coadyuven o refuerzen las acciones implementadas por el gobierno federal, de tal forma que se fortalezcan las políticas públicas en la materia. A continuación se muestra un extracto de la normatividad jurídica estado de Puebla que contempla la protección de los derechos fundamentales de las personas con discapacidad, con la finalidad de evidenciar el grado de penetración e impacto de las políticas mexicanas en este ámbito.

Acuerdo por el que el Ejecutivo Estatal, expide el Reglamento de la Ley de Integración Social de Personas con Discapacidad del Estado de Puebla. Dicho documento fue publicado en la Sexta Sección del Periódico Oficial del Estado de Puebla en 1997. El reglamento aborda artículos que tienen que ver con la protección contra el maltrato físico o de palabra, aislamiento o carencia de prerrogativas que le otorgan las leyes para su realización personal e integración social respecto a la educación, trabajo y salud descrita en el artículo 9o. (p.4), incluso, el artículo 12 contempla un punto sobre la prevención de la discapacidad como una forma de impedir la progresión del padecimiento a través de la capacitación o ejecución de actividades programadas para la identificación temprana y atención oportuna a través de procesos físicos, psíquicos, deportivos y sociales (p.5).

Respecto a la educación de carácter especial, tiene preferencia por los menores de edad para evitar su exclusión del desarrollo cultural y social; y en el caso de las personas con discapacidad pero con aptitudes para la educación regular, recibirán ésta en los planteles en donde se imparte esa educación a los demás escolares coadyuvando a la integración social de este grupo de personas.

Las disposiciones legales descritas en el artículo 37, fracción II, dicta que el esfuerzo debe estar encaminado al desarrollo de habilidades, así como del comportamiento y aptitudes para llegar a adquirir la mayor autonomía posible; y en la fracción V del mismo artículo,

hace énfasis en el derecho que obtiene el discapacitado al obtener gradual y sistemáticamente el mejor beneficio de la educación especial, a fin de incorporar al mayor número de ellos a la capacitación técnica, cultura media y superior.

En cuanto a la rehabilitación laboral y capacitación para el trabajo, el artículo 40, indica la búsqueda de la consecución de la aptitud física e intelectual para el trabajo, a través de la valoración de sus aptitudes así como de sus potencialidades definidas en el artículo 41 fracción I, con la finalidad de incorporar a éstos a la vida productiva conforme a su aptitud para el trabajo; mismo que deberá ser digno, remunerado, compatible a la edad, al grado escolar y resultados de la rehabilitación definido en el artículo 42.

En relación a la salud se promueve la rehabilitación del discapacitado, en el artículo 26, se refiere a ésta como,

Un proceso de duración limitada y con objetivo definido, encaminada a favorecer a una persona con deficiencias, para alcanzar la condición física, psicológica, y social óptima, proporcionándole los medios que modifican su propia vida; pudiendo comprender también actividades que compensen la pérdida total o parcial de una función y aquéllas que tiendan a facilitarle su adaptación social (p.9).

Además se contempla la atención y tratamiento médico, detección temprana de las discapacidades, así como su diagnóstico e intervención; y en caso de ser necesario contar con asesoría, asistencia social y psicológica, el suministro de ayudas funcionales como órtesis o prótesis, servicios educativos especializados y seguimiento, entre otros.

En el sector de educación, México se encuentra en un proceso de transición y transformación del Sistema Educativo desde las políticas públicas, las cuales buscan y enriquecer los procesos educativos a toda la población del país sin exclusión alguna. Acorde a las recomendaciones de la UNESCO y a las que hace referencia Van (1991), respecto a la legislación sobre la educación de las personas discapacitadas, el planeamiento, la organización y la gestión de la educación especial, las estrategias de educación, con especial atención en la educación integrada y la rehabilitación basada en la comunidad, la

formación del personal y la tecnología, México incluye en su legislación por decreto oficial el *Programa Nacional para el Desarrollo y la Inclusión de las Personas con Discapacidad*, que atiende las disposiciones internacionales y nacionales en materia de derechos humanos de las personas con discapacidad.

En la Descripción del objetivo 4 del DOF (2014), párrafo cuarto habla de las Acciones prioritarias del gobierno para garantizar el derecho de las personas con discapacidad son,

en el marco de la reforma educativa, la definición de un modelo para la educación inclusiva de la mayoría de la población con discapacidad y la educación especial de quienes lo requieren; la sensibilización y capacitación a directivos, maestros, alumnos y padres de familia; la adecuación de infraestructura educativa; la dotación de apoyos administrativos, didácticos o tecnológicos, y la implementación de la Lengua de Señas Mexicana y el Sistema de Escritura Braille (DOF, 2014, Descripción del objetivo 4).

En el punto *g del funcionamiento de la comisión estatal*, menciona otra acción que es necesaria llevar a cabo, “mejorar las técnicas de la investigación, y los equipos para la rehabilitación, a fin de evitar la dependencia de tecnología extranjera”; esta va de la mano con la estrategia 3.5.9 descrita en el Programa Nacional para el Desarrollo y la Inclusión de las Personas con Discapacidad 2014-2018; ”incluye el mandato de *promover la implementación de tecnología accesible que posibilite la capacitación y el trabajo a personas con discapacidad*”, así como la estrategia 4.3 habla de *incentivar la investigación, desarrollo científico y tecnológico de y para las personas con discapacidad*. En el apartado de *Ayudas Técnicas sugiere el uso de dispositivos tecnológicos y materiales que permiten habilitar, rehabilitar o compensar una o más limitaciones funcionales, motrices, sensoriales o intelectuales de las personas con discapacidad* (DOF, 2014, p.38).

En este último párrafo se hace hincapié en las ayudas técnicas desde la perspectiva de la investigación para su desarrollo nacional, y evitar con ello la importación de dichas tecnologías que pudieran a poyar o compensar las discapacidades de los ciudadanos. Aquí

es donde toma mayor relevancia el proyecto motivo de esta investigación, contribuir con un tipo de ayuda técnica para este sector de población y el desarrollo de investigación en este ámbito.

La máxima casa de estudios del Estado, la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla en la Biblioteca Central cuenta con una Coordinación de atención a personas con discapacidad visual, donde se puede acceder a materiales educativos como audiolibros, libros escritos en Braille, realizó la adecuación del examen de admisión en una sala tiflotécnica, mantiene relaciones de colaboración para intercambiar materiales educativos tales como: audiolibros, libros en Braille, además de contar con impresora en código Braille, brinda también apoyo para realizar tareas y capacitación en TIC para invidentes.

3.3.5. Contexto Institucional

La institución donde se llevó a cabo el estudio es el Centro de Atención Múltiple (CAM) Club de Leones, dependiente de la Secretaría de Educación Pública del Estado de Puebla, antes denominado Escuela Hogar para Niños Ciegos. En 1955 se fundó esta Escuela Hogar auspiciada principalmente por el Club de Leones y con el apoyo del gobierno del estado de Puebla. En 1997 se convirtió en un Centro de Atención a la discapacidad Múltiple dependiente de la SEP cambiando su denominación a “CAM Club de Leones”, la escuela funciona en dos horarios, matutino y vespertino; como todos los CAM sus objetivos son:

- Facilitar a las personas con alguna discapacidad visual las herramientas que les permitan ser independientes en su vida personal, en el ámbito escolar y laboral.
- Buscar su integración e inclusión educativa al sistema tradicional y la inclusión social y laboral de forma plena.
- Orientación espacial y desarrollo de movilidad con el uso adecuado del bastón.
- Capacitación en actividades de la vida diaria tales como labores domésticas y arreglo personal.
- Capacitación para la lectura y escritura con el sistema Braille.

- Orientación laboral y búsqueda de oportunidades de trabajo para el discapacitado visual.
- Adicionalmente ofrece orientación en computación, e intervención temprana.

Su Misión es favorecer el acceso y permanencia en el sistema educativo de niños, niñas y jóvenes que presenten necesidades educativas especiales, otorgando prioridad a aquellos con algún tipo de discapacidad, proporcionando los apoyos indispensables dentro de un marco de equidad, pertinencia y calidad, que les permita desarrollar sus capacidades al máximo para integrarse educativa, social y laboralmente.

En sus comienzos como CAM brindaba atención a adultos ciegos, posteriormente se incorporaron niños y compartían el mismo salón de clases; actualmente, sólo atiende a niños en dos niveles: preescolar y primaria, tal como ocurre en una escuela tradicional, los grupos se organizan por grado, en preescolar de primero a tercero y en primaria de primero a sexto.

El personal se integra por un equipo de trabajo inter y multidisciplinario y se compone de la siguiente manera: 1 Directora, 2 maestros para el área de orientación y movilidad, 1 psicóloga, 1 en trabajo social; 3 maestras para el grupo B de preescolar con el apoyo de 1 docente en formación; para preescolar A, 1 docente titular de grupo, 1 docente de apoyo, más 1 docente en formación del BINE; para 2º, 3º, y 5º, 1 maestra titular de grupo, 1 auxiliar de grupo y 1 docente en formación del BINE; Para el grupo G, 1 docente de grupo y 1 docente en formación, además 3 profesores para educación física y 2 terapeutas físicos; para el grupo D, 1 docente responsable de grupo y 1 docente en formación del BINE; para todos los grados hay 1 docente con discapacidad visual experta en Braille, y 2 para orientación y movilidad; el CAM cuenta además con 1 persona para trabajo social, 1 secretaria, 1 persona de intendencia y 1 para transporte escolar.

El perfil profesional, tanto de la directora del CAM, como de las maestras titulares de grupo son especialistas en educación especial y discapacidad múltiple, otras en discapacidad visual, sistema Braille, y tecnología educativa. Todos comprometidos para realizar su

trabajo con eficiencia, profesionalismo y calidad para satisfacer las necesidades educativas especiales de los alumnos con discapacidad severa o múltiple, así como trastornos generalizados del desarrollo.

El trabajo con los niños está orientado a desarrollar habilidades adaptativas, conceptuales, y prácticas tanto para adquirir de lectura y escritura con el sistema Braille, como para el desarrollo de habilidades sociales y para la vida cotidiana con el fin de lograr su independencia, y el desarrollo de habilidades psicomotoras a través de la educación física.

Los materiales especiales que usan son las computadoras con materiales educativos en audiovisuales, el ábaco, la máquina perkins, calculadora parlante, geometría; los materiales necesarios para matemáticas, español, y ciencias que no tienen, las maestras diseñan y fabrican sus propios materiales didácticos usando material reciclado, texturas, relieve, formas y tamaños acordes a su discapacidad. El atraso en estas áreas puede llegar hasta dos años de desfase por falta de materiales y herramientas adecuadas. En el caso de la maestra de computación carecen de esta persona y las maestras titulares no pueden cumplir con el doble rol de esta maestra, por lo tanto, llevan un atraso importante en esta área.

De acuerdo a lo anterior, resulta de gran utilidad para esta comunidad estudiantil dotarlos de herramientas tecnológicas y materiales educativos apropiados a su discapacidad. Se consideró que el uso de tecnología auditiva sirva de soporte para interactuar con la computadora y hacer uso de la tecnología sin que su discapacidad visual sea un obstáculo para su aprendizaje y desarrollo.

3.4. Condiciones de discapacidad visual y el desarrollo de competencias digitales

Por mucho tiempo la población de discapacitados visuales ha estado marginada en varios aspectos de la vida, en lo político, económico, social y cultural. Desde la perspectiva de la innovación educativa no ha sido diferente, existe la imperiosa necesidad de voltear a ver el entorno, las condiciones, la metodología, los materiales educativos, las herramientas de apoyo para el aprendizaje, las características de la práctica educativa, el cumplimiento de

los objetivos de aprendizaje, y los actores principales del proceso de enseñanza-aprendizaje de los ambientes de atención a personas ciegas y deficientes visuales, es un campo prácticamente fértil para la investigación y la innovación.

La mayoría de los sistemas educativos del mundo, tienen una gran deuda con la educación especial, en general, les hace falta recursos humanos especializados, recursos financieros suficientes para cubrir sus necesidades particulares, materiales educativos especializados, infraestructura física y tecnológica apropiada, servicios en general y recursos metodológicos adecuados. Todo este atraso tiene una explicación, y es, que, su atención es prácticamente nueva en política gubernamental, y son las asociaciones civiles quienes más se han abocado a atender las necesidades educativas de la población discapacitada.

Las directrices dictadas por los organismos internacionales como la ONU marcan el comienzo de la creación de política gubernamental para la atención a personas con discapacidad, y el origen de la educación como un derecho de todos, se encuentra en la *Declaración Universal de los Derechos Humanos* en 1948 y ratificada en 1989 por la *Convención de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Niños*, estos dos documentos abanderan la igualdad de todos los seres humanos en dignidad y derechos.

La educación es un derecho inalienable de todo ser humano, sin embargo, las personas con discapacidad tradicionalmente eran excluidas o marginadas en la escuela regular por considerarse no aptos para el aprendizaje, cuando en realidad se trataba de no estar preparados para atender a personas con necesidades educativas especiales, ya que el ambiente de aprendizaje como sus recursos, actores y procesos son diferentes y requiere de otras condiciones (ONU, SF, UNICEF, 2006).

Por lo tanto, el derecho a la educación para todos surge a mediados del siglo XX, tiene escasamente 70 años de vida esta iniciativa (UNESCO-UNICEF, 2008). Aunque de acuerdo con la propia ONU, sf, p. 10), cuando la sociedad comenzó gradualmente a reconocer su responsabilidad como parte de la asistencia social organizada hacia los seres humanos físicamente y mentalmente defectuosos, se dio el surgimiento de las escuelas para niños

discapacitados con apoyo a sus familiares; y su finalidad era hacer más sencilla la vida de estas personas.

Aunque en el siglo XVIII y XIX ya existían en Europa algunas escuelas para discapacitados: en 1780 en Suiza se creó una institución dedicada al cuidado de los discapacitados, en 1786 en Francia se fundó la primera escuela para ciegos, y posteriormente en Inglaterra en 1791, en 1845 en Alemania se fundaron la Escuela Estatal para Ciegos y Deficientes Visuales (Neuwied) y la escuela Louis Braille Düren. El *Royal Institute for the Blind*, ahora nombrado Instituto Nacional de la Juventud Ciega fundado en 1784; y en 1819 en Barcelona, España; la primera escuela para ciegos que se fundó en Estados Unidos fue en Boston en 1829 llamada *Perkinschool for the blind*, lo que demuestra el firme interés de la sociedad en educar las habilidades de los ciegos o deficientes visuales Halten P. (2003).

A partir de que se reconocen los derechos de todos los integrantes de la familia humana sin importar su origen o condición, con esta acción se visibilizan los sectores de la población que habían permanecido invisibles o marginados durante mucho tiempo, como lo menciona la ONU (1994, p.4) en las ***normas uniformes sobre la igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad***; el rechazo y segregación de este sector de población es derivada de factores sociales como la ignorancia, el abandono, la superstición y el miedo, que a lo largo de toda la historia no solo han aislado a las personas con discapacidad sino que han retrasado su desarrollo en todos los ámbitos de la vida.

Es un hecho que el avance en política gubernamental asegura que las personas con discapacidad cuenten con los recursos y oportunidades suficientes para igualar sus condiciones de vida y participen activamente en la sociedad, prueba de ello, es que con el tiempo, en países como España, Estados Unidos, y Chile donde se han volcado distintas instancias del aparato del estado a apoyar e integrar social, laboral, cultural, y económicamente a las personas con discapacidad visual está generando bienestar y oportunidades de desarrollo a este grupo de personas.

Gracias al avance de la política en materia de discapacidad, en muchos otros países del mundo se pasó de un modelo médico-rehabilitatorio a un modelo educativo más prometedor, es así como este grupo social se ha incorporado al sistema productivo de manera paulatina con miras a conseguir condiciones de vida dignas y cada vez más equitativas. Si bien, no todo es responsabilidad del estado, las normas en cuestión sugieren cumplir ciertos requisitos para la igualdad de participación por parte de éste:

Artículo 1. Mayor toma de conciencia. Los Estados deben iniciar y promover programas encaminados a hacer que las personas con discapacidad cobren mayor conciencia de sus derechos y posibilidades. Una mayor autonomía y la creación de condiciones para la participación plena en la sociedad permitirán a esas personas aprovechar las oportunidades a su alcance ONU (1994, p.12).

La innovación educativa en el ámbito de la discapacidad se ha dado pasando del modelo de educación especial a la integración escolar y posteriormente a la escuela inclusiva, éstos constituyen una innovación en los sistemas educativos en todo el mundo, representa cierto avance en la democratización de la educación al aceptar a los miembros de todos los sectores sociales, pero, el enfoque de la educación inclusiva es relativamente reciente, tiene escasamente década y media, referida en los textos: Temario Abierto sobre Educación Inclusiva. Materiales de apoyo para Responsables de Políticas Educativas de la UNESCO (2004), y Nueva Perspectiva y Visión de la Educación Especial. Informe de la Comisión de Expertos de MINEDUC (2004).

3.5. Los pecados en la educación especial

Aunado a lo anterior, un pecado capital en la educación de las personas con discapacidad, y especialmente en niños con ceguera y deficiencia visual es el conservadurismo, visto como la escasez de innovación que motiva en el estudiante una respuesta positiva hacia el aprendizaje de algunas áreas tales como: español, matemáticas, ciencias naturales, nuevas tecnologías de información y comunicación por mencionar algunas.

Ese vicio que tiene su origen en la falta de interés por educar a quien no se consideraba apto para educarse, en una educación exclusiva de personas perfectas, o libres de defectos, ésta ha sido la principal razón de esta educación inmoral. Inmoral porque va en contra de lo humanamente correcto, desde el punto de vista del obrar de todo aquél que se considera buen padre de familia, maestro o buena persona por generalizar a la sociedad en su conjunto con respecto a este colectivo, en virtud del desarrollo de una vida normal, tanto individual como social, y que depende de esa moral comunal. Se ha usado el término capital no por el tamaño del descuido sino porque es la raíz de otros vicios como son: *la soberbia, el desinterés, (tacañería, desprendimiento, disgusto), (indiferencia, conformidad)*.

La soberbia, porque las personas "normales" encargadas de la educación de las personas con discapacidad, llámeselos padres, maestros o sociedad en general, tienen un sentimiento de superioridad sobre los "anormales", con la falsa creencia de ostentar el poder sobre los de menor capacidad, de gobernar las vidas de los que consideran inferiores, tomando decisiones arbitrarias a lo que se espera en una educación acorde al siglo XXI, abandonándolos en la permanencia, en un modelo con filosofía educativa obsoleta, de estructuras rígidas, inamovibles e inmutables, en un modelo magistrocéntrico, donde el docente sigue siendo el centro del aprendizaje, y alumno un receptor de las migajas del conocimiento del docente, que se jacta inconscientemente de ser la fuente de todo aprendizaje y conocimiento de un discapacitado, dejando de lado la posibilidad de que el alumno indague y descubra por sí mismo el conocimiento, promoviendo así su autonomía.

Ese endiosamiento debe contrarrestarse con humildad y prudencia, porque todos los seres humanos tenemos nuestras propias debilidades y limitaciones, y no hay razón para sentirse superior a cualquier otro miembro de la familia humana, sino de pugnar por la igualdad social. La prudencia, nos conducirá con cautela y moderación hacia este sector vulnerable de la población, permitiendo bajarse a su nivel para comprender sus verdaderas necesidades, sentimientos, miedos, emociones y retos que debe afrontar todos los días; de esta manera, al empatizar con ellos, se puede tener una clara idea de dónde se necesita innovar y cuáles son sus prioridades.

El desinterés, es la actitud negligente de parte de los educadores de nivel básico hacia los niños con discapacidad, presente en la actualidad disfrazado de apatía, indolencia o indiferencia entorno a las necesidades de los más desamparados, que no solo representa un acto ruin en sí mismo, sino que hiere profundamente a esos seres indefensos, violando sus derechos humanos conscientemente, y condenándolos a vivir en pobreza extrema, porque sus pseudomaestros aplican la pedagogía de la dádiva basada en la pereza por servir a este sector de población vulnerable.

Como ejemplo de lo anterior, se puede citar un caso publicado en el Diario ABC de Zihuatanejo, Guerrero, fechado el 1 de julio del año 2016, donde maestros de nivel básico mostraron total desinterés y apatía al no asistir a un curso de capacitación para atender a alumnos con alguna discapacidad, registrando una asistencia menor al 40% del personal docente que debió tomar el curso emprendido por la SEP para este municipio (Domínguez, 2016).

Ese desgano no ha cambiado mucho en los últimos años, ya que, 10 años atrás al ejemplo anterior, en una publicación del Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE), se evidencia que durante los ciclos escolares (2006-2007 y 2007-2008) la participación de los docentes en cursos de actualización relacionados con la atención de niños con necesidades educativas especiales (NEE) la mayoría de las maestras de educación preescolar no había tomado los cursos sobre atención a niños con NEE, el Promedio nacional sin incluir la modalidad comunitaria alcanzó el 61.7%, el 25.8% asistió al menos a un curso, el 7.5% asistió a dos cursos y solo el 5% a 3 o más cursos, como puede apreciarse en la figura número 3 (INEE, SF).

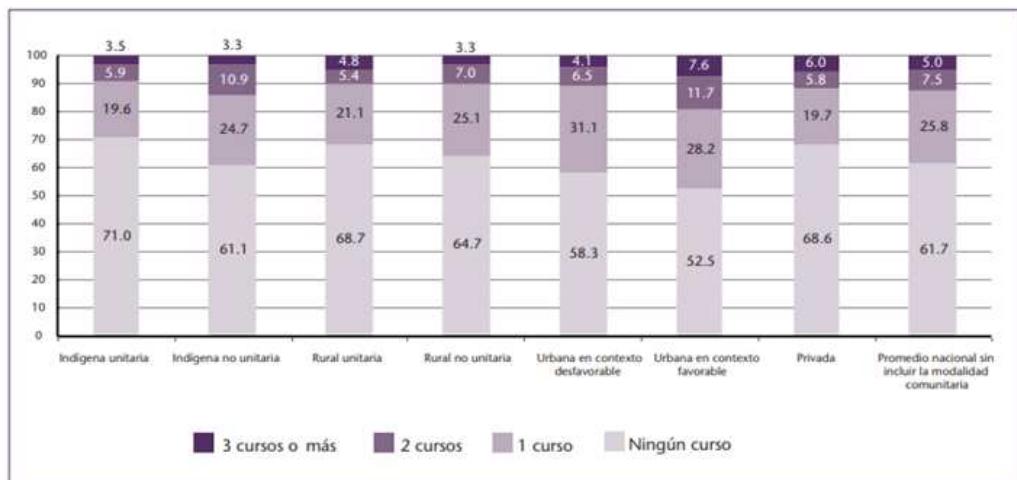


Figura 3. Porcentaje de docentes que tomaron cursos sobre atención a niños con NEE en los ciclos escolares 2006/2007 y 2007/2008, por modalidad educativa sin incluir la comunitaria.

Fuente: INEE (S.F.)

Es evidente la falta de compromiso del docente con este grupo de población, sin embargo, se presume que es derivada de otros factores como: la falta de oferta de cursos, la inadecuación de éstos a las necesidades de los maestros, sus costos y los gastos asociados a la asistencia (transporte, alimentación, materiales), entre otros; aunque tampoco existe evidencia que dichos maestros estén proponiendo otras alternativas de solución a los problemas que les impiden capacitarse, o que, de manera proactiva, prueben modelos educativos para atender eficientemente a los alumnos con alguna discapacidad.

De acuerdo con Salas (2011), en España con la entrada de la Ley Orgánica General del Sistema Educativo (LOGSE), del 3 de octubre de 1990, entró en vigor la atención a la diversidad de los alumnos en las escuelas de educación regular, convirtiéndose en colegios de integración y cerrando los colegios de atención específica. En su experiencia, para poder atender adecuadamente a la diversidad de los alumnos es necesario que se den algunas condiciones, como las siguientes:

1.- Conocimientos y procedimientos: los profesores de todos los niveles educativos deben estar formados en sus propias disciplinas y en la atención específica que requieren los alumnos.

2.- Actitud: atender a la diversidad con una actitud positiva y colaboradora.

3.- La convicción de la importancia de ser profesor, de que son personas significativas para sus alumnos y que, al menos una parte de su futuro estará determinada por lo que hagan o dejen de hacer sus profesores, y más en el caso de estudiantes con dificultades de aprendizaje o con alguna otra discapacidad.

4.- Recursos: para poder atender de forma adecuada a la diversidad de los alumnos es imprescindible también la existencia de adecuados recursos materiales. Más docentes capacitados y personal especializado de apoyo (Salas, 2011. P. 10).

De manera general, en América Latina la inclusión educativa aún está en pañales; algunos países han logrado avances importantes al probar nuevas fórmulas para hacer las cosas, por ejemplo: En Ecuador se ha implementado la capacitación docente de manera continua por parte del ministerio de educación, de 2015 a 2017 capacitó a 106,296 profesores, y en 2016 actualizó a un currículo más flexible, incorporó un apartado en la planificación microcurricular del docente, donde de acuerdo a la necesidad educativa de los estudiantes se deben especificar las adaptaciones curriculares, se optó por una metodología personalizada.

El modelo incluye a un tutor y a un profesor sombra, éste último psicólogo de formación, quien es un aliado y soporte del niño discapacitado, cuyo objetivo es facilitar su proceso de enseñanza-aprendizaje, está todo el tiempo detrás del alumno, lo acompaña, le brinda herramientas y adapta el currículo junto al tutor responsable. No obstante, la atención a este grupo de personas apenas llega al 1% de la cifra nacional de alumnos con discapacidad en este país (4,409,841); El modelo representa un compromiso e innovación de las instituciones de gobierno y particulares por apoyar al colectivo en riesgo social (Heredia, 2017).

3.6. Causas de la desmotivación en el aprendizaje de niños con discapacidad visual

Los raquínicos resultados en los avances por lograr la independencia y desarrollo profesional de los alumnos con discapacidad, tienen una explicación multifactorial, la falta de voluntad política para atender los problemas básicos como salud, rehabilitación, y

educación, de este colectivo, así como, mantener a los Centros de atención a la discapacidad, y dotarlos de recursos financieros, técnicos, herramientas, y materiales necesarios para su correcto funcionamiento y cumplimiento de su misión. Prueba de ello, es una carta que escribió Stephen Hawking para el prólogo del *Informe Mundial sobre la Discapacidad 2011*, editado por la OMS y el Banco Mundial. Hawking, uno de los científicos en astrofísica más prominentes del siglo XX y vigente hasta la actualidad, quedó en situación de discapacidad a los 21 años, a causa de una enfermedad motoneuronal relacionada con la esclerosis lateral amiotrófica, consciente de la problemática que vive un discapacitado, menciona lo siguiente:

Los gobiernos del mundo no pueden seguir pasando por alto a los cientos de millones de personas con discapacidad a quienes se les niega el acceso a la salud, la rehabilitación, el apoyo, la educación y el empleo, y a los que nunca se les ofrece la oportunidad de brillar (OMS-BM, 2011, p.3).

De acuerdo a algunas experiencias de algunos docentes de la BUAP, las causas que no han permitido que los estudiantes con discapacidad vayan ganando terreno en la educación superior, tienen que ver con la actitud y conocimiento de los docentes para manejar la educación especial, la actitud positiva del resto de los alumnos, los recursos técnicos y ayudas que necesitan, las metodologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje, las adaptaciones curriculares, entre otras. En México, son muy pocos quienes con mucho esfuerzo y dedicación logran obtener un título universitario de manera honrosa.

De acuerdo con el INEGI,

El nivel educativo predominante de la población con discapacidad de 15 años y más es la primaria: de cada 100 personas, 45 tienen ese nivel. Cabe destacar que una buena proporción de personas de este grupo poblacional no cuentan con algún nivel de instrucción, 23 de cada 100 no tienen escolaridad y sólo 7 cuentan con educación superior, situación contraria a lo que sucede en la población sin discapacidad ni

limitación, que de cada 100, 3 no cuentan con escolaridad y 21 poseen educación superior (INEGI, 2014, p.53).

Un testimonio al respecto es el de Jorge Lanzagorta, un joven poblano de 28 años, licenciado en comunicación por la Universidad Iberoamericana de Puebla, quien trabaja como coordinador de proyectos en la organización de Servicios a la Juventud, organización civil en pro de los jóvenes en situación de riesgo y vulnerabilidad que tiene incidencia en todo el país. En una entrevista realizada por el diario E-Consulta, cuando le preguntaron ¿Qué le motiva todos los días a superar este obstáculo de la discapacidad visual?, comentó que,

Más que una motivación es una total aceptación de la discapacidad, cuando aceptas las discapacidad ya vives como sin ella, obviamente siempre va a estar ahí pero al final la motivación puede ser laboral, profesional o entretenimiento, si todas las actividad que realizas las haces convencido, harás lo posible por lograrlas (Loranca, 2014, p.1).

Lo que quiere decir, en primera instancia, que, lograr concluir la formación de una profesión y encontrar un trabajo, es la mayor motivación que puede sentir un discapacitado. Empero, para alcanzar esta realización del ser que se ha venido defendiendo durante todo el curso del capítulo, es necesario formar en el empoderamiento, para lo cual, el docente debe estar preparado. Por lo tanto, el otro aspecto importante en el desarrollo de este colectivo, es el talento humano capacitado, que hace posible la formación adecuada de los alumnos con alguna discapacidad, pero, como ya se dijo antes, la carente motivación del docente por seguirse preparando, es un mal generalizado en las aulas, viven estancados en su zona de confort mostrándose indiferentes ante los cambios vertiginosos necesarios en la educación especial.

Los sistemas educativos de todo el mundo se están transformando, y el docente se resiste a ese cambio inevitable, hoy se habla de integración, inclusión, multiculturalidad, equidad e innovación; cada vez más, la intervención educativa se inserta en una realidad más compleja, heterogénea y culturalmente diversa; el docente debe adecuarse a las necesidades

del entorno y del alumno y no el alumno a las necesidades o capacidades del maestro, tampoco se trata de basar su práctica pedagógica en un trato igualitario sino diferenciado, que brinde oportunidades de desarrollo para todos tomando en cuenta sus fortalezas, virtudes o talentos, y garantice el acceso a una formación y cultura común.

El trato diferenciado es necesario en un ambiente de educación integrado, multicultural o inclusivo, y como bien denunciaban los alumnos del maestro y cura de Barbiana Lorenzo Milani en su libro *Carta a una maestra*, “...no hay nada más injusto que tratar por igual a los que son desiguales” (1986, p. 44). No todos nacemos con las capacidades para lo mismo, pero por muy diferente que sea uno de otro, todas las personas tienen ciertas fortalezas o talentos heredados genéticamente o desarrollados por el entorno donde han vivido, y ese tipo de inteligencia puede ser potenciada con educación especializada y con esmero. Una frase muy trillada de Albert Einstein resume muy bien este concepto, “*Todos somos genios. Pero si juzgas a un pez por su habilidad de trepar árboles, vivirá toda su vida pensando que es un inútil*”. Lo anterior, equivale a poner a competir a una persona con todas sus capacidades contra otra discapacitada, por ende, sería injusta la competencia.

De acuerdo con Domínguez e Ibarra (2017), todo ser humano tiene al menos un talento único que lo distingue entre muchas personas, lo que significa, que todos tenemos inteligencia y aptitud para el buen desempeño de algo, que le dará la motivación necesaria para seguir adelante y satisfacción personal, sintiéndose útil y que le puede ayudar a encontrar un propósito de vida.

En concordancia con los autores y desde el enfoque de la psicología positiva, se ha comprobado que cuando alguien desempeña actividades que lo apasionan, experimenta emociones positivas que la conducen a estados de bienestar permanentes y a conseguir el éxito en aquello que sabe hacer bien; por lo tanto, ayudar a los alumnos a descubrir sus fortalezas, no solo hará que el discente encuentre su motivación intrínseca para el aprendizaje, sino que estará dispuesto a desarrollar su potencial de manera casi autónoma, y le permitirá, no sólo enfrentar con éxito la adversidad, sino que puede utilizar esas

fortalezas como herramientas para tener una ventaja competitiva y diferenciada ante los demás.

La falta de creatividad y compromiso por parte del docente y de investigadores educativos para innovar en el campo de la discapacidad, ha mantenido a los discapacitados a la sombra de sus progenitores o de las personas que les brindan cuidado, y ha sepultado su interés por aprender porque no cuentan muchas veces con la metodología adecuada a sus necesidades, los materiales didácticos adecuados y necesarios, o las herramientas apropiadas.

Es de vital importancia e impostergable la búsqueda de soluciones al problema educativo de este sector de población; respecto a los niños con discapacidad visual que se aborda en este trabajo, se encontró que el proceso educativo tiene vacíos en varios aspectos, por un lado, los alumnos presentan limitaciones en su formación académica derivada de su propia condición física, tales como: el déficit en el desarrollo de habilidades digitales, razonamiento matemático, y ciencias naturales; y por parte de los docentes, muestran áreas de oportunidad para innovar en el ámbito metodológico-pedagógico, máquinas y herramientas de trabajo, interacción y comunicación, así como, escasez de materiales didácticos para el aprendizaje. Con este trabajo, se pretende introducir una mejora en el terreno de la discapacidad desde un enfoque tecnológico asistencialista y de tutoría.

Capítulo 4. Inteligencia artificial asistiendo el aprendizaje de niños con discapacidad visual

Los primeros indicios de lo que conocemos hoy como inteligencia artificial (IA) aparecen en la década de los años 40 del siglo pasado, pero nace oficialmente esta ciencia hasta la siguiente década, cuando Alan Turing escribe y publica en el volumen 59 de la revista “Mind” el artículo denominado “Computing Machinery and Intelligence”. El escrito ahonda en la posibilidad de crear una máquina que pueda imitar el comportamiento de la inteligencia humana; aquí, el autor propone uno de los test más conocidos en el ámbito científico orientado a demostrar como una determinada máquina puede exhibir cierta inteligencia, a partir de los aportes de ciencias como la lógica y la algorítmica.

Esta nueva ciencia es bautizada como tal en 1956, en un evento científico denominado “Dartmouth Summer Research Conference on Artificial Intelligence”, entre sus organizadores se encuentran las mentes más brillantes de la época como: Marvin L. Minsky, Claude E. Shannon, Herbert Simon y Allen Newell. En esta reunión, se definieron las normas y líneas de actuación de la IA, partiendo de la siguiente proposición como hipótesis de trabajo: *“Todo aspecto de aprendizaje o cualquier otra característica de inteligencia puede ser definido de forma tan precisa que puede construirse una máquina para simularlo”* (Villena, Crespo y García (SF).

Con este principio y desde esa fecha, esta ciencia no ha parado de desarrollarse intentando emular las funciones humanas, a tal grado que en la actualidad podemos encontrar distintos dispositivos autónomos dotados de cierta inteligencia que son de gran utilidad para el ser humano. Hoy, las computadoras, teléfonos celulares y otros dispositivos tecnológicos pueden reconocer nuestra propia voz y respondernos. Uno de los sectores que está comenzando a aprovechar dichos avances científicos y tecnológicos son las personas con discapacidad, ya sea para compensar sus discapacidades y asistirse de ellas o para ganar cierta autonomía en sus actividades cotidianas.

Una de las hipótesis que se considera en este estudio, es que la forma de motivar al aprendizaje en los alumnos invidentes o deficientes visuales es haciendo accesible el conocimiento acorde a sus capacidades, utilizando para ello, lo último en investigación educativa adaptada a este grupo de población, o probando nuevas metodologías, herramientas, materiales, técnicas, estrategias, y tecnologías con potencial para aplicarse a estos entornos educativos.

Esta investigación tuvo como objetivo principal probar una alternativa de asistente virtual basado en inteligencia artificial que permita la interacción humano-computadora de manera sencilla a través del procesamiento del lenguaje natural, donde el usuario puede darle indicaciones o instrucciones usando comandos por voz con la finalidad de asistirlo en el manejo de la computadora, así como, servir de guía o tutor para su educación, favoreciendo la motivación para la adquisición de nuevos conocimientos sobre el área de ciencias naturales, empero, para ello, se necesita evaluar el potencial interactivo-educativo de esta tecnología a partir del diseño de un prototipo, que coadyuve a modelar la realidad que enfrentan las personas con discapacidad visual en entornos de aprendizaje.

Las barreras existentes para que este colectivo pueda acceder a la tecnología, en primera instancia, es que, éstas en su mayoría están diseñadas para satisfacer las necesidades de las personas con todas sus capacidades, por lo tanto, no es tal fácil de manejarlas, requieren destinar un tiempo de capacitación y entrenamiento para el buen uso y dominio de las mismas, no cuentan con teclados en Braille o sistema táctil acorde a sus limitaciones. La tecnología desarrollada para asistir a las personas con discapacidad visual se denomina tiflotecnología, ésta se ha llevado a cabo en dos vertientes, el software y el hardware, es decir, se ha desarrollado una línea de programas informáticos, y por otro lado, se han fabricado una serie de dispositivos que extienden las capacidades de los usuarios. Ambas tecnologías tienen la misma finalidad, apoyar a estas personas en sus tareas cotidianas haciendo más fácil su interacción con el mundo que les rodea y facilitar su aprendizaje.

Las tiflotecnologías representan una forma de eliminar las barreras u obstáculos para alcanzar la integración o inclusión educativa, de acortar la brecha digital de clases sociales

y sectores marginados. Desde hace varios años, se puede encontrar software especializado en el mercado, si bien aún es muy escasa en cuestión de variedad y por tal motivo aún son muy costosos, poco a poco ha ido ganando terreno la innovación en este sector en busca de brindar mejores condiciones de vida a este colectivo de discapacitados; esto ha dado lugar a que grupos sin fines de lucro hayan creado software de código abierto para distribuirlo de manera gratuita a quienes no cuenten con recursos económicos suficientes para adquirir uno de pago, aunque con ciertas limitaciones.

Por ejemplo, se pueden encontrar en el mercado sistemas lectores de pantalla comerciales como Jaws a un precio aproximado de mil dólares, o usar uno de código abierto como NVDA, el lector de pantalla es el software más común que se puede encontrar instalado en un dispositivo de una persona ciega, es el medio por el cual, el usuario sabe lo que hay en la pantalla, la aplicación le va leyendo en voz alta el contenido que encuentra en la pantalla de la computadora. Este tipo de sistema puede estar instalado en la computadora del usuario o utilizar uno residente en Internet.

Existe otro programa para discapacitados visuales denominado Sistema de Acceso Independiente, este producto es más intuitivo y apto para este tipo de personas, posibilita el acceso a Internet, envío y recepción de mensajes de correo electrónico, lectura y creación de documentos y llenado de formularios, entre otras aplicaciones; este es de tipo comercial, se puede configurar acorde al presupuesto de cada persona. La barrera que representa esta aplicación es su costo, dado que los invidentes o débiles visuales no cuentan con grandes recursos para adquirir tecnologías como ésta.

También se pueden localizar en el mercado dispositivos electrónicos especialmente creados para discapacitados visuales, tales como: lectores de audiolibros, lupa electrónica de mano para agrandar la fuente y facilitar la lectura a deficientes visuales, tableta táctil para tomar notas en Braille, incluye software para crear y editar documentos, lector de audiolibros, enviar y recibir correo electrónico y navegar en Internet, también existen las líneas Braille que son dispositivos que se conectan a la computadora que facilita al usuario el uso de la computadora.

Si bien, estos instrumentos no conllevan mayor problema ni curva de aprendizaje para operarlos por ser fabricados con un diseño apto para este tipo de personas, si implica un gasto adicional, que la mayoría de las veces una familia de escasos recursos no puede costear. Otro obstáculo, es la condición social en la que viven los discapacitados visuales, se han mantenido mucho tiempo al margen de los avances tecnológicos, por tanto, es más difícil reducir la brecha tecnológica, no solo por su propia condición física y social, sino porque no muestran mucho interés en el manejo de una computadora, tal vez, porque no le ven ninguna utilidad.

Es fundamental, motivarlos hacia un consumo de la tecnología desde el punto de vista utilitario, para servirse y beneficiarse de ella, despertar el lado sano del consumo tecnológico, tan solo para conocer más sobre las funciones de éste y otros aparatos, y cómo pueden facilitar su vida. Es bien sabido que la dificultad para interactuar con ella al no contar con el sentido de la vista, tan necesario para escribir en el teclado y ver los resultados en pantalla, puede resultar desmotivante, por ello, es primordial mejorar la interfaz de comunicación humano-computadora al desarrollar un sistema de ayuda a discapacitados visuales; actualmente, no todas las aplicaciones tienen interfaz tan amigable para ciegos o deficientes visuales, por lo tanto, necesita adquirir un software parlante lector de pantalla, aprender mecanografía y una serie de combinaciones de teclas para poder introducir comandos desde el teclado.

Las barreras por condición física distinta, incluso por la diferencia en el nivel de desarrollo educativo o cognitivo relacionado con la edad escolar, es un obstáculo desde el punto de vista intelectual, ya que, para muchos, encierra en sí misma la desconfianza de poder desempeñarse satisfactoriamente en todos los sentidos, alimentando el modelo de segregación de este sector de población al considerarse incapaces de realizar actividades normales, sin embargo, en la actualidad a nivel mundial ha aumentado la preocupación por la población con discapacidad, a tal grado que, se ha optado por tomar medidas que disminuyan las desventajas de estas personas frente a los demás, utilizando tecnología que pueda compensar o rehabilitar su discapacidad física, psíquica o sensorial.

Koon y De la Vega (2000) mencionan que esa preocupación por eliminar, hasta donde sea posible dichas desventajas por medio de acciones específicas, para tratar de recuperar la o las funciones faltantes, y cuando no sea posible la completa recuperación, intentar compensarla con la rehabilitación, que consiste tanto en desarrollar las habilidades y destrezas necesarias como, en dotar a las personas de elementos compensatorios. El potencial que ofrecen las nuevas TIC va en dos vertientes, ya que, no solo sirven para apoyar la enseñanza y el aprendizaje, sino que, también pueden emplearse como un elemento compensatorio de una discapacidad y lograr la recuperación de sus funciones disminuidas o perdidas.

Un ejemplo de que una persona con discapacidad puede vivir y seguir brillando al compensar su discapacidad con tecnología adaptativa, es el caso de Stephen Hawking mencionado anteriormente, en su carta incorporada al prólogo del *Informe Mundial sobre la Discapacidad 2011*, describe cómo fue posible adaptar la tecnología a sus necesidades.

Yo he podido beneficiarme de un acceso a atención médica de primera clase, y dependo de un equipo de asistentes personales que hacen posible que viva y trabaje con comodidad y dignidad. Mi casa y mi lugar de trabajo han sido adaptados para que me resulten accesibles. Expertos en computación me han apoyado con un sistema de comunicación asistida y un sintetizador de habla, lo cual me permite preparar conferencias e informes y comunicarme con audiencias diversas (OMS, 2011, p.3).

Es claro que la mayoría de las personas con discapacidad, no tienen la misma fortuna que Hawking de contar con los recursos para vivir una vida digna y productiva, ya que las condiciones de vida de este colectivo se acotan a solo sobrevivir con escasos recursos y circunstancias adversas. Queda en evidencia que se necesita redoblar los esfuerzos en todos los ámbitos para lograr su pleno desarrollo, participación social y productiva. En palabras de Margaret Chan, Directora General de la OMS, considera que, se requieren mayores

esfuerzos para romper los obstáculos que segregan a las personas con discapacidades, que en muchos casos las arrinconan en los márgenes de la sociedad.

Como se puede observar, las barreras pueden ser de corte técnico, económico, condición social, física, nivel de desarrollo educativo o de edad, no obstante, aprovechar los avances tecnológicos permitirá contribuir a su progreso; no todo se tiene que inventar, integrar la tecnología existente puede abaratar los costos de desarrollo de una nueva tiflotecnología desde cero, pero independientemente de que se construya o no la nueva tecnología, se debe tener mayor cuidado en el desarrollo de la interfaz de usuario, haciéndola más sencilla y amigable para las personas con alguna discapacidad. En caso de no hacerlo, el usuario no sólo tendrá que conocer bien el aparato que va a utilizar, y capacitarse en todos los programas necesarios, sino los distintos comandos de cada sistema para operarlos adecuadamente.

En la actualidad, un kit común de herramientas para discapacitados, incluye computadora de escritorio, o laptop, o notebook, o tableta, o Ipad; que cuente con bocinas, o audífonos o diadema con micrófono y audífonos; un sistema lector de pantalla parlante como Jaws o NVDA; el paquete de oficina Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint, Access); conexión a Internet (no indispensable); gestor de correo electrónico como Mozilla Thunderbird, Microsoft Outlook, Eudora, o cualquier otro servicio de correo basado en Internet como Gmail, Yahoo, Hotmail, entre otros; navegador Web como Google Chrome, Mozilla Firefox, Opera, Sarafi, Internet Explorer, etcétera; además de desarrollar todas estas competencias digitales, tendrá que desarrollar su atención a través del oído y tacto, aprender mecanografía para estar en condiciones de usar el teclado adecuadamente, y luego practicar la serie de combinaciones de teclas para poder interactuar con cada sistema introduciendo comandos desde el teclado.

Lo anterior, es una de las grandes dificultades que enfrenta un niño con discapacidad visual para aprender y usar las TIC, los términos empleados para referirse a esos problemas en la jerga de la ingeniería en sistemas computacionales, son la *usabilidad* y la *accesibilidad* con la que se diseñan los sistemas, ambos conceptos están íntimamente ligados, se refieren a la

calidad en la ingeniería de software que debe asegurarse cuando se desarrolla, juntos brindan la posibilidad de acceso al uso de las TIC cuando se habla de personas con alguna discapacidad.

No obstante, el desarrollo de aplicaciones para discapacitados requiere mayor cuidado ya que de éstas dos características depende la inclusión digital de las personas con discapacidad como parte de su empoderamiento, y como una estrategia para disminuir la brecha digital, entendida esta, como la desigualdad entre las personas que pueden tener acceso o no al conocimiento y uso de las nuevas tecnologías, ya sea por las condiciones socioeconómicas de un país o por condiciones de cualquier otra índoles como la discapacidad.

Existe un modelo básico para desarrollar un software, el denominado Diseño Centrado en el Usuario o DCU, donde se concibe al usuario como el foco de atención para el desarrollo de una aplicación, que para efectos del desarrollo propuesto en este estudio, será considerado como un sujeto que no solo opera el sistema sino que debe tomar en cuenta sus características físicas, capacidades y limitaciones, sus objetivos de trabajo y tipos de interacción dentro de las funciones implementadas en el programa de computadora. Para lograr esto, el usuario debe manipular 3 capas de operación, la más alta consiste en acoplar el modelo conceptual de sus características, objetivos e interacciones con la percepción personal de las funciones de la aplicación informática.

En la capa intermedia el usuario tiene que construir los comandos por voz a través del reconocimiento y procesamiento del lenguaje natural para controlar las funciones de la aplicación, y por último, la capa inferior comprende las acciones específicas a ejecutar a partir de las órdenes recibidas en los dispositivos de entrada al sistema, que en este caso son el micrófono, teclado, mouse o touch screen. Se cierra el ciclo cuando el usuario interpreta el resultado de salida, presentado por la aplicación en forma auditiva y reproduciéndose en los parlantes, audífonos, o en su defecto, de manera icónica en la pantalla, que simboliza el estado en el que se encuentra el procesamiento de la aplicación.

La usabilidad puede definirse como un atributo de calidad de un programa informático que evalúa qué tan fácil es de usar una interfaz gráfica de usuario, se puede describir como el entorno visual, auditivo, o táctil que permite la comunicación de una máquina o computadora con el sistema operativo, por ejemplo Windows, la cual debe ser sencilla y transparente para el usuario, y de esta manera, permitir una interacción humano-computadora más asequible y motivadora al aprendizaje. La accesibilidad es el conjunto de pautas del diseño, estos requisitos son indispensables para hacer que una aplicación sea usable, o brinde las posibilidades de acceso a todas las personas con independencia de sus condiciones físicas, económicas, políticas, sociales, culturales, buscando evitar la exclusión de cualquier tipo.

Por lo tanto, un diseño accesible supone la necesidad primordial de eliminar las barreras de acceso a la tecnología, diseñar para la diversidad y heterogeneidad de necesidades. Por ejemplo, para publicar contenido en la red Internet, la World Wide Web Consortium estipula las normas versan sobre técnicas de programación específicas y estándares para la creación de sitios Web, a fin de que los contenidos sean percibidos por los usuarios como operables y comprensibles independientemente del nivel de discapacidad que tengan. En conclusión, el incumplimiento de las normas de accesibilidad y criterios de usabilidad atenta contra la inclusión social; en contraparte, consumar estas dos cualidades en el desarrollo de software permitirá vehiculizar la integración, inclusión social, inclusión educativa, disminución de la brecha digital, y representan la posibilidad de encaminar a este colectivo hacia la emancipación.

Tanto el docente como el ingeniero de software deben ser agentes de cambio hacia la integración e inclusión de todos los sectores sociales, no de selección o segregación social, ese es el gran reto y compromiso, derribar las barreras de la exclusión social desde su quehacer cotidiano, el docente, incorporando de manera positiva las tecnologías disponibles en cada contexto y época para beneficiar a sus estudiantes sabedores que de ellos dependen las nuevas generaciones, y los ingenieros de software, conscientes que tienen el poder de incluir o excluir a los sectores de población más marginados, y que pueden brindarles entornos tecnológicos acordes a sus necesidades, que coadyuve a su desarrollo y

empoderamiento. En el ámbito de la innovación en el campo de la discapacidad aún es reciente, y hay mucho por hacer en el ámbito de la asistencia en busca de su autonomía.

4.1. Tecnología de soporte y asistencia para el desarrollo de competencias digitales

Hablar de la tecnología de soporte a la discapacidad, es opinar sobre la tecnología vista como una herramienta de apoyo, susceptible de ser adaptada a las necesidades de una persona, promoviendo la incorporación de las cualidades de dicha tecnología y poner sus ventajas al servicio de las personas con alguna discapacidad para transformar su realidad; nadie puede dudar del papel integrador e inclusivo de las nuevas tecnologías, tanto para la educación, la vida social y laboral, fomentando de esta manera una sociedad más justa.

De acuerdo con la OMS, los dispositivos y las tecnologías de apoyo o soporte para personas con discapacidad, como prótesis, bastones, sillas de ruedas, ayudas para la movilidad, audífonos, dispositivos de ayuda visual como cámaras, equipos y programas informáticos especializados, aumentan la movilidad, la audición, la visión y las capacidades de comunicación. Con la ayuda de estas tecnologías, las personas con discapacidad pueden mejorar sus habilidades compensando alguna deficiencia física, psíquica o sensorial, por tanto, están más capacitados para vivir de forma autónoma y participar activamente en sus sociedades (OMS, 2018).

Existen muchos tipos de ayudas para este tipo de personas, pero, aquí se hace mayor énfasis en las ayudas tecnológicas que tienen como objetivo facilitar su integración, inclusión y participación social, evitando las condiciones que impidan o dificulten su plena inserción en la vida económica, política, social y cultural, fomentando la solidaridad hacia este colectivo.

Desde el punto de vista médico, las tecnologías adaptativas pueden contrarrestar los efectos psicológicos que causan la carencia o pérdida de algún sentido o miembro, ese sentimiento de integridad, complementariedad o perfección aunque sea de manera artificial, puede generar satisfacción y confianza para desenvolverse en el ambiente de manera más segura,

autónoma y libre dependiendo del grado de discapacidad. Lo cierto es que, estas tecnologías de soporte funcionan como una prótesis no solo física sino mental para el logro de metas y objetivos personales o profesionales, porque sostienen la funcionalidad del sentido corporal o miembro deficiente, mientras se genera un andamiaje en las estructuras cognitivas orientadas hacia la aceptación, adaptación, el logro, la autoconfianza, y desarrollo humano en general.

Como se sabe, una prótesis es una pieza, aparato o sustancia que se coloca en el cuerpo para mejorar alguna de sus funciones, ya sea con fines médicos o estéticos; desde la perspectiva médica, se utiliza para que una persona compense la pérdida de una parte de su cuerpo. Por ejemplo, después de la amputar una pierna, se puede colocar una pierna artificial, esto permitirá que la persona pueda caminar; lo mismo ocurre con un ojo, diente, u otro órgano construido sintéticamente.

Desde la perspectiva económica, el mercado de la discapacidad es muy grande, y prácticamente desatendido en cuanto al desarrollo de tecnologías de asistencia o soporte. De acuerdo con el Informe mundial sobre la discapacidad 2011 de la OMS, se estima que a nivel mundial existen más de mil millones de personas que viven con algún tipo de discapacidad, cifra que equivale al 15% de la población total. Esta cantidad es superior a la estimada por la propia OMS en 1970, que para esta fecha sería sólo del 10%. Respecto a las personas con discapacidad visual existen 45 millones en todo el mundo y en su mayoría no tienen acceso a la tecnología; lo que significa, por un lado, que lejos de ir erradicando el problema se ha ido agudizando, porque no han sido suficientes las acciones para prevenirla; y por el otro, que hay un gran reto económico, político y social para hacer llegar las TIC a todos los sectores vulnerables de la población para servirse y valerse de ella.

A pesar del avance científico y tecnológico, su aplicación de manera general en el ámbito de la discapacidad aún está en pañales debido a múltiples factores; actualmente, trata de solventar algunos problemas específicos de algunas discapacidades, muchas van orientadas a la asistencia en la vida cotidiana, apoyo en la educación, fomento a la socialización, o para la inclusión en el ámbito laboral. En países europeos como España, Alemania, Francia

y Estados Unidos de Norteamérica ya han integrado tecnología de vanguardia para crear las Smart Home o casas inteligentes para discapacitados utilizando los asistentes digitales. En el presente se hallan varios tipos de tecnologías de ayuda a las personas con discapacidad:

4.2. Tiflotecnología.

La tecnología para ciegos o tiflotecnología, sirven para personas con discapacidad visual, aunque por sus características, no sólo se puede restringir a este colectivo, ya que puede servir de apoyo a personas con alguna otra discapacidad como por ejemplo: discapacidad motora limitada, discapacidad auditiva no tan severa, discapacidad física de miembros por amputación o de nacimiento, etc. En esta categoría se ubican varios tipos de hardware y software que se pueden clasificar de distintas formas, van desde los más simples hasta los más complejos, desde los más antiguos a los más nuevos, tales como: el sistema Braille, que es el sistema más antiguo con el que los ciegos comenzaron a leer y escribir; la máquina Perkins, que es una máquina de escribir mecánica en sistema Braille.

Los lectores de pantalla para computadora o dispositivos móviles, que son sistemas de conversión de texto a voz (Jaws, NVDA), entre otros; y para brindar movilidad, ya se empezaron a crear bastones inteligentes que pronto suplirán a los perros guía, dispositivos lectores de colores para combinar su ropa, lectores de etiquetas para identificar objetos y cosas, o aparatos electrodomésticos con funciones de voz para facilitar su operación; reloj y calculadora parlante, lupa o magnificador de pantalla que aumenta el tamaño de las letras para una mejor visualización, etc.

Las personas con discapacidad visual utilizan material específico y tecnologías adaptadas para realizar deporte, por ejemplo, usan balones que incorporan un cascabel en su interior para que puedan jugar *futbol sala*, el terreno de juego debe favorecer la fluidez del partido utilizando vallas para que no salga el balón del campo de juego, y la acústica, ya que los ciegos se guían con el ruido que emite el balón cuando está en movimiento. Se presume que el futbol para ciegos comenzó a practicarse de manera informal en Brasil y España a partir de 1950, aunque hay quien asevera que se remonta a los años 20 del siglo pasado, cuando

los estudiantes de las instituciones para ciegos jugaban utilizando como pelota objetos que hicieran ruido como latas o botellas de plástico con piedras en su interior. De acuerdo al Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación, (CONAPRED), en México se comenzó a practicar una variante de este deporte desde hace 40 años.

Daniel Ramírez Ávila, ganó la medalla de bronce en los 10 mil metros durante los pasados Juegos Mundiales de la Federación Internacional de Deportes para Ciegos celebrados en Turquía (UnoInews, 2011). De acuerdo con Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte (2014), la federación mexicana en 2015 enlistó a ciegos y débiles visuales como preparación en cinco competencias internacionales rumbo a los Juegos Panamericanos Toronto 2015 (Gobierno de México. 2014).

En la entrevista realizada por la prensa mexicana a Jorge Lanzagorta, un joven poblano ciego, cuya pasión fue siempre el futbol soccer, indicó que formó junto a unos amigos y el apoyo de su familia, el primer equipo de futbol para ciegos de Puebla, consiguió el reconocimiento de la Federación Mexicana de Deportes para Ciegos y Débiles Visuales, bajo la denominación de *Topos de Puebla*. Este caso aparenta ser un avance significativo en el terreno de la discapacidad en México y en particular en el Estado de Puebla, sin embargo, si se viera en una línea de tiempo, considerando cuándo empiezan a ser visibles los discapacitados respecto a sus derechos, y cuándo comienzan a tener voz y voto en la sociedad, se puede evidenciar que su participación social es relativamente reciente; las leyes y las instituciones para ciegos tanto gubernamentales como asociaciones civiles, han hecho posible su visibilidad y han contribuido a lograr su independencia.

No obstante, respecto a éste último punto, pareciera que México con todo y sus instituciones, no ha logrado desarrollar del todo la autonomía de sus asociados con discapacidad visual, ya que, Jorge que tuvo que salir del país rumbo a Santiago de Chile en busca de aprender a vivir con independencia , casos como este indica que nuestro país no está totalmente preparado para atender sus necesidades, incluso, otros países latinoamericanos nos llevan una gran ventaja, ya que Jorge sólo estuvo un año en Chile, y esa estancia representó un parte aguas en su vida.

Es claro que, vivir en condiciones de apoyo para lograr independizarse, no solo ayudaron a empoderarlo en tan poco tiempo, sino que, ahí aprovecharon su interés, motivación y talento para el futbol, le brindaron la oportunidad de tener su primera experiencia de jugar *futbol sala* para ciegos, quedó tan seducido por ese deporte que a su regreso a Puebla fundó su propio equipo, tramitó su reconocimiento, y ha sido 3 veces campeón en su categoría a nivel nacional, jugador de la selección mexicana de futbol para ciegos y ha representado a México en los juegos Parapanamericanos.

De acuerdo con la experiencia de Jorge Lanzagorta, este deporte desarrolla muchas habilidades en los jóvenes con discapacidad visual, les brinda seguridad, fortaleza física, orientación espacial, agudeza del oído, entre otras. Ricardo Bonet, guía de portero y entrenador del equipo señala que, más allá de la competencia, el proyecto busca el lado humano, realizan dinámicas de comunicación, integración y de desarrollo psicomotriz, considera que el deporte sirve como terapia y los hace crecer como personas. La aportación de este atleta con discapacidad va más allá de la cancha, trabajando siempre en beneficio de otros que, como él, viven en la oscuridad, en el anonimato y el olvido (Arellano y Coca, 2012; Loranca, 2014).

En el año 2015 recibió el Premio Nacional de la Juventud en la categoría de Discapacidad e Integración, galardón otorgado por la Presidencia de la República, reconocimiento que se entrega cada año a los jóvenes mexicanos que desarrollan proyectos en ciencias, artes, educación, actividades productivas, medio ambiente, derechos humanos, integración social de personas con discapacidad, fortalecimiento de la cultura indígena, política y democracia. Actualmente, es el Presidente de la asociación Inclusión a la Cultura, AC, miembro del Concejo Ciudadano para la Discapacidad del Ayuntamiento de Puebla, impulsor y capacitador en *Cine para imaginar* y *Fucho para ciegos* (UIP, 2015).

Lo anterior, nos da una idea clara acerca del atraso en que se encuentra sumido este sector de población, en educación y desarrollo físico, como se mencionó antes, es de gran importancia preparar a las instituciones, asignarles los recursos necesarios en todas las

áreas de la administración incluyendo la infraestructura física, tecnológica, preparación docente, innovación pedagógica, incluso la sensibilización de la población para crear una cultura social de respeto y apoyo a este colectivo, el cuidado de los recursos que son diseñados y asignados específicamente para ellos.

En relación a este último punto, actualmente circula en redes sociales videos del vandalismo por parte de padres e hijos sin discapacidad usando sin respeto ni cuidado los juegos instalados en los parques y diseñados especialmente para discapacitados, los lugares de estacionamiento son utilizados por personas sin discapacidad, en las zonas donde existen las guías podotáctiles que sirven de guía a los ciegos y deficientes visuales para su movilidad con el uso de bastón como en la Ciudad de Puebla, hay quienes no las respetan y colocan objetos sobre ellas, o si alguien llega a tropezar con los bastones se molestan e insultan, relatan los discapacitados.

Ajedrez, considerado el deporte Rey entre las personas ciegas, actualmente cuenta con más de 15 mil afiliados en todo el mundo de acuerdo con la Federación Española de Deportes para Ciegos, el tablero tiene relieve en las casillas, los cuadros negros son un poco más altos que los blancos para hacerlos susceptibles al tacto, están dotados de un orificio para que se puedan colocar las piezas, cada pieza tiene un pequeño vástago que se inserta en los orificios de cada casilla para evitar que se muevan al tocarlas, las piezas negras tienen en la parte superior una cabeza de clavo que las distingue al tacto de las blancas, en los torneos utilizan un reloj digital adaptado con un mecanismo de voz con auriculares que les informa su tiempo de juego y el de su contrario, cada jugador decide el sistema de anotación de sus jugadas pudiendo elegir entre tinta, Braille, o sistemas de grabación electrónica.

Para hacer *ejercicio físico* como salir a correr, toman el hombro de su guía, incluso pueden *esquiar* siguiendo la voz de su entrenador; para poder realizar esto, se clasifican en categorías dependiendo de su grado de discapacidad visual: ciegos totales, personas con resto visual reducido, y personas con recursos visuales aceptables (FEDC- ONCE, 2013).

En el ámbito educativo tanto en países de Europa como España, Alemania, Francia o Estados Unidos de América se utilizan distintos tipos de tecnología tanto de dispositivos como de software, acorde a cada nivel educativo y dependiendo de su condición de discapacidad. Por ejemplo, el modelo de servicios sociales especializados de la Fundación ONCE en España, está basado en los principios de una atención de calidad centrada en el usuario y en un marco teórico que enfatiza el potencial de la persona.

En este mismo tenor, de acuerdo con su documento Memoria de Responsabilidad Social Corporativa, la fundación ayuda a sus afiliados con materiales y dispositivos especializados en calidad de préstamo, tales como: la línea braille, el anotador parlante, el sintetizador de voz, entre otros, con la finalidad de impulsar su adaptación al estudio y a los puestos de trabajo. Durante ese mismo año, beneficiaron a 943 personas. La ONCE cultiva la educación inclusiva, trabajando para incorporar a los niños en edad escolar a los centros educativos ordinarios (educación integrada), además de aportar recursos y conocimiento al profesorado y tutores del centro educativo para que estén en condiciones de brindarles educación de calidad con equidad (ONCE, 2016).

4.3. Beneficios de los sistemas interactivos de apoyo a discapacitados visuales.

A través de una formación constante y utilizando las nuevas tecnologías de la información y comunicación, principalmente haciendo uso de los sistemas interactivos de apoyo a las personas con discapacidad, y en perfecta concordancia con las políticas públicas de los estados, es posible lograr que este colectivo se incorpore al sistema educativo y productivo de forma exitosa, aunque sea de manera tardía a como lo hace una persona sin impedimentos físicos o intelectuales, a ambientes más vigilados y controlados para mejorar las condiciones educativas y laborales de este colectivo.

El software de tipo interactivo que hay en el mercado actual son los sistemas multimedia, si bien éstos son de uso genérico por todo tipo de personas, también pueden servir de apoyo a los que sufren algún tipo de discapacidad. Un sistema multimedia interactivo almacena, procesa y presenta de forma integrada imágenes, videos, voz y datos, permiten actuar

recíprocamente humano-computadora sobre los contenidos de dichos sistemas, surgiendo así la interactividad a través del uso de dispositivos de entrada y salida de información. Las personas con discapacidad visual pueden beneficiarse de este tipo de sistemas, contenidos y servicios con algunas adaptaciones tales como el uso de la descripción del contenido que ayude a comprender mejor los temas y favorezca las interacciones, posibilitando de esta manera, la igualdad de condiciones entre las personas como las discapacitadas visuales.

Alemania por ejemplo desarrolla investigación en este campo, es un país avanzado en el ámbito de atención a la discapacidad visual, sus investigaciones abarcan múltiples campos tales como: la educación, salud, diversión, bibliotecas, y en el aspecto tecnológico tienen oferta educativa presencial y mediada o soportada por tecnología, entrenadores e-learning, propuestas laborales en teletrabajo o trabajo por Internet. Existen muchos proyectos de investigación sobre discapacidad que son financiados por varias instancias, bajo la iniciativa de e-Inclusión para garantizar el acceso total a la sociedad de la información, algunas instancias son: la Unión Europea, el Ministerio Federal de Economía y Tecnología, el Ministerio Federal de Trabajo y Asuntos Sociales, las Universidades, entre otras.

Esto habla de un trabajo integral en la sociedad alemana, ya que no solo buscan el desarrollo tecnológico de apoyo a discapacitados, sino que, plantean acciones de mayor impacto social, están tejiendo una red de estrategias que permitan dar soporte y empoderar a este sector de población impulsando su inserción a la sociedad de la información y el conocimiento, derribando las barreras de la discapacidad en todos los sentidos; la promoción de la cooperación económica es el secreto de Alemania para ser la economía más sólida del mundo, "Es un sistema basado en la cooperación y el consenso más que en la competencia, y abarca al conjunto del entramado socio-económico, desde el sistema financiero al industrial o al estado" (Justo, 2016, p.1).

El teletrabajo es una forma de reducir costos de operación y de apoyar a las personas con discapacidad en varios sentidos, desde el traslado hasta los gastos de adaptación de los espacios y condiciones laborales que la ley requiere a los empleadores para su correcto desempeño en las empresas, cada vez hay más empresas que se unen a este movimiento de

inclusión laboral apoyándoles con todo lo que marca la ley. Existe asesoramiento jurídico sobre el derecho social, y se ha creado un directorio de abogados dentro de esta rama (Código Social SGB, 2019).

La oficina de teletrabajo para la integración de personas con discapacidad, representa un avance en las estructuras de apoyo a este sector de la población, ya que coadyuva a que las personas con esta condición no se tengan que mover de sus domicilios para integrarse al mercado laboral de manera física, sino a distancia, a través del uso de las nuevas tecnologías, aunque esto implica un problema ético respecto a la responsabilidad y compromiso por parte del teletrabajador para cumplir con sus actividades encomendadas.

La telecooperación, disponen de las tecnologías como plataforma para generar oportunidades y el cambio social que permita a individuos, empresas y gobiernos la cooperación electrónica entre ellos; el apoyo superior a la educación de profesiones relacionadas con las tecnologías de la información, cobra mayor importancia en la actual sociedad es cada vez más dependiente de la tecnología, porque las nuevas TIC no solo sustentan la administración y operación de las organizaciones, las inversiones, el gobierno electrónico, la diversión en línea, y conforman la base para la teleeducación, el teletrabajo, todo apunta que la sociedad se está transformando de una sociedad y realidad física, a una sociedad y realidad virtual Metzler C.; Jasen A.; Kurtenacker A. (2020).

Sin embargo, en los países iberoamericanos los estados pretenden facilitar el apoyo de servicios públicos como la búsqueda de empleo, orientación profesional y laboral para personas con discapacidad, dirigirlos hacia programas de capacitación y asesoramiento sobre acciones para la mejorar su empleabilidad. También brindan asesoría a los empleadores sobre las posibilidades y beneficios derivados de la contratación de trabajadores con discapacidad, y les apoyan realizando análisis de los requerimientos de los puestos de trabajo, seleccionando postulantes adecuados (Organización Iberoamericana de Seguridad Social, 2000, p. 33).

Países como Chile, aunque cuentan con algunos años de experiencia en éste ámbito de la discapacidad, sus acciones se diferencian de las europeas, el gobierno a través de sus políticas ha logrado articular a las instituciones gubernamentales por medio de tareas concretas propias de cada instancia para apoyar el desarrollo y sacar a la luz a los discapacitados visuales. También facilitando las relaciones y convenios de las asociaciones civiles con la iniciativa privada, por ejemplo, las instituciones sin fines de lucro han hecho alianzas con empresas de carácter privado para ayudar a las personas con distinto grado de discapacidad, baja, media y nula visión, a cambio de estímulos fiscales que les permite el gobierno a través de las denominadas *franquicias tributarias*.

El Servicio Nacional de Capacitación y Empleo, SENCE de Chile, tiene como misión impulsar el desarrollo de las competencias laborales para todos los trabajadores de este país a través de un modelo denominado Franquicia Tributaria; asimismo, el gobierno entrega subsidios a las empresas, con el firme propósito de mejorar el nivel y calidad del empleo, los procesos y productividad de las empresas (Dirección de presupuestos del gobierno de Chile, 2003).

Un ejemplo de lo anterior es, CEGECAP un organismo técnico que otorga becas de capacitación para ciegos en formato de talleres básicos sobre el uso de la computadora y el software lector de pantalla Jaws; los alumnos provienen de una asociación civil denominada Unión de Limitados Visuales (ULIVIS), el curso se imparte durante 6 horas diarias, en una sala acondicionada para discapacitados visuales, equipada con herramientas de aprendizaje: Notebook, audífonos, y escritorio personal.

Carlos Acevedo, persona ciega con varios años de experiencia docente es el responsable de impartir la capacitación, lleva mucho tiempo haciendo esta labor y considera que es muy grato para él poder enseñar lo que sabe de informática y tecnologías para los ciegos (Zenteno, 2012). Respecto a los directivos de CEGECAP, consideran que es muy importante conservar el enfoque humano de la empresa: están conscientes que a este tipo de personas les cuesta mucho trasladarse para llegar a sus instalaciones, por lo tanto, no los hacen ir por dos o tres horas, y el curso tiene que valer la pena. Por su parte, el Presidente

de ULIVIS Luis Carmona, expresó que para ellos, los discapacitados visuales, ésta iniciativa es de gran relevancia porque muchas veces se sienten aislados de la sociedad, y con este tipo de ayuda se sienten con mayor autoconfianza y la sociedad los valora más.

La discapacidad es un fenómeno complejo y requiere de la articulación de los distintos niveles de gobierno con políticas claras y recursos suficientes de apoyo, es fundamental para este colectivo, no solo porque permite crear las estructuras sobre las cuales descansa su desarrollo, sino porque brinda el soporte y el plan de acciones continuas que los mantiene a flote, facilitan el andamiaje para que poco a poco escalen los peldaños hacia su independencia, reconocimiento social y e inserción al mercado laboral.

La Directora Regional de Servicio Nacional de Capacitación y Empleo Grettel Araya, comentó que la política gubernamental que ha implementado Chile en esta temática, lo ha pedido la Presidenta Bachelet de “*hacer un Gobierno inclusivo*”, “*y como SENCE seguimos apoyando a aquellas personas en situación de discapacidad*” apuntó. Por su parte, la directora regional de Servicio Nacional de la Discapacidad (SENADIS, 2015) Cecilia Tirado durante la ceremonia de clausura del curso, destacó que acciones como esta, permiten impulsar la igualdad al brindar oportunidades de desarrollo a personas en condiciones de discapacidad. El Estado requiere hacer alianzas de forma permanente con el sector privado, con proyectos como el de la *Franquicia Tributaria* se puede garantizar el progreso de esta población.

Estas acciones han despertado en la iniciativa privada el orgullo de contribuir a una causa noble, y cada vez más se unen a esta cruzada en pro de la integración e inclusión social de las personas con discapacidad. En la opinión de Felix Luengo, jefe de personal de desarrollo corporativo, aseguró que es un privilegio para CAP Minería participar en esta noble causa de capacitar a personas que tienen discapacidad visual, esta tarea no es fácil ni común, es un acto humano muy satisfactorio lograr que estas personas tengan otras oportunidades con una capacitación que les abre un mundo nuevo (SENADIS, 2015).

Se debe tener claro que, ni la disminución de la brecha digital, ni las alianzas interinstitucionales son la panacea para resolver los problemas de la discapacidad en el mundo, los gobiernos, instituciones y sociedad deben organizarse, aliarse, cerrar filas y comprometerse para disminuir la brecha entre las personas con y sin discapacidad a través de la empatía y el respeto por todos los seres humanos sin distinción alguna, valorar a todos los sectores sociales y darles el lugar que se merecen desde un enfoque humano. El docente en la formación de un discapacitado es crucial, lo es aún más, si cuenta con todas sus capacidades, porque debe educar desde la compasión no desde el desdén para alcanzar la igualdad, en muchos casos, quien enseña a los discapacitados son otros de la misma condición, porque entienden sus necesidades y son empáticos y se comprometen con el desarrollo de su igual.

La función social de la asociación civil ha sido esencial en el reconocimiento del discapacitado, juega un papel preponderante en la configuración del sistema que defiende los derechos de este colectivo y lucha por alcanzar la igualdad de oportunidades y su trato digno. UNILIVIS mantiene sus puertas abiertas para que más gente con problemas visuales pueda acercarse a recibir apoyo en diferentes áreas, tanto en lo estudiantil como en lo laboral, a base de la enseñanza del sistema Braille, método fundamental para el desarrollo de su comunicación; los fondos para capacitación contribuyen para que estos cursos puedan llevarse a cabo, se manejan a través de franquicias tributarias no usadas por las grandes empresas, de esta forma quedan disponibles para la postulación de proyectos con beneficios gratuitos (Zenteno, 2012)..

El desarrollo de las habilidades digitales en el que más se enfoca Chile, es en el uso y dominio de la tecnología como el lector de pantalla NVDA o Jaws, que faculta a las personas invidentes para aprender y desempeñarse en el mundo laboral en las mismas condiciones que una persona vidente, utilizando la computadora con programas de correo electrónico, procesadores de texto, hojas de cálculo, bases de datos, programas de presentación, y navegador de Internet.

A juicio de los alumnos el impedimento que sufren no solo ha sido físico sino tecnológico, educativo, laboral y social; la tecnología les ha abierto las puertas a la inclusión, les ha dado una segunda oportunidad, facilitando su vida y haciéndola más accesible a otras posibilidades. La alumna Joselyn Rojas cuando terminó su curso acerca del lector de pantalla que usa una voz sintética como medio de comunicación con el invidente, comentó:

Esta fue una gran oportunidad porque la tecnología para nosotros está un poco vedada y gran parte de la gente es mayor, por lo que la computación era más difícil para ellos; y gracias al curso de NVDA nos hizo más fácil ingresar, más accesible. Así que muy agradecidos con la oportunidad (SENADIS, 2015, P.1).

Opinan que la movilidad en el metro de Chile, estación de Santa Lucía, es un proyecto de 30 estaciones, que son de mayor afluencia, ahora es mucho más fácil porque han incorporado un sistema que orienta al usuario invidente dónde están las entradas, salidas, boleterías, andenes, teléfonos, cajeros automáticos, todo al alcance de su mano y oído, sólo utilizando su teléfono inteligente; antes de eso, era común perderse en su mundo de oscuridad en un ambiente caótico como éste. Consideran que el ideal de las personas que no ven, es hacer el máximo de cosas sólo, como la gente común y corriente, y la tecnología permite eso, el desarrollo de la independencia, mucho más autonomía (TVN, 2014).

La movilidad de personas ciegas y deficientes visuales está asociada con obstáculos inmensos en muchas áreas de la vida cotidiana. Pero estas acciones implementadas en Chile se parecen más a las de Europa, particularmente en Alemania, donde, en el cruce de intersecciones urbanas representan un alto potencial de peligro para esta población, los sistemas de señal de tráfico, y de semáforos están equipados con persianas pero no están ampliamente disponibles y ofrecen solo un contenido de información pequeño, a menudo insuficiente, para garantizar un cruce seguro. Aunque no es suficiente asegurar la integridad del peatón invidente, se sigue avanzando a paso firme (Instituto de Negocios Alemanes, 2018).

En algunos países latinoamericanos como Chile, no solo están aprovechando el desarrollo tecnológico que existe en otros países, también están desarrollando su propia tecnología en materia de discapacidad. Y desde hace algunos años promueve el eslogan “*Crecimiento pero con equidad*”, el cual sigue vigente en el tema de la discapacidad: su intención es superar la pobreza, pero con ella están superando la exclusión. Las políticas de integración e inclusión de Chile tales como la creación de iniciativas de justicia y derechos humanos, buscan mecanismos para acercar la justicia a todas las personas; por ejemplo, integrantes de la Unión de Limitados Visuales de la ciudad de La Serena, recibieron un Pendrive con las principales leyes nacionales, en formato audible, obtenido de sitio web de la Biblioteca del Congreso Nacional. Han confeccionado y entregado a los niños con discapacidad visual, los Derechos de los Niños en formato Braille (Maximiliano, 2017).

También se han hecho esfuerzos por incluir la cultura en este sector de población, por ejemplo, la Corporación para Ciegos ha puesto énfasis en el desarrollo de espacios artísticos y culturales para sus beneficiarios, entregándoles una línea de servicios gratuitos y de alta calidad que buscan fomentar su desarrollo personal e interpersonal, tales como, capacitación en fotografía, literatura, danza, música, música y artes visuales como pintura y escultura. Se hacen exposiciones del arte para la venta creado por personas ciegas con la finalidad de apoyar el trabajo de la Corporación.

De acuerdo con Fernando Fuenzalida, Director de la Corporación para Ciegos y quien también es ciego, considera que la tecnología los hace ser independientes de terceras personas, por ejemplo, cuando él quiere leer el diario, entra a Internet a buscar el artículo que desea y leer las secciones que le gustan, siempre puede volver atrás o continuar. Antes tenía que esperar a que una persona de buena voluntad tuviera el tiempo de leerle el diario, pero ahora los avances tecnológicos le permiten hacerlo solo (Fuenzalida, SF).

Asimismo, hoy en día se pueden encontrar distintas herramientas que sirven de ayuda técnica para las personas con discapacidad visual, les permite independizarse de terceras personas que las asistan para realizar sus actividades cotidianas. Las organizaciones dedicadas a atender a este sector de población también se han visto favorecidas con el

avance tecnológico tanto en sus procesos como en la atención a sus usuarios, haciéndola más fácil, rápida y efectiva.

Fuenzalida (SF) considera que con el avance científico y tecnológico, hoy se puede encontrar en el mercado un dispositivo lector para ciegos a un costo aproximado de tres mil euros, esta ayuda técnica personal consiste en una cámara que se pone en medio del puente de los anteojos y que facilita la lectura a los invidentes; incluso al salir a la calle le indica al usuario los obstáculos que se va encontrando, y puede reconocer a las personas que se le indique.

A nivel organizacional, con la llegada de la era digital, la Corporación para Ciegos migró su biblioteca análoga a formato digital, y aunque fue un proceso largo resultó muy beneficioso. Por ejemplo, en un solo CD podían almacenar hasta 18 horas de lectura que estaban grabados en 18 cassettes. Con acciones como estas, se facilita el proceso de compartir los recursos entre los usuarios porque el formato de audio digital en MP3 tiene la gran ventaja de que el usuario puede llevar los audiolibros que quiera sin costo alguno para él y sin tener que devolverlo como ocurre normalmente con los materiales de préstamo en físico.

Estas evidencias de las ayudas técnicas contribuyen de manera significativa a la integración e inclusión de las personas con discapacidad, han facilitado de uso de las herramientas informativas, han eficientado el tiempo, y espacio de almacenamiento, y los formatos de los materiales de lectura ahora son más accesibles, esto representa un gran ventaja para los discapacitados visuales en muchas áreas de la vida cotidiana y profesional.

De acuerdo con Andrea Zondek, Secretaria Ejecutiva del Fondo Nacional de la Discapacidad, la integración e inclusión comienza por garantizar el acceso a servicios básicos, pero lo primero que se debe hacer es sacar de la pobreza a esta población porque es un factor relevante en la solución. Cuando en una familia de clase media nace o se integra un miembro con discapacidad, lo más probable es que ese núcleo familiar vaya empobreciéndose rápidamente. Como lo señala el Banco Mundial, existe un doble vínculo:

la discapacidad genera pobreza y la pobreza genera discapacidad. Por lo tanto, garantizar el acceso a los bienes básicos a la familia y a la persona es un deber que todo país tiene que asumir como propio, y se está caminando en esa dirección (UNICEF, 2005).

Otros países de América Latina y el Caribe como Colombia y Argentina han puesto en marcha programas de alfabetización digital como primer paso hacia la integración e inclusión educativa, fundaciones como la Unión Nacional de Limitados Visuales (UNLV) considerada como la mejor institución para la atención a personas ciegas en Medellín, Colombia, o como la Fundación Ilumina en Argentina que ha contribuido con sus experiencias en la formación, ayudas técnicas y metodologías con México y donde hacen un seguimiento puntual de los avances de los niños mexicanos en la Ciudad de México en busca de la educación inclusiva.

No obstante, la educación inclusiva se presenta como una estrategia pedagógica derivada de una conquista legislativa con repercusiones sociales que dejan mucho que desear, ya que en el caso de México, los Centros de Atención Múltiple (CAM) carecen de todo tipo de ayudas para mejorar las condiciones de formación de los niños en situación de discapacidad en general no solo los invidentes o débiles visuales.

Todo indica que en función del Acuerdo número 27/12/17 por el que se emiten las Reglas de Operación del Programa para la Inclusión y la Equidad Educativa para el ejercicio fiscal 2018 publicado en el Diario Oficial de la Federación en 2017, los directivos de las instituciones deben hacer un plan de mejora para adquirir lo necesario de acuerdo al presupuesto asignado por el Gobierno Federal, justificando para que se emplearán los recursos (DOF, 2017). Sin embargo, no hay certeza de lo que ocurre con esos fondos federales ya que no se ve reflejado en la operación de dichas instituciones.

4.4. Sistemas interactivos con inteligencia artificial de apoyo a discapacitados visuales.

Los sistemas de diálogo, los asistentes virtuales basados en técnicas de inteligencia artificial y lingüística aplicada, permiten realizar reconocimiento imágenes, procesamiento

de lenguaje natural, localización, detección de obstáculos, además de posibilitar la comunicación comandada por voz. Es en este campo donde encaja nuestra propuesta de investigación, que pretende mejorar la interacción humano-computadora para desarrollar habilidades digitales, y que al ser configurado como un sistema tutor inteligente, favorezca la adquisición de nuevos aprendizajes de otras ciencias.

En los últimos años han surgido nuevas tecnologías en este ámbito, por ejemplo: El FingerReader es un dispositivo creado por el Grupo de Interfaces Fluídas en el Media Lab del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) para ayudar a las personas con discapacidad visual a leer; el artefacto escanea el texto impreso y lo narra en voz alta. Es un anillo provisto de una cámara que es capaz de reconocer texto y leerlo, simplemente apuntando con el dedo sobre el renglón que se desea leer, y a partir de sonidos o vibraciones evita que la persona se salga de la línea de lectura (Kushins, 2014).

Otro gran invento, es el bastón inteligente, compatible con el bastón blanco ampliamente utilizado por los ciegos o deficientes visuales, la innovación se logra al dotarlos de detectores de objetos, reconocimiento facial, y una voz sintética que describe los detalles de los recorridos que se realiza en interiores (Sánchez, 2015). Otro dispositivo, es la pantalla táctil, capaz de crear figuras como gráficas, diagramas, y recrear los códigos del sistema Braille; es una especie de tableta diseñada por capas, una de las cuales tiene una especie de metal líquido, bajo esa capa se coloca una matriz de electroimanes que es recubierto por una superficie flexible. Los imanes interactúan con el ferrofluido para crear formas reconocibles por el tacto en la superficie.

La Universidad de Oxford a través del Dr. Stephen Hicks, desarrollaron un prototipo de unas gafas inteligentes para personas con debilidad visual; el dispositivo aprovecha la visión residual de los ciegos para permitirles orientarse y navegar a través de entornos desconocidos. Las gafas utilizan un sistema de cámaras y software para detectar los objetos cercanos y presentarlos de forma reconocible para el usuario. El Dr. Hicks recibió el Premio Brian Mercer de Innovación 2013 por desarrollar esta tecnología novedosa. Este

premio ayuda a promover la innovación y llenar el vacío de financiación entre la investigación científica y la explotación de una idea (Barbuzano, 2015).

La empresa Microsoft de Estados Unidos presentó durante el evento Buldi 2016, unas gafas y aplicación que permitirían a los invidentes “volver a ver”, se trata de un prototipo de gafas equipadas con inteligencia artificial denominado Seeing AI; para lograr su finalidad, utiliza la captura de imágenes y el procesamiento en tiempo real de la escena, y se describe en formato de audio en todo momento, permitiendo obtener información detallada de lo que ocurre alrededor del discapacitado; es capaz de analizar objetos, expresiones de la cara para interpretar emociones y estados de ánimo, leer el menú de un restaurante, entre otras. Dicha técnica surge bajo el concepto de tecnología para la vida (XatakaTV, 2016).

De acuerdo con el portal de tecnología y negocios IT-User, en agosto del año 2017, la empresa consultora Accenture anunció el desarrollo de una nueva aplicación de inteligencia artificial diseñada para ayudar a las personas con algún tipo de discapacidad visual, con la finalidad de mejorar la forma en que experimentan el mundo que les rodea, y optimizar su productividad en el lugar de trabajo, es decir, está enfocada al mundo en que vive y trabaja la persona.

La idea es proporcionar asistencia telefónica inteligente a través del reconocimiento de imágenes, el procesamiento y generación de lenguaje natural para describir el entorno que rodea a una persona discapacitada. Inclusive, ser capaz de narrar al usuario el número de personas que hay en una habitación, sus edades, géneros e incluso conocer las emociones a través de la detección de expresiones faciales. También se puede utilizar para identificar y narrar el texto de libros y documentos, incluyendo la identificación de billetes de divisas, y reconocer las obstrucciones como puertas de cristal que ponen en riesgo la seguridad del usuario (IT User, 2017).

En México, el Centro de Investigación y Estudios Avanzados de Guadalajara, trabaja en unos lentes inteligentes parecidos a las gafas de Microsoft, se trata de un instrumento verdaderamente revolucionario para invidentes o personas con poca visibilidad. El

concepto es simple, intentar convertir las tradicionales lentes en un servicio de navegación dirigido por GPS, que permita a la persona moverse libremente a un punto específico, esquivando objetos tanto fijos como en movimiento que se encuentra en su recorrido.

Las gafas cuentan con una voz artificial que informa al usuario de los obstáculos, lo que hace diferente la tecnología mexicana de otras tecnologías desarrolladas es el uso del ultrasonido, además pueden realizarse otras tareas como: reconocimiento de documentos, billetes, colores, localizar direcciones, diferenciar señales de tráfico. La tecnología integra sensores ultrasónicos, GPS, y 2 cámaras. Su precio oscilará entre 800 y 1,200 Euros (Euronews en español, 2014).

Otra invención de gafas inteligentes es la que se ha desarrollado en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Daniel Martínez Macedo, académico de la Facultad de Ingeniería, diseñó un prototipo de lentes que busca ayudar a las personas con debilidad visual para desarrollar mejor su vida cotidiana, y favorecer su inclusión social y laboral. Esta tecnología cuenta con las siguientes características: conexión WiFi y Bluethoot, cámara integrada, botones multifuncionales, y ejecución en tiempo real. Cuenta con 5 modos de funcionamiento (NotimexTV, 2018):

- 1.- Modalidad general para detección de animales, entornos y personas (género y edad aproximada).*
- 2.- Lectura, procesamiento y traducción al español de textos impresos o hecho por computadora con alguna tipografía.*
- 3.- Lectura, procesamiento y traducción al español de textos escritos a mano.*
- 4.- Detección e identificación de rostros conocidos.*
- 5.- Detección e identificación de lugares conocidos.*

El Instituto Politécnico Nacional también ha incursionado en este campo, la escuela de Cómputo de esta institución creó un sistema para convertir archivos de texto al sistema Braille (UnoInews, 2011).

La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla también empieza a posicionarse como un referente en el desarrollo de tiflotecnologías inteligentes. Un grupo de estudiantes de la Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica, de la Facultad de Ciencias de la Electrónica, diseño un bastón inteligente que ayudará a las personas invidentes a circular de una forma más segura por las calles e interiores de los edificios de la ciudad. La innovación consiste en la modificación y mejora del bastón blanco comúnmente utilizado para la movilidad de los discapacitados visuales; con el bastón tradicional, el usuario únicamente tiene noción de las cosas que toca con la punta y no tiene idea de los obstáculos con los que se topa en la parte superior de su cuerpo, lo que significa un riesgo para él.

Las características del dispositivo son: adaptación de dos sensores ultrasónicos, uno que cubre el área de las rodillas hacia abajo y el otro del torso hacia la cabeza; uno de los sensores emite un tipo de vibración diferente cuando se encuentra cerca de objetos, en un rango cóncavo de detección que va de 10 centímetros a 1.6 metros.

Cuando el bastón detecta obstáculos, tanto en la parte inferior como en la superior, las vibraciones se vuelven intermitentes; tiene un sensor de luz, el cual detecta la cantidad lumínica que existe en el ambiente y, con base en eso, emite un sonido para que el invidente sepa que se encuentra cerca de una fuente luminosa y pueda pedir ayuda. También le ha sido adaptada una alarma que se activa fácilmente al apretar un botón, en casos que necesite de apoyo para cruzar la calle o alguna otra situación de ayuda. Todas las funciones son activadas por medio de un control remoto, que diseñaron los estudiantes y que se adapta de forma sencilla al bastón (BUAP, 2015).

Son tantas las posibilidades que promete esta tecnología que se está desarrollando en España, Alemania, Japón, Estados Unidos, y otros países en desarrollo como México, integrándola en ambientes muy complejos como son las casas inteligentes, gafas para entornos de movilidad, y otras aplicaciones que pueden ser de gran utilidad, sobre todo para que las personas con discapacidad visual conquisten su dependencia familiar, y puedan trabajar, moverse de un lugar a otro, educarse autónomamente, y mucho más.

Todos estos aparatos han revolucionado la forma en cómo ven y construyen el mundo los invidentes y débiles visuales, aunque no hacen que desaparezca el problema de salud o condición, si les ofrece una mejor calidad de vida; para muchos, la única desventaja importante, es que, su costo sigue siendo elevado, muchos de ellos cuestan miles de euros y aún tienen funcionalidad limitada. Sin embargo, su potencial rehabilitadorio, complementario, o compensatorio de sus facultades o deficiencias, es indiscutible.

A pesar de que existen varias herramientas tecnológicas para discapacitados, sigue siendo un mercado con mucho potencial de desarrollo. La tecnología de soporte y asistencia que se propone en este trabajo, se basa en técnicas de inteligencia artificial, la cual funciona mediante un asistente virtual o asistente personal inteligente, si bien, hay pequeñas diferencias conceptuales entre ambos, los dos persiguen el mismo fin, la asistencia humana.

Un asistente virtual, es un agente de software o programa de computación que actúa para un usuario o para otro programa, y de esta manera, ayuda a los usuarios de computadoras, a automatizar y realizar tareas con la mínima interacción hombre-máquina. La interacción que se da entre un asistente virtual y una persona, debe ser en lenguaje natural, ya sea que la persona se comunique usando palabras o frases escritas o utilizando la voz y el asistente virtual lo procesa, interpreta, y responde de la misma manera, o puede permitir la entrada de texto y responder con voz o viceversa, dependiendo de la programación y configuración del mismo.

Un asistente personal inteligente también es un agente de software que puede realizar tareas u ofrecer servicios a una persona. Estas tareas o servicios están basados en datos de entrada de usuario, reconocimiento de ubicación y la habilidad de acceder a información almacenada en una variedad de recursos en línea o en una computadora local tales como: al clima, el tráfico, noticias, precios de productos, resultados de loterías, incluso horarios personales del usuario, entre otros.

Algunos ejemplos de asistentes personales son Siri que viene instalado en los equipos de Apple, Google Now de la empresa Google que puede instalarse en equipos con plataforma

Android, Cortana de Microsoft que viene instalado en los sistemas operativos más recientes de Windows, S Voice de Samsung, Bixby de Samsung, por citar los más conocidos. Uno de los aspectos clave de un asistente personal inteligente es su posibilidad de organizar y mantener información actualizada; esto incluye el manejo de correo electrónico, eventos del calendario, archivos, ejecución de aplicaciones, incluso de mantener conversaciones sencillas de carácter social, de ayuda técnica, o alguna otra especializada.

El sistema de Asistente Virtual Inteligente (AVI) que se desarrolló en este trabajo de investigación intenta contribuir al campo de las tiflotecnologías, debe contar con las siguientes características: ser un prototipo, permitir la comunicación de forma sencilla entre usuario-computadora a través del uso del lenguaje natural hablado, las órdenes que se le dan al AVI son mediante el uso de comandos por voz, el AVI reconoce, procesa, interpreta, y responde con una voz sintética en lenguaje natural informando al usuario cada acción que ejecuta en forma de audio, para que el discapacitado visual sepa que se ha completado la acción solicitada.

Se programaron las funciones para utilizar el procesador de palabras Word, la hoja de cálculo Excel, el programa de presentaciones Power Point, el navegador web configurado por default, la conexión a determinadas páginas de Internet, la búsqueda de información utilizando Google, poner música, entre otras funciones de manipulación del sistema operativo Windows, asimismo, se conectará a petición del usuario con la base de conocimientos sobre los contenidos que debe aprender acerca del área de ciencias naturales, los cuales podrá navegar a demanda para brindar flexibilidad curricular en cuanto a la elección de los temas predefinidos que le interesen, considerando el ritmo y estilo de aprendizaje del alumno, es decir, el contenido a aprender estará disponible en formato de audio, el cual, estará gestionado por el AVI en modalidad de asistente-tutor inteligente para mejorar su experiencia interactiva con la computadora y su aprendizaje.

Lo verdaderamente interesante de estas tecnologías es su capacidad para adaptarse a las necesidades humanas; y lo que se buscó como finalidad, fue desarrollar una tecnología

adaptativa reconstructora o compensadora de las funciones humanas, que sirva de soporte y/o asistencia para promover su aprendizaje y elevar su nivel educativo para empoderar a las personas con discapacidad, sembrando en ellas el deseo de autosuperación y confiando en sus capacidades y potencialidades, que desarrollem la confianza en sí mismos, que encuentren su motivación intrínseca, y se orienten hacia al logro de metas, descubran su sentido de vida, y desarrollem todo su potencial para alcanzar su autonomía, libertad y autorrealización.

El empoderamiento de las personas con discapacidad visual, conlleva un cúmulo de acciones, tanto por parte del gobierno, instituciones públicas y privadas, asociaciones civiles, profesionales de la educación, científicos, profesionales de la innovación y la tecnología, así como la concientización y cultura del respeto de este colectivo por parte de la sociedad en general, cada uno desde su trinchera debe crear y colaborar para que se den las condiciones de visibilidad y desarrollo humano de este colectivo.

Superar los obstáculos de la discapacidad es responsabilidad de todos, y en el caso de los discapacitados visuales aunque hay avances importantes, aún queda mucho por hacer para sacarlos del anonimato, una vida que sale a la luz es un evento que celebrar y una razón más para continuar luchando para que cada vez más personas sean conscientes del olvido que viven por la indiferencia y el menoscabo de la sociedad.

La innovación educativa desde una perspectiva tecnológica puede contribuir de manera positiva no solo a darles mejores condiciones de vida a las personas con discapacidad, siempre y cuando se tome en cuenta los siguientes pilares para el empoderamiento de este colectivo a través de la conquista de su independencia: libertad para aprender a aprender, aprender a moverse de manera independiente y segura, aprender a ser, tener y compartir, aprender a convivir juntos, aprender a transformar su sociedad para hacer de ella un lugar mejor para vivir.

Para que las personas con discapacidad se integren plenamente al sistema de relaciones humanas, es preciso cambiar nuestra actitud hacia el fenómeno, modificar la cultura de la

diferenciación, segregación, rechazo, y discriminación, por la igualdad, la unión, aceptación e inclusión de este grupo de población en todas nuestras sociedades, ya que no es suficiente legislar o desarrollar nuevos modelos de definición de discapacidad sin el respeto de la dignidad humana desde un enfoque social y político.

Es de vital importancia reconocer y respetar los derechos humanos que han conquistado a lo largo del tiempo los discapacitados, está claro que los países miembros de los organismos internacionales que han defendido el reconocimiento y dignidad de la persona discapacitada han adoptado las directrices sobre la protección de los derechos del hombre y legislado en sus constituciones todo tipo de derechos, desde los de reconocimiento como seres humanos, derechos y libertades de atención médica y rehabilitación, a formar una familia, al acceso espacios públicos y al trabajo, y principalmente al derecho de la educación y capacitación para potenciar su desarrollo, así como el aprovechamiento del uso de tecnologías y herramientas que permiten habilitar, rehabilitar o compensar una o más limitaciones funcionales derivadas de su discapacidad, y facilite su inserción a ambientes de aprendizaje cada vez más inclusivos.

Capítulo 5. Fundamentos teóricos

El presente capítulo, tiene como objetivo reunir los fundamentos teóricos y la explicación de la relación de los elementos del problema con los componentes o aspectos de las teorías que sustentan la propuesta y el trabajo de investigación, éstos son producto de la revisión teórica de diversas fuentes que abordan los aspectos centrales del problema, y descritos en los propósitos que se pretenden alcanzar.

Como el objetivo final que se persigue en esta investigación es el empleo de tecnología de última generación que coadyuve a que el alumno con discapacidad visual se familiarice con el uso de las TIC y con el tiempo pueda desarrollar las competencias digitales que necesita para desempeñarse en su vida cotidiana, y que a su vez, éstas sirvan para adquirir conceptos de ciencias naturales en entornos de aprendizaje con niños discapacitados visuales, resulta necesario analizar las corrientes teóricas desde la postura de diversos autores, y profundizar en aquellas que más aporten a la comprensión del objeto de estudio.

Por lo tanto, derivado de la naturaleza del problema de investigación, en este apartado se hace un abordaje teórico en dos perspectivas, desde la óptica de la pedagogía y de la tecnología. Cuando se plantea una situación de aprendizaje mediada, apoyada, soportada o facilitada por tecnología, se intenta describir, explicar y predecir el fenómeno de estudio a partir de un cuerpo teórico nuclear tecnológico-pedagógico, y un conjunto de teorías satélite que ayudan a comprender mejor el fenómeno dentro del contexto donde se desarrolla.

El grupo de teorías que se usarán para dar sustento y explicación al fenómeno del desarrollo de habilidades digitales, y el aprendizaje de conceptos científicos del área de ciencias naturales con apoyo de las TIC, en ambientes educativos con niños ciegos y deficientes visuales, son las siguientes: la teoría de la actividad aplicada a la enseñanza-aprendizaje como teoría principal, propuesta por Galperin y Nina Talizina cuya finalidad es poner en práctica el aprendizaje por etapas.

Asimismo, se toma de las ciencias de la computación la teoría de autómatas y la inteligencia artificial para los analizadores léxicos y sintácticos, verbal y auditivo en la comunicación tecnopersonal; la teoría de juegos propuesta por John Nash, que considera las interacciones estratégicas y la predicción de decisiones de la gente; el enfoque humanista para explicar la inclusión desde el aspecto jurídico y social, así como, el empoderamiento de la población con discapacidad visual para lograr su desarrollo integral.

Se hace mayor hincapié en las teorías que se consideran que pueden ayudar a explicar y a predecir el fenómeno de estudio tales como: la teoría de la actividad en la enseñanza, la teoría de juegos, la teoría de la inteligencia artificial por considerarse base fundamental en la estrategia de solución al problema planteado, partiendo del enfoque humanista del desarrollo humano tan necesario en la atención a la población de estudio, además de exponer las posturas de los distintos autores, se complementa la explicación con las opiniones argumentadas recuperadas de las experiencias vividas por algunos de los integrantes de la población de estudio, personas invidentes y deficientes visuales.

Cabe aclarar que, aunque en este apartado se concentra la mayor cantidad de fundamentación teórica, pueden aparecer consideraciones teóricas en otros capítulos del trabajo de investigación cuando se considera que es necesario referirse a ellas para efectos de dar coherencia a la investigación.

5.1. Desarrollo humano

De acuerdo con la postura planteada en la Visión general del Informe sobre Desarrollo Humano (Human Development Report Overview, HDRO por sus siglas en inglés) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

El desarrollo humano es un proceso de ampliación de las opciones de las personas. Los más importantes son llevar una vida larga y saludable, ser educado y disfrutar de un nivel de vida decente. Las opciones adicionales incluyen la libertad política, los derechos humanos garantizados y el respeto por uno mismo (HDRO, 1990, p.1).

El desarrollo humano tiene muchas dimensiones según se trata en el libro denominado “*Avance del desarrollo humano: teoría y práctica*” publicado en el año 2018 por Francés Stewart y Emma Samman. Las autoras, consideran que el enfoque del Desarrollo Humano que se promueve en el PENUD, insisten en que el objetivo fundamental de la política de desarrollo de los países miembros, debe ser ampliar las oportunidades para que las personas puedan llevar vidas significativas. Estiman que el crecimiento económico es un medio para lograr este fin, no es un fin en sí mismo. El enfoque se desarrolló desde 1990 para lograr la estabilización de los grandes males sociales que incluía altos niveles de pobreza, educación deficiente, servicios de salud insuficientes, alta desigualdad y desempleo.

Este planteamiento se relaciona con los objetivos alternativos de la maximización de la felicidad social y la búsqueda del crecimiento económico. Las dimensiones que se incluyen en su análisis del desarrollo humano va más allá de las condiciones básicas encapsuladas en el *Índice de Desarrollo Humano* (IDH), ya que, éste no incluye las libertades políticas, la cohesión social, la reducción de las desigualdades y los factores ambientales, entre otros. Estas dimensiones no están bien correlacionadas con el IDH: los países pueden obtener buenos resultados en el IDH y, sin embargo, salir mal en otras dimensiones (Stewart, Ranis y Samman, 2018).

5.2. Concepto de humanismo

El humanismo es un nuevo paradigma científico, un conjunto de teorías cuyo núcleo central suministra la base y modelo para resolver los problemas de la humanidad del siglo XX, y para avanzar en el propio conocimiento de la ciencia y las necesidades humanas, surgió simultáneamente en Estados Unidos y en Europa, formulado por un grupo de psicólogos estadounidenses después de concluida la segunda guerra mundial en la década de 1950. La psicología humanista es descrita como la tercera fuerza de la época, surge entre las corrientes psicológicas del conductismo propuesto por Jhon B. Whatson y el psicoanálisis desarrollado por Sigmund Freud (Lafarga y Gómez, 2010; Riveros, 2014).

En su contexto, la psicología humanista es el producto de una revolución en el pensamiento filosófico y psicológico; como consecuencia de las guerras mundiales y la guerra fría, la civilización occidental queda cuestionada históricamente por los actos de barbarie contra el propio ser humano que se podrían considerar como “antihumanistas”, esta fue sin duda, la mayor crisis de la existencia humana, porque representó el quiebre de la filosofía clásica basada en el paradigma racionalista, modelo que sólo se puede plantear como una negación de la prioridad del Ser; y, ante una ciencia psicológica debilitada por este paradigma caracterizada por el estudio reducido del sujeto-objeto, sujeto y contexto, razón y emoción, razón e intuición, razón e inconsciente, mente y cuerpo, cuerpo y espíritu; ambas ciencias habían perdido su pertinencia y presentaban limitaciones para comprender los fenómenos psicológicos y humanos de la época (Riveros, 2014).

No obstante, en el horizonte aparece una nueva filosofía con nuevas perspectivas conceptuales procedentes de la fenomenología de Edmund Husserl, y el existencialismo de Søren Kierkegaard y Friedrich Nietzsche. La psicología humanista emana como una respuesta hipotética que busca satisfacer las inquietudes del hombre contemporáneo, se basa en las más antiguas hipótesis filosóficas de la civilización occidental acerca de la persona humana, pretende integrar una concepción de hombre más holístico, más filosófico además de científico (Lafarga y Gómez, 2010; Riveros, 2014), incluso se podría agregar a este enfoque complejo y totalitario que también es dinámico, mutable y evolutivo permanentemente.

En palabras de Maslow ésta no es concebida como antagónica a las otras dos supuestas fuerzas (conductismo y psicoanálisis), sino como una superestructura más amplia, en cuyo seno podían albergarse todas las demás corrientes; y en voz de Rugental la psicología humanista es *"una completa descripción de lo que significa existir como ser humano"* (Villegas, 1986).

El enfoque humanista ha trascendido muchas épocas de la existencia humana, podría decirse que es transversal a todos los enfoques teóricos que han coexistido con él, aún con los acuerdos y desacuerdos de los filósofos de cada tiempo, sigue estando presente en todos

los campos del quehacer humano; desde que surgió con los filósofos griegos y específicamente con Sócrates hasta el siglo XIX con Friedrich Nietzsche y Martin Heidegger casi durante todo el siglo XX, y hoy más que nunca en los albores del siglo XXI seguimos hablando de una u otra manera del humanismo a través del sociólogo y filósofo más prominente de los últimos tiempos Zygmunt Bauman, quien dejó a la humanidad un enorme legado con su humanismo líquido, donde al estudiar los temas inherentes al hombre da cuenta de las verdades incómodas actuales del ser humano dignas de ser reflexionadas.

Para Nietzsche, el humanismo era una doctrina que se venía repitiendo siglo con siglo a lo largo de la historia, afirmando que existe un Dios creador del universo que interviene en su evolución con independencia de toda religión. De acuerdo con Ham (SF) hace falta una comprensión del propio ser, de aquello que estructura y da forma a cada sujeto, de las fuerzas que al interior de un individuo permiten ubicar un sentido de lo que piensa, expresa y hace, y que Nietzsche en su propuesta de la “Voluntad de poder” intentó penetrar esa dimensión para tener una comprensión más profunda de la existencia individual.

Heidegger por su parte, creía que el humanismo era una filosofía metafísica, con esto atribuye a la humanidad una esencia universal, privilegiándola sobre otras formas de existencia.

Son varias las ciencias que han tomado al ser humano como objeto de estudio: la Antropología, la Sociología, la Pedagogía, la Psicología, por citar algunas; cada una desde su trinchera ha dado testimonio de algunas dimensiones particulares del pensar y actuar de las personas, han contribuido al ampliar el conocimiento de lo humano respecto a su comportamiento. Sus estudios destacan al ser humano como ente físico, cultural, social y que desarrollan un corpus de datos, causas, determinaciones y explicaciones que, sin lugar a dudas, son necesarias para la cabal comprensión de los individuos en sus diferentes capacidades y habilidades (Ham, SF).

La expresión actitudinal del ser humano sea buena o mala, positiva o negativa, sea como sea, es el resultado de lo que se ha educado o influenciado a ese Ser, ya sea como acto

intencional (educación formal) o por modelado (educación informal), es decir, que más allá de la herencia genética, lo que una persona ha aprendido viendo de lo que hay en su entorno de desarrollo y lo ha reproducido consciente o inconscientemente, es el producto o respuesta actitudinal ante un hecho, fenómeno o situación que enfrenta.

Todas las experiencias que vive el Ser lo determinan, por ende tendrán un efecto en su comportamiento, y dado que las experiencias por más estandarizadas que se definan en la educación formal, no hay control de las interpretaciones que hace el sujeto de ellas, ni de los cambios internos que ocurren en su Ser. En la educación informal con la que es bombardeado a cada momento en el entorno donde se desarrolla, y que se apropiá con el único filtro de su criterio producto de su desarrollo psicológico, por lo tanto, no hay certeza de su construcción como ser social, tampoco existe balance en la educación formal e informal salvo lo que él mismo decida para sí cuando ya ha alcanzado la madurez en la etapa adulta.

Las experiencias del sujeto tienen un carácter cambiante, no hay control total de las experiencias a las que está expuesto en la educación informal que es la mayor parte del tiempo de vida que pasa una vez terminada su escolarización, he ahí la importancia de la educación para toda la vida propuesta por la UNESCO, porque en cada tiempo, espacio y contexto también son diferentes, por tanto, los resultados también serán distintos. Estamos entonces, ante una encrucijada constante del humanismo, y detectamos que tiene un carácter evolutivo, tal como menciona Heidegger en su “Carta sobre el Humanismo”, estamos muy lejos de tener claridad y total control de la esencia del actuar del ser humano de forma suficientemente y definitiva. Sólo se conoce el actuar como la producción de un efecto, cuya realidad se estima en función de su utilidad (Cortes y Leyte, 2000).

Por lo tanto, se puede dilucidar que el humanismo es el paradigma científico permanente que ha intentado explicar desde la antigüedad cómo piensa y actúa el ser humano, para comprender y desplegar todo el potencial que lleva dentro sin importar si tiene o no discapacidades físicas.

5.3. Orígenes del humanismo

El concepto de “*humanismo*” tiene sus raíces en la antigüedad en la cultura griega, ellos fueron los que inventaron la palabra al llamar a su cultura “*humanidad*”. Su modelo de cultura humana estuvo marcada por grandes ideales del ser humano, cuyo paradigma cuenta con tres pilares: hombre, educación, y cultura conocida como *paideia* o formación del hombre griego. Las letras humanas griegas fueron consideradas como expresión de la humanitas, como expresión de las virtudes, las artes y la filosofía más dignas de admirarse. Estas ideas pasaron a la cultura romana a través de Cicerón, un jurista, político, filósofo, escritor y orador romano que vivió del 3 de enero de 106 a. C al 7 de diciembre de 43 a. C., considerado una de las mayores autoridades en materia de cultura de ese tiempo, y quien sentara las bases filosóficas del primer humanismo, el romano.

En la era moderna, la palabra fue acuñada por los historiadores del siglo XIX que se interesaron por los denominados “*humanistas*” de la época medieval de los siglos XV y XVI, pero el humanismo tal como se conoce hoy, comenzó en Italia en el siglo XIV, es un movimiento de espíritu, a la vez estético, filosófico, científico y religioso, cualidades contenidas en la identidad de nuestra sustancia humana. El término, ha tenido una connotación polisémica en cada época y en cada contexto, el vocablo fue acuñado por F. J. Niethammer en 1808, para referirse a las disciplinas que se consagraban a los studia humanitatis (artes liberales) que destacaba las lenguas clásicas, latín y griego.

La expresión humanitas significa ser esencial y auténticamente humano, su uso tiene la raíz latina *humanus* con tres significados distintos: *humanus* como persona culta y virtuosa; *humanus* en el sentido de benevolente y compasivo; y *humanus* como equivalente a naturaleza humana. El humanismo teocéntrico de la antigüedad clásica, tenía una idea del hombre que incluye lo divino, combinaron el platonismo y aristotelismo con la fe cristiana (Jaeger, 1980; Rodríguez, 2008, p- 92); El primer humanismo grecorromano, pugna por el cultivo de la humanitas tal como se manifiesta en el *Homo humanus* por excelencia, en contraste con el *Homo barbarus*. Es de gran relevancia educar la humanitas, porque el

hombre necesita ser pulido y afinado para que alcance la perfección y la eminencia, despojándolo de su rudeza espontánea (Rodríguez, 2008).

El humanismo actual tiene herencia griega, se remite a sus fuentes en la tradición helénica para definir filosóficamente su concepción de hombre, educación y cultura (*paideia*). El humanismo romano, y todos los tipos de humanismo surgidos posteriormente, desde sus orígenes hasta nuestros días, han adoptado y replicado *la esencia* general del hombre, considerado como *animal rationale*. De acuerdo con Heidegger (1996), “todo humanismo o se funda en una metafísica o se convierte a sí mismo en el fundamento de un humanismo” (p. 71).

La propia antropología filosófica se ha quedado con la misma la idea de hombre desde la antigüedad hasta la actualidad, porque la noción modernas no ha logrado sobreponer el concepto tradicional de *animal racional*, a manera de ejemplo: Nietzsche llama al hombre “*el animal que hace promesas*”; Klages, “*el animal que piensa*”; Franklin, “*un animal que hace utensilios*”; Paul Ernst, “*el animal que se engaña a sí mismo*”; Rousseau, “*un animal corrompido*” (Basave, 2003). Como se puede apreciar, todas estas definiciones solo consideran una dimensión humana que es la racional, y aunque biológicamente se tenga dos hemisferios cerebrales, uno racional y otro emocional, la dimensión que se está omitiendo es la espiritual, ya que desde el punto de vista humanista, la naturaleza humana no sólo es racional sino incorpóreo y místico también.

Para el siglo XIX, el surgimiento del denominado neohumanismo que aún estaba fundamentado en la reinterpretación de la cultura griega, dejaba en claro una diferencia fundamental, eliminar la visión unilateral del racionalismo; el nuevo humanismo enfatiza la riqueza polifacética del individuo humano y las exigencias de su educación integral y armónica hasta culminar en una obra de arte donde el artista, el proceso creativo y la obra se identifican (Rodríguez, 2008).

5.4. El humanismo del siglo XX

El humanismo experimentó su renacimiento como una corriente totalmente contraria al racionalismo ilustrado, surge en un contexto dominado por el avance científico y tecnológico de la física moderna y el invento de las armas nucleares, los cohetes espaciales y los satélites artificiales, los conflictos bélicos entre los humanos en la lucha por la conquista del otro, de sus territorios y sus recursos, la expansión de las fronteras de los países poderosos y la colonización de los nuevos territorios dominados; todo esto, condujo al control del entorno y su transformación, y con ello, el deseo voraz de consumir la vida del planeta con la explotación de sus recursos que actualmente pone en peligro de extinción a la raza humana (Riveros, 2014; NASA, 2001; Vilches, Gil, Toscano y Macías, 2009).

La primera mitad del siglo XX, estuvo fuertemente marcada por muerte y destrucción, de altas pérdidas humanas, materiales y económicas; después de las dos guerras mundiales donde las grandes potencias demostraron su poderío militar. Al finalizar la segunda guerra mundial comenzó la guerra fría, las razones de este conflicto fueron esencialmente ideológicas, políticas, económicas y propagandísticas con la idea de demostrar la superioridad de unos sobre otros, tanto de poder como de prestigio, había que probar ¿cuál modelo ideológico era más exitoso?, dos modelos excluyentes de sociedad, un enfrentamiento entre dos bloques económicos, el capitalismo occidental y el comunismo oriental, liderados por dos grandes potencias mundiales Estados Unidos y la U.R.S.S respectivamente, ambos sistemas estaban inspirados en *una visión del hombre como un ser que debe conquistar la naturaleza y el universo a través de una civilización extremadamente desarrollada en lo científico*, aunque esta ideología demostró ser totalmente ineficiente para resolver los conflictos en forma pacífica y dialogada (Riveros, 2014).

En el ámbito del prestigio, las dos grandes potencias en esta misma década de los años 50 inician la carrera espacial, el hombre aspira a viajar a otros mundos para conquistar el espacio interplanetario; esta idea, se materializó al inaugurarse la Era espacial con el lanzamiento exitoso del satélite Sputnik 1 por parte de la U.R.S.S. Casi un año más tarde, la

NASA de Estados Unidos crea el primer programa de vuelo espacial humano con el Proyecto Mercury, el cual, pretendía orbitar la tierra y en posteriores misiones viajar a la luna, para después conquistar otros planetas como Marte, con ello se inicia la primera era de exploración humana del sistema solar fuera de la tierra (National Geographic, 2010).

Hasta el momento y en general, el ser humano se ha enfocado en conquistar a otro ser humano, de los territorios que posee, y el dominio del espacio exterior interplanetario, empero, se ha olvidado de conquistar lo verdaderamente esencial, el espacio interior, el espacio existencial del propio ser humano, el locus de control interno, sus relaciones interpersonales, sus formas de comunicación, sus códigos morales y éticos para actuar en su entorno, el control de sus emociones, sus métodos y estilos de aprendizajes, entre muchas otras propiedades puramente humanas.

La psicología humanista propone ocuparse de los dominios más humanos, desde una visión holística del desarrollo en su contexto (económico, político, social, cultural, etc.), aunque los problemas humanos y los dilemas existenciales de la experiencia humana son fenómenos complejos, aunado que, interactúan en un ambiente embrollado que aumenta la dificultad, el humanismo en contra de lo que propone el paradigma racionalista, intenta sentar una aproximación renovada de la vida, la experiencia y el conocimiento humano.

Con la conquista del espacio interno, educación interior, se puede subir la escala de los valores, la conciencia, la ética, del dominio de las emociones negativas y destructivas tanto de lo interno como del entorno que nos rodea, el dominio de lo banal sobre lo trascendental, de los deseos de poder y dominio sobre los demás, eliminando los obstáculos internos y externos, como menciona Basave (2003), la dimensión espiritual es la clave de lo humano que exige disciplina y sacrificio, con ello, se estaría en el camino de disminuir la pendiente de la animalidad; y que para lograr la ascensión se cuenta con un motor magnánimo: el amor, y bien se podría agregar la compasión, estas dádivas enriquecen a la persona humano al mismo tiempo que eleva su calidad humana.

Como ejemplo de esto, en la historia humana se puede encontrar a grandes personajes altamente desarrollados en la dimensión espiritual, personas comunes y corrientes que han conquistado su espacio interno, tales como: Mahatma Gandhi pacifista, político, pensador y abogado hinduista, practicante y escalador de valores como la paz, la verdad, la no violencia, fue en general, un luchador por la unidad de toda la familia humana, siempre en busca de una elevada dignidad. Otro caso, es el de la Madre Teresa de Calcuta, símbolo de caridad y amor por los pobres y menos favorecidos. Garrido (1997) en su artículo *legado espiritual de la Madre Teresa*, hace énfasis en la pobreza espiritual de la que somos presa en el contexto occidental de la actualidad.

En los países occidentales existe otra clase de pobreza, la del espíritu, que es mucho peor. La gente ya no cree en Dios, no reza [...] Está insatisfecha con lo que tiene; le aterra el sufrimiento y esto le lleva a la desesperación. Es una pobreza del alma, una sequedad del corazón que resulta mucho más difícil de remediar (Garrido, 1997, la pobreza de los ricos). Para ella, en otro sentido de la falta de alimento, la gran pobreza es no ser querido.

Lo que se intenta explicar con lo anterior, es que, estos seres humanos pueden darnos las pautas para desarrollar habilidades más humanas en nuestros alumnos, formar a las nuevas generaciones más tolerantes, pacifistas, íntegras, colaborativas, equitativas, integradoras, inclusivas, luchadoras por una sociedad más justa, respetuosas de la vida y de la diversidad cultural, sensibles a las necesidades humanas de los menos favorecidos, que practiquen no solo el amor a la patria sino a su propia especie, y las de su entorno que dan sustento a la vida en el planeta.

Todas estas habilidades resultan necesarias en la sociedad actual para resolver los problemas que aquejan y amenazan la subsistencia de la familia humana; además, permitirían tener una visión global de los dilemas humanos, y al mismo tiempo enriquezca sus espíritus, que les facilite encontrar su sentido de vida, y conseguir no solo el desarrollo de sus capacidades y talentos para lograr su propio bienestar sino descubrir cuál es su misión en este mundo.

La consideración de estos componentes en el neohumanismo educativo, permitiría a mediano plazo crear una sociedad más desarrollada consientemente, a través de un replanteamiento de la educación comenzando por el propio ser, como lo plantea la psicoterapia humanista, una educación de sanación de traumas, derivados de la época que nos tocó vivir en sociedades poco educadas y respetuosas de la vida misma. Haciendo una analogía con la informática, implica intervenir en el conjunto de programas, instrucciones y reglas que operan nuestra forma de ser y actuar, y que incluso se ejecutan de forma automática, pueden ser programas dañinos para sí mismo que ponen en riesgo la vida del sujeto y las de otras personas (virus mentales, de acuerdo a la programación neurolingüística), o programas que protegen el funcionamiento normal y positivo de la vida.

El mundo de las ideas, las emociones, los sentimientos y las creencias son el software, lo intangible, lo espiritual del ser humano que mueve al mundo para bien o para mal de sí mismo o de los demás. Este espacio no ha sido suficientemente o correctamente conquistado, el medio para lograrlo es la educación, empero, ésta en general, se ha preocupado más por el desarrollo de las personas con todas sus capacidades, orientadas a incrementar o perfeccionar habilidades instrumentales para la vida laboral, educados para el *hacer* y poco para el *entender, concientizar y trascender*.

Por esa razón, en la antigüedad y hasta no hace muchos años, a las personas con discapacidad se les consideraba una carga para los demás al no poder valerse por sí mismos. Producto del tipo de educación que se ha inculcado y heredado generación tras generación, la mayoría no ha podido ser empáticos con ellos, hace falta demostrar respeto, amor y compasión a este sector de población vulnerable, históricamente se ha hecho todo lo contrario, se les ha rechazado y hecho sentir no queridos, insultándolos, ignorándolos y humillándolos.

El desinterés como padres, maestros y sociedad para integrarlos e incluirlos a las actividades cotidianas de la vida ha contribuido a marginar a este colectivo, pero hoy, es una prioridad lograr su pleno desarrollo y enaltecer su condición humana ganada por

derecho. Desde cualquier trinchera, se debe coadyuvar a terminar con la cultura del *pobrecito ciego* según relatan las asociaciones en pro de las personas discapacidad visual; se trata de verlos como alguien normal que puede desarrollarse y valerse por sí mismo con la educación y herramientas de ayuda adecuadas.

Para efectos de la presente investigación, se considera que la teoría del paradigma humanista permite describir y explicar el problema en la búsqueda de potenciar el desarrollo de los alumnos con discapacidad visual, liberar los bloqueos que lo limitan, hacer conciencia del potencial de sus capacidades humanas funcionales, y estar en condiciones de motivarlo y empoderarlo para catapultar su autorrealización, bienestar y calidad de vida desde un enfoque de sana convivencia con sus semejantes y con su entorno, acogidos positivamente por la sociedad en general.

Aunque es difícil definir el concepto del movimiento del potencial humano, porque éste va cambiando con el paso del tiempo y en cada contexto, deben hacerse adaptaciones acordes a los avances científicos para ejecutarlos con calidad y sean pertinentes; de acuerdo con Mann (1979), “es un término global, creado para designar un amplio espectro de enfoques, métodos y técnicas relativas al pleno desarrollo de las capacidades humanas” (Villegas, 1986. p. 26).

La suposición básica que se tiene del colectivo invidente y/o de baja visión es, que dentro de la postura del movimiento del desarrollo del potencial humano, la persona no desarrolla todo su potencial a causa de las restricciones económicas, políticas y sociales a las que se ve sometido en su vida cotidiana, desde el nacimiento o desde que se declara su discapacidad, y a través de la educación poco contextualizada para ellos, la falta de preparación y apoyo de los padres o las personas que los cuidan, y la carencia de las herramientas tecnológicas a su alcance para apoyarse o compensar su discapacidad. Se trata, por tanto, de proporcionarle nuevas experiencias con nuevas herramientas que posibiliten su renacimiento y reeducación.

5.5. Autores representativos del humanismo y sus aportes

Los exponentes más representativos del paradigma científico humanista, que han aportado desde distintas posturas y métodos de investigación al desarrollo de esta corriente psicológica que destaca la individualidad de la persona humana, la necesidad de estudiar esta singularidad no en partes aisladas sino como un todo inseparable, y el respeto por su desarrollo autónomo son: *Abraham Maslow* quien sintetizó los procesos de autodeterminación y autorrealización; *Carl Rogers* con el enfoque centrado en la persona que sistematiza y unifica el proceso del crecimiento individual y social al proyectar la psicología humanista a las ciencias de la educación y de las relaciones interpersonales en general; *Edward Spranger* con su psicología de la personalidad.

La contribución de *William Stern* fue al abrir nuevas perspectivas unificadoras de la motivación y dinámica de la persona humana, haciendo hincapié no en la patología, sino en el sano funcionamiento; *Gordon Allport* con su psicología indeográfica; *Gardner Murphy* con una visión exhaustiva y unificadora de las ciencias del comportamiento; *Rollo May* con el análisis de la existencia individual; *Henry Murray* con su teoría sobre el constructo psicológico de la personalidad, basada en la necesidad y la presión; *Hadley Cantril* con su método transaccional para estudiar percepción humana, así como otra búsqueda en psicología humanística; *George Kelly* con sus teorías cognoscitivas de acercamiento a la personalidad y creador de la teoría de los constructos personales; todos ellos, fueron los autores más importantes y promotores inmediatos de la psicología humanista.

Todos estos autores han contribuido al desarrollo de una ciencia con sentido de lo humano, si bien, no es la panacea que resolverá todos los dilemas del hombre, si puede contribuir a sacar del anonimato a la población con discapacidad visual, dándoles la oportunidad de conquistar su independencia y que puedan vivir una vida decorosa; la forma de lograrlo implica llevar a la práctica el modelo constructivista de la educación, donde el alumno es el centro de interés y del proceso de enseñanza-aprendizaje considerando sus intereses, capacidades, estilos y ritmos de aprendizaje.

Como bien menciona Gondra (1986), el término humanismo se vincula con las concepciones filosóficas que sitúan al ser humano en el centro de su interés y resalta la dignidad del ser humano. Aunque el humanismo filosófico puede ser interpretado de distintas formas (cristiano, socialista, existencialista, científico, etc.), ayuda a entender la concepción del ser humano que se debe formar para lograr los propósitos educativos que dignifiquen la vida de toda persona humana, que coadyuven a su integración e inclusión educativa, laboral y social, y por consiguiente su participación social.

El humanismo entendido como método fenomenológico desde un enfoque filosófico pragmatista clásico, movimiento considerado ampliamente humanista y presente en la psicología de William James, quien se opuso a toda concepción absolutista de pensar, conocer o significar, y a toda ausencia de diversidad y espontaneidad de la experiencia humana, en consecuencia, atribuyó flexibilidad al describir la riqueza de lo real aún a costa de perder exactitud; explicó que las experiencias humanas son flexibles, moldeables, plurales, comunicables, y enfatizó el rol del hombre como conocedor, hacedor y transformador de mundos cada vez más humanos. La psicología humanista se ocupa de entender al ser humano, desarrollar su potencial y simboliza un compromiso para mejorar su condición (Rossi, 2008; Riveros, 2014).

Postulados básicos sobre el ser humano:

- Es más que la suma de sus partes.
- Lleva a cabo su existencia en un contexto humano.
- Es consciente.
- Tiene capacidad de elección.
- Es intencional en sus propósitos, sus experiencias valorativas, su creatividad y la comprensión de significados.

5.6. Desarrollo humano de las personas con discapacidad visual

Siguiendo el proceso natural de desarrollo humano de las personas con discapacidad visual entre otras, se puede decir que no es que sean anormales, ni que estén enfermos o que no tengan capacidades para seguirse desarrollando de manera casi normal como los demás; si acaso y sin darnos cuenta, al invisibilizarlos, y con la poca o nula atención que se les ha brindado para desarrollar su potencial, se ha propiciado que se vuelvan dependientes de las personas que los cuidan.

Si hay algo que en ellos haya que curar, que permita normalizarlos y capacitarlos en las tareas cotidianas para hacerlos competentes e independientes, es concluir su proceso de crecimiento del potencial humano que se busca alcanzar en la educación de las personas que se consideran normales, porque simplemente son inmaduros, sea por negligencia o por la falta de interés y/o conocimiento por parte de quienes los educan o los cuidan, o por falta de políticas públicas en todos los ámbitos de la existencia de este colectivo, es claro que tiene un hueco enorme de necesidades por cubrir, una área de oportunidad muy grande para que logren su propósito de vida al promover su inclusión educativa, social y laboral con un sentido más humano.

Una persona con discapacidad visual no puede ser entendida como un sujeto con alguna patología, porque no padece una enfermedad, ni tiene síntomas de alguna, sólo presenta una deficiencia o limitación de un órgano sensorial, el sentido corporal que le concede la facultad para percibir estímulos externos y apreciar o juzgar algo a través de la vista; pero como dice William Stern habrá que enfocarnos en el sano funcionamiento del ser humano, ya que la función de este sentido puede ser sustituido por la potenciación de los demás sentidos como el tacto y el oído principalmente, incluso estar apoyados con tecnología para compensar la deficiencia; por otro lado, el sentido del olfato y del gusto también pueden ayudar a las personas con discapacidad visual a complementar su limitación de percepción visual.

El olfato es un sentido muy poderoso pero el menos estudiado, tiene acceso inmediato a los recuerdos almacenados en la memoria a través de los olores, acerca de personas, objetos o cosas, ya sean nuevos o antiguos, se podrá acceder instantáneamente y de manera automática. Las neuronas olfatorias primarias, transmiten la información de las moléculas aromáticas a los tractos olfatorios, y de ahí a los bulbos olfatorios, que se encuentran en la parte posterior de la nariz; en los bulbos se encuentran los cuerpos de células mitrales y en penacho, que son las neuronas secundarias del olfato, y donde hacen sinapsis las neuronas primarias con las secundarias, estas células olfatorias viajan a través de la estría olfatoria lateral primaria hacia el área olfatoria primaria homolateral en el lóbulo temporal del encéfalo.

Los bulbos son la parte del cerebro encargada de enviar los mensajes directamente a los centros más primitivos del cerebro humano (sistema límbico), donde se estimulan las emociones y memorias de largo plazo. Estos centros cerebrales al percibir los aromas acceden directamente a los recuerdos y traen a la memoria personas, lugares o situaciones relacionadas con las emociones vinculadas a sensaciones olfativas (Rodríguez, 2005; Wilson, Akesson, Stewart, 2013).

Las personas con ceguera hacen uso del sentido de olfato para reconocer personas a corta distancia por el perfume que usan, o para ubicarse en las calles por donde transitan, por ejemplo, reconocer el aroma de una panadería, de jardines, de las esencias de plantas y frutos, o detectar peligros con los olores de cuando algo se está quemando etc. Como propuso el filósofo Immanuel Kant, nuestro conocimiento del mundo exterior depende de nuestras formas de percepción. Los sentidos son la manera en la que se obtiene información del mundo, el modo de comprender y de relacionarnos con los objetos y las personas que nos rodean.

La discapacidad visual requiere de utilizar todos los sentidos funcionales restantes para obtener la mayor información posible acerca del entorno en el que se desenvuelven estas personas. En el marco de la educación especial, y en particular el proceso educativo con niños invidentes o con deficiencia visual, es de vital importancia que aprendan a utilizar la

información proporcionada por todos los sentidos funcionales de manera conjunta y efectiva, auxiliarse de herramientas que compensen o potencien sus capacidades perceptivas para aumentar su participación social y evitar que enfrenten mayor riesgo de exclusión.

Durante muchos años, para las personas con discapacidad visual, el tacto ha sido el rey de los sentidos para conocer el mundo que les rodea; la piel es el órgano sensorial más grande del cuerpo humano, el organismo percibe todos los estímulos producidos por el tacto a través de las terminaciones nerviosas de la piel, en un solo centímetro cuadrado de piel hay más de cinco mil receptores sensitivos que reciben y envían información instantáneamente al cerebro para procesar el estímulo, interpretar y dar sentido a dicha información, este órgano puede producir las imágenes mentales parecidas a las percibidas por la vista y obtener una idea de la realidad circundante a esta población.

Si bien, el tacto no puede compararse con la capacidad de la retina para distinguir los objetos en su entorno, los colores y detalles con sus millones de células sensibles a la luz que transforman la imagen en un conjunto de impulsos nerviosos que se transmiten a lo largo del nervio óptico hasta el cerebro; la información procedente de los nervios ópticos y la proveniente de los receptores sensitivos del tacto es procesada de la misma manera en el cerebro para producir una imagen única coordinada, con la diferencia entre ambos sentidos de velocidad de percepción, distancia a la que se encuentra de los objetos del sujeto y el nivel de detalle en cuanto a características que se obtienen de dichos objetos y personas que se tocan o se ven.

La velocidad de percepción del ojo humano es de 24 fotogramas por segundo para que el cerebro conforme una imagen completa (Castillo, 2012). Por lo tanto, se puede comprender más rápido la realidad circundante o reaccionar al estímulo, mientras que la velocidad de la percepción táctil o sensibilidad para el tacto como la presión, vibración, tensión, textura, relieve o la temperatura es un poco más lenta, ya que las señales de los sensores de este sentido, al igual que el sentido del gusto deben viajar por el cuerpo a través de las neuronas y la espina dorsal antes de llegar al cerebro, y para efectos de la interpretación de los

objetos de la realidad requiere un tiempo mayor de exposición y exploración la modalidad táctil es un *proceso "en serie"* en comparación con el *proceso en "paralelo"* de la modalidad visual (Newell et al., 2005 citado en Universidad de la Laguna, 2012).

El oído es el segundo sentido más utilizado por discapacitados visuales no solo para comprender la realidad sino para moverse en su entorno de desarrollo. Por ejemplo, para desplazarse por las calles de la ciudad algunos han desarrollado la ecolocalización ampliamente utilizada por los murciélagos, esta técnica permite a las personas ciegas detectar a la distancia los objetos que se interponen en su camino a través de un sonido parecido a un chasquido producido con la boca, y que, al emitirse la señal en la dirección de su recorrido, ésta rebota en el objeto y regresa al emisor para indicarle su presencia y poder esquivarlo.

Otra utilización que le dan al oído es la de reconocer objetos o cosas a partir de los sonidos que producen, en la actualidad se apoyan también con tecnología que incorpora sonidos, vibraciones, y lenguaje humano como el utilizado en los audiolibros; otro ejemplo, es la técnica utilizada en las clases de educación física y el entrenamiento de fútbol, al emplear balones que contienen cascabeles en su interior que emiten sonidos al contacto o movimiento pueden ayudar a ubicar la posición del balón, o como el caso de la herramienta de tiflotecnología que se plantea desarrollar en la presente investigación, donde se hace uso del lenguaje humano y comandos por voz para comunicarse e interactuar con la computadora utilizando la producción oral del lenguaje y el oído.

Por lo tanto, dichos sentidos pueden desarrollarse, potenciarse e integrarse con metodologías adecuadas y bien planeadas que permitan un desempeño tan sobresaliente de un discapacitado visual como el de una persona con todas sus capacidades sensoriales. El impacto de la cognición auditiva de la escucha activa combinada con la cognición táctil y la cognición olfativa, puede ser una estrategia poderosa para compensar la carencia o deficiencia de la vista.

5.7. Teoría de la inteligencia artificial (IA)

En este apartado se aborda el concepto de inteligencia artificial y una breve historia de la misma, desde la propuesta inicial hecha por Alan Turing sobre la inteligencia de las máquinas, el modelo de la neurona del cerebro humano elaborado por MC Culloch y Pitts, transitando por los sistemas expertos, la robótica, los sistemas tutores inteligentes y los asistentes virtuales, todos ellos conforman la teoría de la IA y su aplicación a los problemas de la vida cotidiana.

El objetivo de la IA es emular las capacidades de inteligencia del ser humano, las aproximaciones teóricas tienen diferentes puntos de vista, sus fundamentos provienen de distintas disciplinas como la Filosofía, las Matemáticas, la Psicología, la Biología, entre otras. Tiene muchas áreas de aplicación, tanto genéricas como el aprendizaje, la percepción, la resolución de problemas como específicas por ejemplo, jugar ajedrez, diagnosticar enfermedades, conducir coches, etcétera (Béjar, 2012, p. 1).

5.8. Antecedentes y conceptos básicos sobre IA

La inteligencia artificial (IA) es un tema que va más allá de ciencia ficción, ya no es tan extraño para la sociedad actual escuchar hablar sobre ella; casi de forma imperceptible, ésta ha ido conquistando espacios y funciones humanas en todos los ámbitos de la vida cotidiana. La noción de lo que puede llegar a hacer, se ha concebido del género cinematográfico de ciencia ficción en forma de robots, con características humanoides o de máquinas futuristas cien por ciento metálicas construidas por la mano del hombre. Sin embargo, la realidad es que ya llevan funcionando entre nosotros desde hace mucho tiempo en distintas formas, ya sea como brazos robots de metal programables ampliamente utilizados en la industria automotriz, como máquinas de exploración del espacio exterior, como software de simulación de eventos de la vida real, ejemplo simuladores de negocios, simuladores de vuelo, simuladores biológicos, entre otros.

La inteligencia artificial también está presente en sistemas expertos empleados en el diagnóstico de enfermedades, debido a sus altas posibilidades para el procesamiento de grandes cantidades de datos a grandes velocidades simula el intelecto del médico para la toma efectiva de decisiones en situaciones donde se requiere un gran acervo de conocimientos médicos; sin embargo, a pesar de los esfuerzos técnicos por desarrollar una IA suficientemente confiable derivada de la aplicación en distintas ramas su concepto todavía está en construcción; tal como refiere Expósito y Ávila (2008), sus atributos de inteligencia artificial aún son muy limitados, porque no perciben la semántica de la información y exhiben posibilidades lógicas muy modestas comparadas con las mostradas por los médicos.

En los videojuegos está presente produciendo la ilusión de inteligencia y características emocionales en el comportamiento de los personajes; esta es un área muy amplia de aplicación de la IA cuyos géneros de videojuegos más populares podemos encontrar a los de disparos o (shooters), juegos de rol (RPG), o de estrategia de tiempo real (RTS) como es el caso del ajedrez (). De este último género, un caso muy conocido fue cuando en el año de 1997, el campeón mundial de ajedrez perdió contra una inteligencia artificial autónoma llamada Deep Blue.

La IA está presente en los teléfonos celulares como asistentes de voz para la búsqueda de información en Internet; en las instituciones financieras y de gobierno como asistentes virtuales o bots operando de manera automática en redes sociales, haciendo ventas en comercio electrónico o solucionando dudas de los usuarios acerca de los productos o servicios que ofrecen las organizaciones; haciendo sugerencias de amistad en las redes sociales y buscadores de Internet, traduciendo de forma instantánea los contenidos en otros idiomas o haciendo recomendaciones de personas que podrías conocer que están como contacto en alguno de los miembros de tu red social.

En el ámbito educativo la IA se utiliza en el aprendizaje de los idiomas, básicamente utilizando la técnica del aprendizaje a partir de los errores, corrigiendo respuestas de los alumnos para potenciar los errores en las siguientes preguntas de manera que refuerza más

las partes en las que el estudiante ha fallado (Saavedra, 2019). Como puede apreciarse, las distintas formas de inteligencia artificial han estado presentes ayudándonos con muchas tareas cotidianas haciéndonos la vida más fácil durante más de cincuenta años.

La inteligencia artificial es una ciencia relativamente nueva, sus antecedentes se pueden encontrar en los trabajos del matemático, lógico, científico de la computación, criptógrafo y filósofo Alan Mathison Turing, uno de los creadores de la teoría de la computabilidad; esta teoría estudia los problemas de decisión que pueden ser resueltos con un algoritmo o equivalentemente con la llamada máquina de Turing. Turing estaba convencido de que las máquinas podrían evolucionar hasta alcanzar una inteligencia artificial (García, 2019).

A principios de 1937 Turing publicó en el *Proceedings of the London Mathematical Society* su famoso artículo *números computables* en el que definió una máquina calculadora hipotética de capacidad infinita, y a la cual denominó *máquina automática* conocida actualmente como *máquina de Turing*, que operaba sólo con conceptos basándose en una serie de instrucciones lógicas, estableciendo de esta manera las bases del concepto moderno de algoritmo.

Introdujo el concepto de la *maquina computadora* al especificar en términos matemáticos precisos, cómo un sistema electrónico automático podía efectuar toda clase de operaciones matemáticas expresadas en un lenguaje formal determinado, con reglas muy sencillas como la división de los algoritmos que está ejecutando en operaciones más simples, lo que hoy se conoce como la jerarquización de las operaciones matemáticas dentro de un algoritmo, así como la división de los procesos y subprocesos.

El comportamiento de la máquina viene determinado en todo momento por su configuración y por el símbolo leído de entrada, a los que Turing define en conjunto como *configuración de la máquina*. Dependiendo de la configuración, la máquina realiza determinadas *acciones*, y lo que determina como actuará es una hoja de instrucciones (programa), tabla de conducta o comportamientos (acciones o resultados esperados) que especifican la secuencia de las configuraciones, según las cuales la máquina ejecuta su

algoritmo. Dicha máquina era tanto un ejemplo de la teoría de computación de Turing como una prueba de que un cierto tipo de máquina computadora podía ser construida más adelante (García, 2019).

La inteligencia artificial (IA) es una rama derivada de las ciencias computacionales, esta disciplina intenta crear sistemas tan complejos como las propias funciones de razonamiento de los seres humanos para que actúen simulando este comportamiento, específicamente, el objetivo es emular todo el funcionamiento del cerebro humano. Toda esta corriente de investigación surge de los aportes científicos que arrojó la prueba de Turing, los autores pioneros del ámbito de la inteligencia artificial se encuentran en el libro *Computers and Thought* editado por Edward A. Feigenbaum y Julian Feldman.

Aquí se muestra el trabajo de los científicos que no solo definieron el campo de la Inteligencia Artificial, sino que son los responsables de haberlo desarrollado hasta lo es hoy; esta colección incluye veinte artículos clásicos de pioneros como Alan. M. Turing y Marvin Minsky, quienes estuvieron detrás de los avances fundamentales en la simulación artificial de procesos de pensamiento humano con computadoras (Feigenbaum y Feldman, 1963).

Entre los artículos se encuentran informes de los primeros programas de computadora que aplican los principios de la IA principalmente en videojuegos que juegan ajedrez y damas chinas, prueban teoremas en lógica y geometría, resuelven problemas en cálculo, equilibran líneas de ensamblaje, reconocen patrones temporales visuales y algunos que se comunican en lenguaje natural como es el caso de esta tesis.

En lo que se refiere a los informes de simulación de procesos cognitivos, incluyen modelos informáticos del comportamiento humano en problemas lógicos, problemas para decidir sobre carteras de valores comunes y llevar a cabo la interacción social. También se incluyen modelos de comportamiento de aprendizaje verbal, comportamiento predictivo en experimentos de dos opciones y formación de conceptos (Feigenbaum y Feldman, 1963). Este último aspecto es el que se considera en el presente trabajo de investigación al diseñar

las funciones para que los alumnos con discapacidad visual aprendan conceptos de ciencias naturales.

En el libro Semantic Information Processing de Marvin Minsky se recoge un grupo de experimentos dirigidos a hacer máquinas inteligentes. Cada uno de los programas descritos aquí demuestra algún aspecto del comportamiento humano que requiere un poco de inteligencia, y cada programa resuelve sus propios tipos de problemas, estos incluyen resolver ambigüedades en el significado de las palabras, encontrar analogías entre las cosas, hacer inferencias lógicas y no lógicas, resolver inconsistencias en la información, participar en un discurso coherente con una persona y construir modelos internos para la representación de la información recién adquirida.

Cada uno de los programas tiene serias limitaciones, pero los autores de los capítulos brindan perspectivas claras para ver tanto los logros como las limitaciones de sus programas. Pero lo que es mucho más importante que lo que logran estos programas en particular son los métodos que utilizan para tener éxito en lo que hacen (Minsky, 1968).

Otros autores representativos son: Herb Simon, quien en 1981 escribió un marco metodológico de la inteligencia artificial en su texto The Sciences of the Artificial, en el cual se analizan áreas de investigación interesadas en el desarrollo de artefactos complejos, el autor explica cómo la IA se puede ver como ciencia y como matemática. Por su parte, Cohen en 1995 proporciona una visión de la metodología experimental en el ámbito de la IA; Ford y Hayes en 1995 presentan una revisión crítica de la utilidad de la Prueba de Turing (Russell S., Norvig P. (2004, pp. 34-35).

John Haugeland, en su libro Intelligence: The Very Idea escrito en 1985 describe claramente y de forma sencilla los problemas filosóficos y prácticos que entrañan la IA; Johnson-Laird en 1988, Thagard en 1996 y Stillings et al., en 1995 hicieron sus contribuciones describiendo en sus textos la ciencia cognitiva; así como Wilson y Keil en 1999 por parte de la Enciclopedia de las Ciencias Cognitivas; Baker en 1989 cubre la parte sintáctica de la lingüística moderna; Chierchia y McConnell-Ginet en 1990 incursionan en

la semántica; Jurafsky y Martin en el año 2000 abordan la lingüística computacional (Haugeland, 1985; Russell S., Norvig P. (2004, pp. 34-35). Webber y Nilsson en 1981 y Luger en 1995 recogieron una nutrida cantidad de artículos influyentes.

Los primeros artículos sobre redes neuronales están contenidos en el libro Neurocomputing de Anderson y Rosenfeld (1988). La Encyclopedia of AI (Shapiro, 1992) contiene artículos de investigación sobre prácticamente todos los temas de IA. Estos artículos suelen proporcionar un buen punto de entrada a la literatura de investigación sobre cada tema.

5.9. Conceptos de inteligencia artificial

Las definiciones de IA se puede clasificar en 4 tipos, la primera, *sistemas que actúan como humanos*, dentro de esta clasificación se encuentra la definición de Rich y Knight (1991) que dice *el estudio de cómo hacer computadoras que hagan cosas que, de momento, la gente hace mejor*. En la segunda clasificación están los *sistemas que piensan como humanos*, donde se encuentra el concepto propuesto por Haugeland (1985), como el *esfuerzo por hacer pensar a las computadoras; máquinas con mentes en el sentido amplio y literal*.

En la tercera clasificación se ubican los *sistemas que actúan racionalmente*, donde la definición de Schalkoff (1990) describe el concepto como, "Un campo de estudio que busca explicar y emular el comportamiento inteligente en términos de procesos computacionales", y por último, la clasificación de la IA como *sistemas que piensan racionalmente*, para ello, se utilizará la definición de Charniak y McDermott (1985), que la considera como "*El estudio de las facultades mentales a través del estudio de modelos computacionales*" (Béjar, 2012).

Para los *sistemas que actúan como humanos*, el modelo a emular es el hombre, cuyo objetivo es construir un sistema que pase por humano, para ello, Turing propuso en 1950 un test que lleva su propio nombre, si un sistema lo pasa, significa que la máquina ha

alcanzado cierto nivel de madurez y se considera inteligente, se conoce como el *test de Turing*,

Dicha prueba se basa en la idea de que si una persona realiza, a través de una terminal informática, una serie de preguntas a otras dos terminales ocultas, atendidos respectivamente por una persona y por un ordenador, y el interrogador no consigue discriminar, a partir de las respuestas a sus preguntas, cuál de ambos terminales está manejado por una persona y cuál por un ordenador, entonces [...] ese ordenador está mostrando cierta inteligencia (Martínez, 2012, p.117).

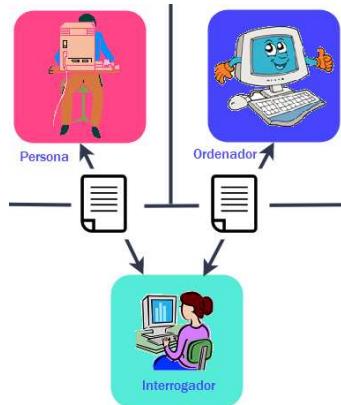


Figura 4. Test de Turing

Fuente: Béjar (2013).

De acuerdo con Bejar (2013), las capacidades necesarias para que un sistema pueda actuar como un humano requiere del Procesamiento del Lenguaje Natural, para que el sistema pueda comunicarse con el usuario utilizando el lenguaje humano, así como, tener la capacidad de representar el conocimiento, hacer razonamientos y aprender para mejorar la interacción humano-computadora. Considera también, que el objetivo primordial de la IA no es pasar el test, pero considera necesario en la interacción de los sistemas con las personas, que los programas actúen como humanos.

En relación con los *sistemas que piensan como humanos*, el modelo a emular es el funcionamiento de la mente humana. Desde la perspectiva de las ciencias cognitivas

encargadas del estudio científico de la mente, se intenta establecer un modelo computacional que contribuya a la teoría de inteligencia artificial, tomando como base el funcionamiento de la mente en cuanto a experimentación psicológica se refiere (Béjar, 2013).

La ciencia cognitiva es un campo interdisciplinario, reúne elementos de la psicología cognitiva, las matemáticas, la percepción, la lingüística y la inteligencia artificial; tiene por objeto describir y entender los mecanismos detrás de la cognición y los fenómenos psicológicos en general, particularmente se trata del estudio de las facultades como la conciencia, la percepción, atención, memoria, meta-memoria, meta-cognición, lenguaje, conducta, razonamiento, comunicación, análisis visu-espacial, emoción, entre otras. La ciencia cognitiva ha diseñado múltiples modelos de inteligencia, incluidas las redes neuronales y el conexiónismo que fundamentan la inteligencia artificial (Luger, 1994).

Respecto a los *sistemas que piensan racionalmente*, el modelo a emular es una parte de la mente humana, la mente racional. Las leyes del pensamiento racional se fundamentan en la lógica, y la lógica formal está en la base de los programas inteligentes (Logicismo), aunque presenta dos obstáculos: por un lado, resulta muy difícil formalizar el conocimiento, y por el otro, hay un gran vacío entre la capacidad teórica de la lógica y su realización práctica (Béjar, 2013).

En cuanto a los *sistemas que actúan racionalmente*, el modelo a emular es la percepción-acción desde una visión más general, no centrada en el modelo humano tiene elementos propiamente humanos. Actuar racionalmente significa conseguir unos objetivos dadas unas creencias. El paradigma resultante de este enfoque en IA es el agente, éste percibe y actúa, siempre según el entorno en el que está situado, sus capacidades necesarias coinciden con las del test de Turing: procesamiento del lenguaje natural, representación del conocimiento, razonamiento, aprendizaje, percepción (Béjar, 2013).

5.10. Fundamentos filosóficos y científicos de la inteligencia artificial

De acuerdo con Bejar (2013), las bases filosóficas de la inteligencia artificial se encuentran en Aristóteles y Llull en su abordaje de las leyes que gobiernan el pensamiento, la lógica. En Descartes y Leibnitz que consideran que la mente está ligada al mundo físico, en Russell, Hume y Bacon con la postura de que el conocimiento es fruto de la percepción (inducción), y en Aristóteles con las acciones que se basan en la conexión entre conocimientos y objetivos.

La IA tiene múltiples referentes científicos; la aportación de las matemáticas ha sido desde el establecimiento de las reglas del razonamiento propuestas por la lógica de Boole y Frege, la determinación de lo que es computable desde el paradigma de la complejidad propuesta por Gödel y Turing, y la probabilidad de Fermat, Bernoulli y Bayes al abordar el razonamiento con incertidumbre. Hay otras ciencias que han contribuido de manera importante a los fundamentos de la IA como son: la economía, respecto a ¿Cómo debemos tomar decisiones que nos beneficien, en contra de competidores?, cuándo el beneficio no es inmediato, teoría de la decisión, teoría de juegos, investigación operativa, etc.

Las neurociencias han colaborado al estudiar ¿Cómo procesa el cerebro la información?, ¿Cómo funcionan las neuronas y la especialización del cerebro?. La Psicología coopera al investigar ¿Cómo piensan y actúan las personas?, los resultados de la psicología cognitiva y ciencias cognitivas, así como las teorías sobre la conducta humana, bases del comportamiento racional. Y por obvias razones, la computación proporciona los soportes físicos, ya que para la existencia de la IA es necesario un mecanismo para soportarlo denominado hardware, así como la necesidad de herramientas de software para desarrollar programas de IA. La teoría de control de la cibernetica en la construcción de sistemas autónomos. La Lingüística de Chomsky ha contribuido con la representación del conocimiento, la gramática de la lengua, y la lingüística computacional (Béjar, 2013).

5.11. Áreas de trabajo y aplicación de la inteligencia artificial

Hay 5 áreas claras de trabajo y aplicación de la IA, los robots autónomos, el reconocimiento de imágenes, los videojuegos, los aparatos electrónicos, interfaces inteligentes, recomendación y personalización, y los sistemas de diagnóstico, control, diseño y Planificación.

Como ejemplo de los robots autónomos, se tienen a los sistemas de navegación autónoma, las tecnologías asistivas, los sistemas de tareas complejas que involucran la visión, planificación, coordinación, tiempo real, etc. Dentro de los sistemas de reconocimiento de imágenes, se encuentran los de reconocimiento de escritura, de reconocimiento facial, reconocimiento de imágenes médicas, y reconocimiento de objetos. En la categoría de videojuegos, los hay de búsqueda de caminos, de estrategia, de coordinación, cooperación, aprendizaje, adaptación, entre otros. Respecto a la clase de aparatos electrónicos, se encuentran las aspiradoras inteligentes, los teléfonos, las cámaras de reconocimiento facial, los electrodomésticos de control inteligente.

Dentro de la jerarquía de las interfaces inteligentes de recomendación y personalización se encuentran los ambientes inteligentes, y las plataformas de ocio como Netflix, Amazon, google, Microsoft Office, y Spam que puede personalizar perfiles de usuario y hacer recomendaciones de acuerdo al perfil. Sobre los sistemas de diagnóstico, control, diseño y planificación se encuentra a la medicina, la logística, la manufactura inteligente, los procesos industriales, el diseño industrial y los procesos complejos (Béjar, 2013).

Como se puede apreciar, hay una amplia gama de aplicaciones de la IA y siguen surgiendo nuevas tendencias de desarrollo de ésta área para resolver los problemas de la vida real; como se ha comentado antes, dentro de los sistemas asistivos se puede plantear la solución de una tecnología basada en IA que brinde soporte y ayuda en el aprendizaje a personas con discapacidad visual, que viven en situación de riesgo social en todos los ámbitos de su vida.

No es difícil reconocer la situación de vulnerabilidad social en que vive la población con discapacidad o necesidades educativas especiales, en el campo educativo la dificultad que enfrentan para acceder a la educación, asegurar su permanencia, y que ésta sea de calidad es mucho pedir, y mucho más complicado es lograr las condiciones apropiadas para estudiar una carrera profesional; en lo laboral casi no existen opciones para acceder a un trabajo; y en lo social, falta conciencia para ayudar a este sector a salir del anonimato, éste es el gran reto de la educación del siglo XXI para los menos favorecidos y de necesidades especiales, es una deuda humana de antaño muy lejana.

De manera general, la ciencia y la tecnología han revolucionado y modificado las condiciones de la vida humana. Históricamente desde el siglo XX, la evolución tecnológica no se ha detenido y avanza a pasos agigantados; durante este siglo, se pasó de la creación de la tecnología electrónica al uso de la misma en un instante, se fue incorporando paulatinamente a casi todos los sectores sociales y actualmente en las primeras dos décadas del siglo XXI existe la tendencia de incorporar tecnología al ser humano. En el presente se está comenzando a desarrollar innovación de carácter disruptiva en todo el mundo, ya existen experimentos para incorporar la tecnología en distintos ámbitos, como apoyo al aprendizaje, como soporte o complemento a los sentidos, a extremidades y al cuerpo en general, o como ambiente inteligente (Smart home) para un estilo de vida más independiente de este sector de población.

Si bien la inteligencia artificial se ha adoptado desde distintas perspectivas, la colaboración entre humanos y máquinas es la más aceptada. Desde el siglo pasado que comenzó el desarrollo tecnológico con las llamadas TIC tradicionales, hasta los albores del siglo XXI, donde se comienza a integrar las tecnologías emergentes a la biología del ser humano mediante implantes conectados directamente a los órganos del cuerpo, para constituir de esta manera la dimensión tecnológica del ser humano, considerada así, porque proviene del interior del ser humano, como producto de su creatividad para servirse y potenciar sus capacidades, actualmente dentro de las tendencias en esta rama, en la literatura especializada se habla de un gran salto de la especie humana a nivel de ADN para desarrollar nuevas capacidades biológicas a través del implante de tecnología.

La gran mayoría de las cosas inventadas por el hombre tienen una utilidad, su uso va desde objetos tangibles como mesas, autos, computadoras y herramientas, hasta elementos intangibles como métodos, procesos, fórmulas, entre otros; el poder creativo del ser humano va desde lo superfluo hasta la invención de verdaderas herramientas de trabajo o soportes facilitan la vida de todas las personas, existen hasta para lo más banal y terrenal como el cuidado de la imagen y lo estético, pero sirven para facilitar la vida o como herramientas para mejorar sus condiciones o deficiencias físicas.

Como ejemplo de la fusión de la tecnología con la biología, nace en España el primer Cyborg de la historia humana, en 2004 Neil Harbisson padecía una discapacidad visual que le permitía ver sólo en escala de grises, se implantó dentro de su cráneo una antena que le permite oír las frecuencias del espectro de luz incluyendo colores invisibles al sentido de la vista como los infrarrojos y ultra violetas. La antena incluye conexión a internet que le permite recibir colores de satélites y de cámaras externas, así como también llamadas telefónicas directamente a su cráneo.

El término Cyborg se trata de un acrónimo introducido a mediados del siglo XX y compuesto con las tres primeras letras de las palabras cybernetic y organism, “organismo cibernético”. *La primera palabra se deriva del griego κυβερνητικός (kubernētikos, “buen piloto”).*

Un cyborg es una criatura híbrida compuesta de organismo y máquina, pero se trata de máquinas y organismos especiales, apropiados para este final del milenio. Los cyborgs son entre híbridos posteriores a la segunda guerra mundial compuestos, en primer término de humanos o de otras criaturas orgánicas tras el disfraz-no escogido de la alta tecnología, en tanto que sistemas de información controlados ergonómicamente y capaces de trabajar, desear y reproducirse, el segundo ingrediente esencial de los cyborgs son las máquinas, asimismo aparatos diseñados ergonómicamente como textos y como sistemas autónomos de comunicación (Haraway, 1991, p.62).

Las grandes etapas del desarrollo tecnológico y su inserción al sistema de relaciones humanas pasó de las *tecnologías informativas* como el cine, la radio y la televisión basadas en hardware, a las basadas en hardware y software (computadoras y telecomunicaciones), tales como los sistemas de transacciones, procesos, comunicación, colaboración, información gerencial y toma de decisiones, los cuales sistematizaron y digitalizaron la mayorías de las operaciones de los negocios tales como el *control de procesos*, por ejemplo, los sistemas administrativos (contabilidad, nóminas, inventarios, etc.), o sistemas de control de procesos de producción (push, pull), posteriormente trascendió a otros campos como la salud, la diversión, la educación entre muchos otros ámbitos.

Aunque los avances tecnológicos han impactado de manera importante la educación tradicional, en el ámbito de la innovación de tecnologías para el aprendizaje de las personas con discapacidad, es un tema pendiente todavía, y ya no hablemos de tecnología de vanguardia, sino de tecnología básica existen pocas herramientas de apoyo para este sector de población.

5.12. Autómatas, sistemas expertos, robótica ingredientes para una inteligencia artificial educativa

Desde hace muchos siglos, en las leyendas, los mitos, la religión, en el trabajo, y en la ciencia se ha hablado de una gran fascinación por la fabricación de objetos parecidos al ser humano, construidos y nombrados de diferentes formas. Los autómatas han aparecido por todas partes a lo largo de la historia del hombre, y siempre han despertado el interés tanto de inventores y constructores de dispositivos tecnológicos, como filósofos y pensadores de todas las épocas. El concepto autómata ha sido bastante prolífico, con muchos matices y connotaciones, y ha tenido cierta continuidad e influencia en la historia de la humanidad.

Al igual que los autómatas, para la mayoría de las personas la expresión inteligencia artificial tiene sonoridad repulsiva y amenazante. Sugiere la suplantación del ser humano, más que complementación, y anulación más que ampliación de las capacidades humanas para el logro de sus objetivos. Pero esta rama de la computación es tan fértil que recién

acaba de concebir a los sistemas expertos, también denominados sistemas de conocimiento, y estos nuevos sistemas traen consigo la promesa de recoger el fruto de importantes desarrollos informáticos y computadores para hacer que toda la humanidad sea más eficaz (Harmon y King, 1988).

En las figura número 5 se esquematiza la evolución de los sistemas expertos, se muestra la relación con la robótica, el procesamiento del lenguaje natural como parte fundamental en la integración de una inteligencia artificial aplicada a cualquier ámbito del desarrollo humano.

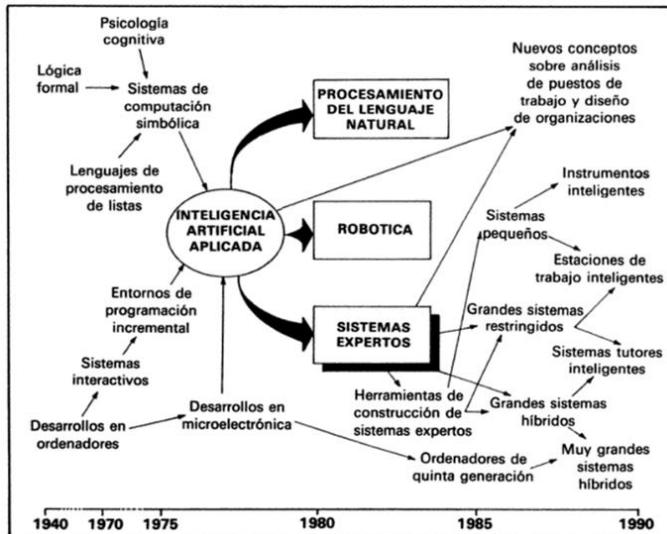


Figura 5. La evolución de los sistemas expertos.

Fuente: Harmon y King (1988).

La inteligencia artificial se ha nutrido de distintos enfoques teóricos de la ciencia y gracias al avance científico y tecnológico se ha logrado conformar una gran herramienta capaz de interactuar con el humano a través de su propio lenguaje y facilitar la comunicación entre humanos y máquinas.

En la tabla 1 se muestra una panorámica de los hitos más importantes en la historia de la inteligencia artificial, se relaciona de manera general como fue evolucionando la inteligencia artificial que ha hecho posible que hoy se hable de sistemas tutores inteligentes,

o sistemas asistentes virtuales inteligentes comandados por voz o por comandos escritos en lenguaje humano, con grandes posibilidades de aplicación en el ámbito educativo con personas discapacitadas visuales.

Periodo	Hitos
Antes de la segunda guerra mundial <i>Fundamentos</i>	Lógica formal Psicología cognitiva
Años de la postguerra 1945-1954 <i>Pre-IA</i>	Desarrollo de ordenadores H.Simon, <i>Comportamiento administrativo</i> N.Wiener, <i>Cibernética</i> A.M.Turing, «Máquinas calculadoras e inteligencia» Conferencias Macy sobre Cibernética
Años formativos, 1955-1960 <i>Comienzo de la investigación en IA</i>	Creciente disponibilidad de ordenadores Lenguaje de procesamiento de la información (IPL-1) Seminario de verano de Dartmouth sobre IA (1956) Resolutor general de problemas (GPS) Psicología del procesamiento de la información
Años de desarrollo y de reorientación, 1961-1970 <i>Búsqueda de resolutores generales de problemas</i>	A.Newell y H.Simon, <i>Resolución humana de problemas</i> LISP Heurísticos Satisfacción Robótica Programas de ajedrez DENDRAL (Stanford)
Años de especialización y de éxitos, 1961-1970 <i>Descubrimiento de los sistemas basados en conocimiento</i>	MYCIN (Stanford) HEARSAY II (Carnegie-Mellon) MACSYMA (MIT) Ingeniería del conocimiento EMYCIN (Stanford) GUIDON (Stanford) PROLOG Premio Nobel a Herbert Simon
La carrera de las aplicaciones, 1981- <i>Competición internacional y lanzamiento comercial</i>	PROSPECTOR (SRI) Proyecto japonés de la «quinta generación» E. Feigenbaum y P. McCorduck, <i>La quinta generación</i> Corporación de Microelectrónica y Tecnología de Computadores (MCC) en EE.UU. INTELLECT (A.I.C) Diversas empresas y corporaciones de IA

Tabla 1. Panorámica de los hitos más importantes en la historia de la inteligencia artificial
Fuente: Harmon y King (1988).

Con el desarrollo de la robótica surge la *automatización* mayormente aplicada en la segunda mitad del siglo XX en las fábricas donde se utilizan bandas de ensamblaje, de montaje o líneas de producción en serie para realizar tareas que se clasifican en manual, robótica o automática. Los robots industriales son diseñados con distintas formas dependiendo de las necesidades, el más conocido es una especie de brazo mecánico de alta precisión, programable y utilizado como fuerza de trabajo las 24 horas al día, y que reemplazaron a los trabajadores en actividades peligrosas que se hacían en las plantas de las fábricas.

Karel Capek introdujo en 1921 la noción de *robot* en su obra *Robots Universales Rossum*. Dicho término proviene de la palabra checa *robota*, que significa *trabajo*. En 1942, Isaac

Asimov se inspiró en el trabajo de Capek para definir el término *robótica*, y estableció las tres leyes de la robótica en sus obras *Círculo vicioso* y *Yo, robot*. Aunque, en el ámbito científico el término *robótica* es relativamente nuevo, las máquinas autónomas datan del año 400 a.C., cuando Arquitas de Tarento construye el primer artefacto de vuelo autopropulsado: un pájaro de madera que funcionaba con vapor y que era capaz de recorrer 200 metros (Saberes y ciencias, La Jornada de Oriente, 2015).

La definición más ampliamente aceptada de un robot industrial es una desarrollada por la Asociación de Industrias Robóticas: “Un robot industrial es un manipulador multifuncional reprogramable diseñado para mover materiales, piezas, herramientas o dispositivos especializados a través de movimientos programados variables para la realización de una variedad de tareas” (Encyclopedya Británica, 2020, The robot manipulator). Posteriormente, la robótica incursionó en otros campos del conocimiento como la medicina, la cirugía robótica ha sido utilizada en la práctica y la enseñanza de la cirugía, un ejemplo de esto es el sistema quirúrgico Da Vinci® desarrollado por Intuitive Surgical Sunnyvale de California, Estados Unidos.

Es el único sistema de este tipo aprobado por la FDA. Ofrece diversas ventajas respecto a la cirugía laparoscópica convencional, tales como visión tridimensional, mayor destreza y movilidad, empleo de instrumentos articulados, mayor extensión de movimientos, disminución del efecto fulcro, reducción del temblor y posición ergonómica para el cirujano. Estas mejoras permiten manipular los tejidos y operar de forma más precisa, así como mejorar los resultados obtenidos en los pacientes (Valeroa R., Ko Y.H., Chauhan S., Schatloff O., Sivaraman A., Coelho R.F., Ortega F., Palmer K.J., Sánchez-Salas R., Davila H., Cathelineau X., Patel V.R., 2011, p. 541).

En la actualidad, el término va más allá del hardware, de piezas electrónicas y mecánicas perfectamente ensambladas y programadas para realizar una tarea incluso con mayor precisión que un humano. Sin embargo, esta técnica tiene su contraparte en software que es el programa que contiene las instrucciones a ejecutar por el hardware o computador, dicho

software se ha utilizado ampliamente en los últimos años para simular el comportamiento humano, y han surgido una serie de sistemas inteligentes que han permitido, que una computadora simule ciertas capacidades humanas como entender el lenguaje humano y hablar, aprender, y ejecutar funciones a petición del usuario o de forma automática, ejemplo de estos sistemas, son los asistentes virtuales inteligentes, ampliamente utilizados en el ámbito empresarial para atención al cliente pero con gran potencial para implementarse en la educación, o los sistemas tutores inteligentes que apenas empiezan a utilizarse en el ámbito educativo.

Con el invento de los sistemas expertos y la cibernetica surgieron los sistemas de diagnóstico, que mejoran la precisión en la producción de productos, capacitación de personal por medio de expertos y permitieron diagnósticos exactos en medicina. Por otro lado, éstos son la base para el surgimiento de una nueva rama de la computación, la inteligencia artificial.

De acuerdo con la información del portal Web Merca2.com (2020) y a manera de ejemplo, un robot basado en inteligencia artificial puede *leer* las imágenes biomédicas con mayor precisión que el personal médico, y proporcionar una mejor detección temprana del cáncer cervical, a un costo menor que usando los métodos actuales, de acuerdo con Xiaolei Huang, profesora asociada de Ciencias de la Computación e Ingeniería, quien dirige el Laboratorio de Análisis y Emulación de Datos de Imagen, trabaja con inteligencia artificial relacionada con la visión y los gráficos, crea algoritmos y técnicas que permiten a las computadoras entender las imágenes como los humanos. Para entender las imágenes biomédicas. Considera que los seres humanos y las computadoras son muy complementario, de eso es lo que trata la inteligencia artificial.

Aunque es muy reciente la incursión de la inteligencia artificial aplicada a la educación, las investigaciones acerca de cómo establecer un ambiente de aprendizaje más interactivo, que se acople a las necesidades físicas y cognitivas de los estudiantes con ceguera y baja visión, son casi nulas. Empero, existe suficiente evidencia científica para creer que es posible incorporar la inteligencia artificial en la educación especial ya que muchas técnicas de IA

que se utilizan en los ámbitos del quehacer humano donde ya se ha implementado con éxito, tales como: la medicina, el tratamiento de información para negocios, los videojuegos, las redes sociales, la búsqueda de información con asistentes virtuales en los dispositivos móviles, entre otras, brindan una idea de cómo incorporarlas a la educación.

Estudios demuestran que se está desarrollando una inteligencia artificial con enfoque a la instrucción asistida por computadora desde 1970 a la fecha y cada vez más específica, que permite planificar, diseñar, modelar, desarrollar e implementar entornos de aprendizaje, sistemas tutores inteligentes, sistemas multi-agentes, sistemas de diálogo hablado para el aprendizaje, desarrollo de habilidades, coaching, entre otros. Por ejemplo, dentro de los últimos 20 años se encuentra un estudio de Romero (2002) cuyo objetivo fue identificar las principales características de los sistemas tutores inteligentes, haciendo énfasis en los beneficios que ofrece como apoyo a los procesos de enseñanza-aprendizaje en el contexto educativo.

Acuña (2012) desarrolló un estudio cuyo objetivo fue conformar el diseño de una interfaz que permite el proceso de enseñanza-aprendizaje colaborativo con la intervención de un agente pedagógico con características reactivas desde distintos enfoques metodológicos. Molina, Pascuas y Millán (2015) desarrollaron un software educativo cuyo objetivo fue enseñar adaptativamente la solución de problemas aritméticos (sumas, restas, multiplicaciones y divisiones) de acuerdo a las necesidades educativas del estudiante de primaria y comienzos de bachillerato.

A continuación en la tabla 2 se muestra la clasificación de características de algunos de los principales agentes tutor, trabajos acerca de los Sistemas Tutores Inteligentes referenciadas por Acuña (2012) basada en su dominio de conocimientos y características:

STI	Autor	Año	Dominio	Características	Elemento principal de interfaz
Scholar	Carbonell	1970	Geografía	Lenguaje natural	Texto y diagramas
Why Sophie	Stevens, Collins, Bronwn, Burton	1977	Meteorología Electrónica	Diálogo Socrático Texto diagramas	Texto Interface NLP
Wusor	Goldstein	1979	estrategia	Estructura superpuesta	Diagramas
Guidon	Clancey	1981	Reglas	Primer STI tipo caja de cristal	Imágenes texto
West	Burton	1981	Estrategia	Entrenamiento y ejemplos	Texto imágenes
Buggy	Brown	1981	Aritmética	Conocimiento incorrecto	texto
Debuggy	Burton, VanLehn	1982	Aritmética	Diagnóstico	Texto imágenes
Steamer	Sieman	1984	Diseño de calderas	Simulación modelo mental	Texto imágenes diagramas
LMS	Sielman	1984	Algebra	Reglas MAL	Texto
Memo-Tutor	Wolf	1984	Programación	Gerenciamiento del discurso	Texto
Proust	Johnson	1984	Programación	Diagnóstico de intenciones	Texto
ACTP	Anderson	1984	Tutor de Lisp	Modelado cognitivo	Texto imágenes
Sierra	VanLehen	1987	Aritmética	Predicción de errores	Texto
Sherlock	Lesgold, kast	1991	Electrónica	Aprendizaje cognitivo	Texto, diagramas imágenes
CircSim	Evens, Michael, Rovick	1996	Medicina	Aprendizaje cognitivo	Multimedia
Makatziná	Laureno-Cruces	2000	Estructuras Triangulares	Modelo Cognitivo	MultiMedia
Steve	Rickel y Johnson	2001	entrenamiento de uso y compostura de maquinaria compleja	agente reactivo autónomo con propósitos pedagógicos	Entorno virtual

Tabla 2. Clasificación de características de algunos de los principales agentes tutor

Fuente: Kinshuk (1996) citado en Acuña (2012).

Los orígenes del concepto de tecnologías para el aprendizaje surgen con los comienzos del siglo XX, la investigación empírica sobre los medios de enseñanza se remontan a la década de 1920, con los estudios de Thorndike y Gates sobre el recuento de palabras en textos escolares en los Estados Unidos. En esa misma década, el psicólogo estadounidense Sidney Leavitt Pressey diseñó las primeras máquinas para apoyar la enseñanza, creadas para dar una respuesta correcta en forma inmediata al estudiante en pruebas de elección múltiple, con la finalidad de que los errores sirvieran para mejorar el desempeño en las respuestas.

Uno de los principios pedagógicos que se plantea en el presente trabajo, tiene sus orígenes en la enseñanza programada, que toma en cuenta los intereses de los estudiantes, su ritmo de aprendizaje y su nivel de aptitud; estos conceptos en sí mismos orientan hacia la toma de decisiones del alumno y representan cierta motivación intrínseca y conducta positiva hacia el aprendizaje.

5.13. Entorno personal de aprendizaje

En entorno personal de aprendizaje, es un ambiente centrado en el alumno como evolución de los populares entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje centrados en la institución. Un entorno que pudiera recoger y centralizar recursos de diversas instituciones (Brown, 2010). Algunos años más tarde, en 2004, el JISC incluyó una sesión específica en su congreso anual dedicada a entornos telemáticos centrados en el alumno a los que llamaron Personal Learning Environments (PLE). Esta fue la primera vez que se usó “oficialmente” dicho concepto, que posteriormente se generalizó y evolucionó, y cuyo acrónimo se usa en casi todos los idiomas: PLE (Castañeda y Adell, 2013).

El objetivo central de este trabajo es desarrollar una propuesta de intervención educativa utilizando un Asistente Virtual dentro de un entorno personal de aprendizaje o PLE, configurado con las condiciones técnicas y educativas apropiadas para estudiantes con discapacidad visual a través de PLE que permita al estudiante interactuar con la computadora de manera natural y sencilla utilizando comandos por voz, así como acceder a contenidos educativos almacenados en la red Internet, para contribuir a la alfabetización digital, al desarrollo de habilidades digitales solicitando al asistente la búsqueda de conceptos de computación que deseen, así como el aprendizaje de conceptos del área de ciencias naturales programadas intencionalmente para en este curso.

Este entorno virtual de aprendizaje se diseñó para dar respuesta a una necesidad antigua de innovar en el proceso de enseñanza-aprendizaje en este sector de población, donde, a través del uso del lenguaje natural el estudiante puede hacer uso de una herramienta inteligente que habla en lenguaje humano y puede asistirlo complementando su deficiencia del sentido de la vista, y apoyarse en el sentido del oído, para escuchar las instrucciones y acceder a recursos educativos en formato de audio (podcasting), además de brindarle flexibilidad para decidir por dónde empezar, repetir y repasar las lecciones tantas veces sea necesario para reforzar su aprendizaje.

Sin embargo, independientemente que se crea o no en la existencia de dichas teorías, se sabe que hay elementos, procesos y actores en todo acto educativo y que por lo tanto tienen características, funciones, actitudes y comportamientos específicos factibles de ser medidos para evidenciar niveles de interacción y relaciones en la construcción de conocimiento y desarrollo de inteligencias en el educando, motivos suficientes para proyectar alguna teoría del aprendizaje y de la instrucción que explique el fenómeno educativo con independencia del ambiente que se trate. Existen otras teorías que se pueden abordar para explicar la educación a mediada por tecnología.

5.14. Teoría de la actividad en la enseñanza-aprendizaje

La pedagogía ha tenido múltiples abordajes desde las perspectivas de distintas disciplinas científicas, sin embargo, las dificultades de aprendizaje y de fracaso escolar ampliamente marcado en la población con discapacidad es un problema mayúsculo. La ceguera o deficiencia visual influye en la vida de las personas en los aspectos: físico, mental, emocional, social, académico y profesional; aunado a esto, en sus hogares con sus familiares y personas que los cuidan, les representa un gran reto físico, emocional y económico, generado por la dependencia y falta de autosuficiencia. Aunque los familiares, amigos y docentes asumen todo esto como una parte importante de la realidad en la vida cotidiana del niño, es un pecado no proponer alternativas de solución específicas que permitan un desarrollo lo más normal posible, con innovaciones en el ámbito metodológico-pedagógico y curricular.

De acuerdo con Talízina, Solovieva y Quintanar (2010) existe una rama de la psicología denominada psicología pedagógica, que se ha desarrollado dentro de la postura de histórico-cultural, cuyo fundador es el psicólogo Lev Semionovich Vigotsky. La teoría socio cultural ha evolucionado en la teoría de formación por etapas de las acciones mentales propuesta por Galperin, ésta última considerada como un modelo psicológico del proceso de asimilación que permite analizar la actividad cognoscitiva del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Los fundamentos de la teoría de la actividad se encuentran en la enseñanza programada, comprendida como la aplicación de la teoría de la dirección del proceso educativo sobre bases psicológicas y pedagógicas considerando sus particularidades específicas. La teoría propuesta por Galperin reconoce la unidad de la psiquis, la actividad práctica exterior y la comprensión de la naturaleza social de la actividad de la psiquis del hombre (García, Ortíz, Martínez y Tintorer, 2009).

Esta corriente teórica ampliamente expuesta por Nina Feodorovna Talízina desarrollada a partir de las ideas propuestas de Vigotsky y Galperin en una teoría y metodología denominada teoría de la actividad en la enseñanza-aprendizaje, se utilizará como fundamento para desarrollar la presente propuesta de intervención educativa, ya que al estar soportada y mediada por tecnología de vanguardia como es la inteligencia artificial, permite retomar algunos de los elementos de la enseñanza programada que se plantean en la metodología de los sistemas tutores inteligentes.

Vigotsky elaboró la teoría del desarrollo humano pero al morir quedó inconclusa, fueron Piotr Galperin y Alekséi Leóntiev quienes dieron continuidad a estos trabajos, hasta terminar formulando la nueva teoría de la actividad en la enseñanza con una metodología basada en la formación por etapas bien planificada porque la educación debe ser un acto intencional. Leóntiev identificó los componentes estructurales de esta pedagogía, en la cual debe definirse el sujeto de aprendizaje, el objeto de aprendizaje, los objetivos a alcanzar, los métodos a emplear, los medios a utilizar, las condiciones en que se llevará a cabo, y resultados que se pretenden lograr.

Derivada de la necesidad que surge al educar a alumnos con discapacidad, se requiere dividir el aprendizaje en etapas para facilitar su adquisición, esto significa que las actividades de aprendizaje planteadas deben corresponder con las operaciones mentales de menor nivel o básico a otras superiores de mayor complejidad, de tal forma que permitan pasar la información conceptual externa a un nivel interno, y para internalizar los conceptos, se requiere poner en marcha niveles cognitivos superiores que conduzcan a la comprensión y adquisición de los conceptos que se pretenden enseñar. La teoría se auxilia

de una base orientadora de la acción (BOA) a través de unas tarjetas orientadoras del concepto a enseñar que contienen la información elemental del concepto en cuestión.

De manera general las etapas que plantea esta teoría por las que debe pasar la aprehensión de un concepto son: primera etapa, Material o Materializada, esta corresponde a la representación física del objeto con el que se relaciona dicho concepto a aprender, a esta fase pertenecen los objetos externos al sujeto, y que se pretende incorporar al cuerpo de conocimientos previos que tiene el alumno acerca de dicho objeto. Cuando un niño no tiene conocimientos previos acerca del concepto a aprender, necesita un referente físico para saber de qué se trata, y un niño con discapacidad visual necesita tocarlo, primero para hacer un reconocimiento físico, segundo explorarlo para reconocer su composición; con ésta actividad se prepara al estudiante para pasar a la segunda etapa del desarrollo en la cual se prepara al estudiante para crear una imagen mental del objeto a aprender.

La segunda etapa denominada Perceptivo-Simbólica, es la que detona la creación de una imagen mental del objeto, que primero permite hacer una construcción vaga del concepto y conforme va repitiendo la operación se va apropiando de éste. En pocas palabras, el alumno está en vías de adquirir el concepto; cuando esta fase madura, el estudiante ya no precisa de tocar el objeto físico para saber de qué se trata, al alcanzar el nivel de madurez suficiente estará listo para pasar a la tercera etapa donde muestra que se ha alcanzado el objetivo de aprendizaje.

Si el alumno muestra cierta confusión en reconocer todos o algunos de los elementos básicos que conforman el concepto a aprender, es necesario repetir la operación hasta alcanzar la madurez suficiente, no obstante, independientemente de que tenga fallas o errores en reconocer las características básicas del concepto, esta fase representa un paso adelante en la construcción y adquisición de conceptos porque pone en juego operaciones mentales más elevadas, es decir, activa funciones cognitivas superiores a las de la etapa previa.

La tercera etapa, denominada lógico-verbal, permite al alumno reconocer las características básicas de cada uno de los conceptos a aprender al poner en juego operaciones mentales superiores. Esta es la etapa más elevada del desarrollo, y también la más compleja a alcanzar por un estudiante en la apropiación de conceptos; sus implicaciones como su nombre lo indica donde se pone a prueba el pensamiento lógico del alumno, esto implica que ha alcanzado un nivel de madurez suficiente que puede entender sino todo lo que le rodea si lo que intenta enseñar por medio de esta metodología, es capaz de establecer las relaciones entre las características básicas del concepto y las puede agrupar para tener una mejor comprensión del concepto que se está enseñando.

Si un alumno alcanza esta tercera etapa de desarrollo, estará en posibilidad de aplicar los conceptos adquiridos en la solución de un problema que tenga relación con lo recién aprendido; por ejemplo, si el concepto a aprender fue “ave” y se le plantea un problema como el de crear una historia o cuento corto acerca de dicho concepto, el alumno usará todas sus capacidades cognitivas del más alto nivel para construir verbalmente un cuento o una historia corta haciendo referencia a todas las característica básicas que identifican a un ave. De esta manera, se pondrá en evidencia si el estudiante se apropió adecuadamente del concepto.

Las funciones cognitivas que pone en juego el alumno que ha llegado a esta etapa son: el razonamiento lógico, empleando la observación, imaginación, abstracción, comparación, análisis, la toma de decisiones, entre muchas otras. Por lo tanto, no puede identificar dichos conceptos tampoco puede aplicarlos, es decir, verbalizarlo por ejemplo, en una historia o cuento corto, donde aplicara el concepto a partir de las características elementales de cada animal, que fue el método elegido para evaluar los conocimientos adquirido.

Autores como Casar Espino, Adela Hernández, Marianela González y Dagmara Sánchez han encontrado en sus investigaciones algunas de las principales dificultades del aprendizaje que poseen los estudiantes que han analizado. Concluyeron que los estudiantes no desarrollan el pensamiento abstracto que se produce en la etapa Lógico-Verbal, porque requieren procedimientos lógicos del pensamiento para responder tareas lógicas; consideran

que los alumnos con desarrollo de pensamiento lógico deficiente hace que enfrenten los problemas de forma superficial, haciendo hincapié en sus elementos externos sin considerar la esencia, y en ocasiones se pueden aprenderse un concepto pero no saben cómo trabajar con ese contenido de forma oral (Travieso, Hernández y Cortizas, 2016).

El reto más grande que enfrenta cualquier estudiante, independientemente de si padece o no una discapacidad, de si es niño, joven o adulto, es la evaluación oral donde pueda evidenciarse si sus estructuras mentales se movieron con cada intervención educativa que hace un docente; en general, les resulta cada vez más difícil explicar un hecho o fenómeno para comunicar sus ideas de forma directa y precisa.

Para el caso de estudiantes con discapacidad visual, se requiere mayor dirección y control de la enseñanza, resulta apropiada la teoría de la actividad porque en primer lugar se requiere que estén bien planificadas las actividades de aprendizaje para aumentar su efectividad, aquí entran los conceptos básicos de la enseñanza programada que posibilitan dicha acción con los sistemas tutores inteligentes; por otro lado, propone que el aprendizaje sea guiado y controlado por el docente, en este punto entra la función del sistema asistente virtual en modalidad de tutor virtual, quien se encargará de guiar el aprendizaje. Aunado a lo anterior, la formación por etapas permite crear el andamiaje cognitivo para llevar al niño de una zona de desarrollo real a la zona de desarrollo potencial.

Al planear la enseñanza por etapas se da claridad no solo a los contenidos a enseñar sino al propio proceso de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, concebir la educación como una serie sucesiva de pasos para alcanzar determinado conocimiento, hace pensar que la teoría tiene como base un elemento conductista de la educación, sobre todo la que está relacionada con la educación programada. Cabe mencionar que no todo lo que conforma a la teoría conductista del aprendizaje es negativo, la formación por etapas es un gran acierto para que los alumnos puedan aprender desde lo más básico hasta lo más complejo paso a paso, aumentando poco a poco el nivel de dificultad que conduzca al alumno a un nivel de desarrollo cognitivo mayor.

5.14.1. Consideraciones preliminares de la teoría de la actividad en la enseñanza

Nina Talízina (2000) considera las teorías básicas del aprendizaje para proponer su visión de constructivismo. Con la adopción del constructivismo en el país podría pensarse que el conductismo se ha erradicado por completo del sistema educativo mexicano, pero no es así, hay ciertas particularidades de esta teoría que siguen vigentes y que son necesarias para el desarrollo cognitivo como una base en la construcción de nuevos conocimientos, por ejemplo: el estímulo-respuesta es necesario para implementar acciones que implican una reacción por parte del alumno, pero con la salvedad que al acompañarse de un enfoque teórico que va más allá del estímulo, tratando de desarrollar habilidades mentales de orden superior en la psique del estudiante.

De esta manera, el análisis del proceso de aprendizaje no solo se consideran las intervenciones como estímulos externos, que influyen sobre el sujeto y activan una respuesta automática sin que exista una modificación en las estructuras mentales como ve la teoría del conductismo a la educación, que todo es memorístico sin desarrollo de la psique o razón. Para el conductismo, la conducta se convirtió en el objeto de estudio, sin psique, reducida al conjunto de estímulos. La teoría de la actividad estudia principalmente la psique sin olvidar el valor que aporta el estímulo para desarrollar la psique.

Otro elemento del conductismo que se diferencia claramente de la teoría de la actividad es su orientación biologicista, no ve la diferencia cualitativa del hombre comparada con la de los animales, en general, rechaza la naturaleza social del hombre. En cuanto a la teoría de la actividad, su postura biologicista abarca la modificación de las estructuras neuronales que dan forma a la psique con cada intervención educativa a la que se somete el sujeto de la educación, desde esta perspectiva, hay un mundo de diferencia entre el hombre y los animales, porque ya comienza a hablarse de educar la razón, de la cual los animales carecen; porque desde el punto de vista filosófico, en esencia, el hombre sabe que sabe, y el animal no, su comportamiento se basa más en el instinto que en la razón.

Por otro lado, la teoría de la actividad toma como referente todo el enfoque teórico desarrollado por Vigotsky de la naturaleza social del hombre, donde se concibe que el hombre aprende en sociedad más que en soledad, de ahí que surja el concepto de aprendizaje social, el cual tiene como fundamento que el contexto donde se desarrolla el ser humano tiene injerencia en cómo ve y construye el mundo que le rodea. Las personas aprenden de lo que hay en su entorno a través de la observación, la imitación o modelado de actitudes, este enfoque es conocido como aprendizaje vicario, que es una parte importante de la educación informal que se recibe de forma no intencionada de los contextos humanos a los que se tiene acceso, y cuyas experiencias van marcando propia vida.

La otra parte la conforma la educación formal, donde también se aprende del contexto escolar formal, pero con la diferencia de que es una educación intencionada, claramente definida en objetivos de aprendizaje, con una visión de hombre que se desea formar definida en la dimensión filosófica en los modelos educativos de cada institución educativa, país o cultura. El ser humano es un ser que se construye históricamente y culturalmente a partir de las vivencias, filosofías a las que está expuesto, y demás factores socioculturales que lo van influenciando y van formando, y que desde el enfoque del conductismo esta postura no es considerada.

El conductismo tiene una perspectiva reduccionista del proceso de educativo porque ve al ser humano como un sujeto pasivo, y toda su visión se concentra en el establecimiento de relaciones claramente determinadas entre los estímulos y las respuestas, así como con el reforzamiento de estas relaciones. Mientras que la teoría de la actividad, va a la profundidad de la actividad mental y las operaciones cognitivas implicadas en cada etapa del proceso de aprendizaje, conforme se alcanza una etapa superior del desarrollo donde se ponen en marcha otras habilidades psíquicas de mayor complejidad, esta perspectiva contribuye a desplegar todo el potencial del desarrollo humano.

La teoría conductista sigue leyes básicas del aprendizaje: 1. Ley de la formación 2. Ley del reforzamiento 3. Ley de efecto 4. Ley de la repetición. 5. Ley de la preparación. Para la

teoría de la actividad estas leyes son importantes para iniciar el aprendizaje constructivista, pero no se queda ahí, solo las considera como el primer escalón en la escalera del desarrollo.

Las teorías cognitivas del aprendizaje son otro elemento importante a analizar respecto a la teoría de la actividad. Las teorías cognitivas comienzan a vislumbrar al ser humano como un sujeto activo en el proceso de educativo, “un procesador activo de los estímulos”, y este procesamiento es lo que da forma al comportamiento humano, y no los estímulos en sí mismos como sugiere la teoría conductista.

Talízina (2000) menciona que estas teorías se dividen básicamente en 2 grupos:

1. Teorías de información: que consideran el aprendizaje como un tipo de procesamiento de la información, donde la actividad cognitiva se iguala a los procesos que se dan en la computadora.
2. Teorías que describen el proceso de aprendizaje con ayuda de las funciones psicológicas básicas: percepción, memoria, pensamiento, entre otras.

Las teorías cognitivistas se fundamentan en los cambios conductuales observables en la persona que aprende que permitan conocer y entender que es lo que está pasando dentro de la “mente”, esa caja negra del ser humano que procesa la información que recibe cuando se encuentra en un proceso de aprendizaje. Los teóricos del cognitivismo reconocen que el aprendizaje del sujeto involucra una serie de asociaciones que se establecen en relación social que tiene con otras personas. Estas teorías parten del hecho de que primero debe conceptualizarse el proceso de aprendizaje en unidades de información a procesar, posteriormente es el estudiante el que recibe dicha información, la organiza, almacena en su memoria, la procesa, y luego la vincula con una situación de la realidad en su contexto de desarrollo para apropiarse adecuadamente del aprendizaje (Remuzgo, 2016).

La teoría cognitiva, busca fundamentar los procesos de aprendizaje humanos para explicar cómo se produce. Esta corriente tuvo gran influencia de la psicología de la Gestalt, el procesamiento de la información den Gagné, y la teoría psicogenética de Jean Piaget. El

cognitivismo se ocupa del estudio de los procesos tales como el lenguaje, la percepción, la memoria, el razonamiento y la resolución de problemas. Desde la perspectiva de Jean Piaget, los niños construyen activamente su mundo al interactuar con él, este autor pone uno de los pilares de la teoría de la actividad al hacer énfasis en el rol que juega la acción en el proceso de aprendizaje.

Dentro de esta corriente cognitiva, encontramos a Jerome Brunner, quien introduce otro de los pilares de la teoría de la actividad; Brunner es ampliamente conocido por su teoría del desarrollo cognitivo dando énfasis a la teoría de la instrucción. Su postura permite graduar la instrucción y por ende las capacidades cognitivas del alumno, ese es su principal aporte, que radica en definir los pasos que debe seguir el estudiante para aprender, planear las situaciones de instrucción hace más eficiente el aprendizaje, por otro lado, aborda la importancia que tiene la cultura donde se desarrolla el sujeto, el tipo de pensamiento y educación que se le brinda a la persona en la conformación de su persona.

Esta teoría centra su estudio en las actividades mentales y los procesos cognitivos del alumno, hace énfasis en las estructuras del conocimiento para estar en condiciones de intentar explicar los procesos de pensamiento que mediatizan la relación estímulo-respuesta a la que se refiere la teoría conductista. A través de tomar en cuenta los conocimientos previos que tiene el estudiante acerca del tema a aprender, esto sienta las bases para lograr un aprendizaje significativo, donde el aprendiz se ve como un constructor de conocimiento no solo como un sujeto pasivo, introduce la idea del conflicto cognitivo para promover nuevas habilidades del pensamiento y mover las estructuras mentales utilizando distintas estrategias cognitivas y metacognitivas.

En general, se puede apreciar que no existe una única teoría que explique cómo se da el aprendizaje, dentro de la aproximación de Jerome Bruner es el autor que más conoce de esta postura. La teoría de la actividad del aprendizaje es la más desarrollada y aprobada en la práctica, sus fundamentos se encuentran en los trabajos de Galperin, en los inicios de los años 50, ha pasado más de medio siglo tratando de ganar terreno en la explicación de cómo

se produce el aprendizaje humano, para posicionarse como una verdadera teoría constructivista.

De acuerdo con la psicología pedagógica la función del maestro durante el proceso de enseñanza, es formar los tipos determinados de la actividad, primordialmente en la actividad cognoscitiva. Tradicionalmente el docente se enfrenta a dos problemas (transmitir los conocimientos y formar habilidades), esta teoría reduce la atención a un solo problema, formar aquellos tipos de actividad que incluyen desde el inicio el sistema de conocimientos que garanticen su aplicación dentro de los límites preestablecidos (Talízina, 2000).

En esta teoría se establece una relación distinta entre los procesos de enseñanza y el desarrollo psicológico; Vigotsky señaló que la enseñanza determina el desarrollo y conduce hacia él. Pero esto es cierto, sólo si se utilizan los métodos de enseñanza adecuados, ya que como señala Galperin y Talízina, no toda enseñanza conduce al desarrollo, debido a que como sea la enseñanza, será el desarrollo del niño. (Talízina, 2009, Solovieva, 2004, Solovieva y Quintanar, 2003).

El objetivo de este trabajo es aplicar la formación por etapas de las acciones mentales de la teoría de la enseñanza-aprendizaje para el aprendizaje de conceptos sobre la clasificación de los seres vivos correspondiente al área de ciencias naturales. Según Talízina (1988) en la formación por etapas de las acciones mentales hay que indicar dos circunstancias. En primer lugar, en dependencia del tipo de acción se somete a la elaboración por etapas toda la acción o sólo su parte orientadora. Esto último tiene lugar durante la formación, ante todo, de distintas habilidades deportivas y de producción, del saber de escribir.

En segundo lugar, la realización de la acción hasta la etapa mental no significa el fin de su desarrollo. Las etapas analizadas son el camino de lo externo a lo interno; pero la formación de las acciones mentales y de los conceptos no constituye un objetivo en sí; la formación por etapas de las acciones mentales se fundamenta en la teoría de la actividad de Vigostky analizada por Galperin (1995) y Talízina (1988) y explica el paso de la actividad externa a la actividad interna en la mente del hombre y la aplicó de manera novedosa en el proceso

de aprendizaje. Esta teoría plantea que para lograr lo anterior, el sujeto debe pasar por determinados momentos de la actividad, conformada por la orientación y la ejecución en el proceso de asimilación.

Según Galperin (1995) las diferentes etapas de los momentos funcionales de la actividad son: En una primera etapa (etapa de elaboración del esquema de la base orientadora de la acción) los estudiantes reciben las explicaciones necesarias sobre el objetivo de la acción, su objeto, el sistema de puntos de referencia. Es la etapa de conocimiento previo de la acción y de las condiciones de su cumplimiento: la etapa de la elaboración del esquema de la base orientadora de la acción, en ella, el alumno obtiene conocimientos sobre el objeto de estudio y sobre la actividad y el orden en que se va a realizar, de las acciones y las operaciones que la componen. En una segunda etapa (etapa de la formación de la acción en forma material o materializada), los estudiantes ya cumplen la acción, pero por ahora en forma material (o materializada) externa con el despliegue de todas las operaciones que forman parte de ella.

En una forma así, se realizan las partes orientadora, ejecutora y de control de la acción. Esta etapa permite a los alumnos asimilar el contenido de la acción, y al profesor, realizar un control objetivo del cumplimiento de cada una de las operaciones que forman parte de la acción. En esta etapa el alumno resuelve las tareas realizando la actividad en forma externa, con el apoyo de la forma material o materializada del objeto y con el acompañamiento del docente. Luego sigue una tercera etapa (etapa de la formación de la acción como verbal externa), en la que los elementos de la acción se presentan en la forma verbal externa, la acción pasa por la generalización, pero aún sigue siendo no automatizada ni reducida. En esta etapa el habla comienza a cumplir una nueva función.

En la primera y segunda etapa según Galperin (1995) el habla principalmente del sistema de indicaciones que se descubrían directamente en la percepción; la tarea del alumno consistía no en comprender las palabras, sino comprender y dominar los fenómenos. Mientras que ahora el habla se convierte en portadora independiente de todo el proceso: tanto de la tarea como de la acción. Aquí los elementos de la actividad, deben presentarse

en forma oral o escrita. La cuarta etapa (etapa de la formación de la acción en el lenguaje externo “para sí”) se distingue de la anterior en que la acción se realiza en silencio, sin escribirla: como interpretación para sus adentros.

Al principio, la acción según las restantes características (el carácter desplegado, de conciencia, de generalización) no difiere de la etapa anterior. Sin embargo, al adquirir la forma mental, la acción empieza a reducirse y automatizarse muy rápidamente, adquiriendo la forma de la acción según la establece. Finalmente una quinta etapa (etapa de la formación de la acción en el lenguaje interno) corresponde a la realización de la acción en el plano mental, al principio se realiza en forma lenta, pero después la actividad se automatiza y se realiza en forma rápida para convertirse en una actividad de pensamiento. En esta etapa se le deben dar al estudiante tareas de mayor complejidad que exijan soluciones creativas.

La acción adquiere muy rápidamente un desarrollo automático, se hace inaccesible al auto observación. Ahora se trata del acto del pensamiento, donde el proceso está oculto, y se abre a la conciencia sólo el producto de este proceso; “en la acción mental formada escribe Galperín (1995), casi todo su contenido real abandona la conciencia, y lo que queda en ella no puede ser comprendido correctamente sin la relación con los demás”; Galperín (1995) indica la necesidad de introducir una etapa más, donde la tarea principal consiste en la creación de una motivación necesaria en el alumno.

Independientemente de si la solución de la tarea dada constituye o no una etapa independiente, debe estar asegurada la existencia de motivos necesarios para que los alumnos adopten la tarea de estudio y cumplan la actividad que le es adecuada. Si esto no ocurre es imposible la formación de las acciones y de los conocimientos que entran en ellas (en la práctica de la enseñanza es bien sabido que si el alumno no quiere estudiar, es imposible enseñarle). Para crear una motivación positiva se utiliza comúnmente la creación de situaciones problemáticas, que es posible solucionar por medio de la acción cuya formación ha de emprenderse.

5.15. Enseñanza programada

Esta postura encuentra su justificación cuando se enseña de manera limitada, confusa, sin orientación, sin sistematización, basados en la memorización y en el deseo del niño, esta postura ya demostró su fracaso frente a un colectivo que tiene necesidades especiales de educación, por lo tanto, se considera pertinente una propuesta metodológica que les brinde la flexibilidad de repetir el proceso de enseñanza a demanda sobre un cuerpo de conocimientos acerca de un tema específico, claramente planeado, estructurado, organizado, acorde a las necesidades físicas de los estudiantes en busca de romper un factor determinante en el ciclo del fracaso escolar de estos niños, ya que son muy pocos los que logran concluir una carrera profesional.

En este trabajo, se considera una premisa que puede ayudar a empoderar a la población con discapacidad visual, si intencionalmente se les proporciona un contenido claramente definido apropiado a su condición física, con una herramienta tecnológica flexible programada sistemáticamente, que les permita repetir el conocimiento tantas veces como sea necesario, acorde a su ritmo y estilo de aprendizaje, sin limitaciones de tiempo para que aprendan una cosa con libertad de moverse y retomar en el contenido cuando lo necesite hasta que logre la comprensión de los temas, quizás se pueda romper el ciclo del fracaso escolar de esta población.

La enseñanza programada tiene diferentes concepciones que varía dependiendo del autor que se tome de referencia y de los marcos teóricos en los que basan sus investigaciones. Algunas concepciones son las siguientes (Universidad Interamericana para el Desarrollo, SF):

- *Máquinas de enseñar* (Teaching machines), se caracteriza por el énfasis que se le da a los aparatos o instrumentos para la presentación de materiales didácticos. Los autores representativos de esta vertiente son Glasser, Holland, Homme, Skinner.
- *Programación* (Programming), hace referencia a los métodos de enseñanza basados en el empleo de técnicas para secuenciar los materiales en el diseño de programas,

refiriéndose a la tarea de la enseñanza sistemática. Los autores representativos de esta línea son Austwick, Crowder, Skinner.

- *Aprendizaje programado* (Programed learning), se refiere al aprendizaje de los alumnos y su actitud en el programa. Los autores representativos de esta corriente son Coulson, Glaser, entre otros.
- *Enseñanza programada* (Programed teaching o Educational index), También conocida como instrucción programada, es el término más usado en la literatura especializada. Los autores representativos de la instrucción programada o Programed instruction son Calvin, Garner, Glaser, Green, entre otros.
- *Tecnología educacional* (Educational technology), este término es otro de los de mayor uso en la literatura, hace referencia a la consolidación de las concepciones anteriores definidas en un método fundamentado en la psicología del aprendizaje y en la enseñanza programada que supone un enfoque educativo. Los autores más representativos de este movimiento son De Grecco, Glaser, Hartley, Skinner.

De acuerdo a Skinner, el arte de enseñar debe convertirse en una técnica sistemática, por lo que la enseñanza programada es un método con enfoque experimental para el desarrollo de sistemas de instrucción centrados en las respuestas de los alumnos a un programa específico.

La máquina de enseñar de Skinner por su efectividad espectacular representó un hito en la educación, pero, ¿qué eran las máquinas de enseñar?, ¿cómo se usaban?, ¿qué podían enseñar?, ¿quién preparaba el material a enseñar?, ¿cómo este material era diferente de los libros de texto, lecciones o programas de televisión?, ¿qué impacto tenía esta máquina en la organización escolar? Estas mismas preguntas se están haciendo los investigadores educativos al tratar de incorporar al proceso de enseñanza-aprendizaje la tecnología de última generación disponible. En aquél tiempo, en la primera mitad del siglo XX, el dispositivo creaba mejores condiciones para el estudio eficaz de la ortografía, la aritmética o gramática, incluso podía enseñarse cualquier otra materia que involucrara el uso de palabras o símbolos (Montero, 2012).

5.16. Teoría del juego

Abordar en el concepto de juegos desde una postura educativa, automáticamente remite a pensar en actividades lúdicas, de carácter recreativo y placentero, aunque es ampliamente utilizado en sectores de población infantil, esta perspectiva puede aplicarse con los mismos efectos cognitivos en jóvenes y adultos. El simple uso de los juegos para aprender es ampliamente aceptado porque en esencia el ser humano lleva el juego en su naturaleza, y es a partir de éste como los niños comienzan a apropiarse de conceptos del mundo que le rodea haciendo actividades de la vida cotidiana para divertirse, conocer, explorar, experimentar, buscar el afecto de sus seres queridos entre otras cosas; es una manera natural de acercarse con la mente abierta a conocer algo nuevo.

Aunque cuando se es adulto no responde uno de la misma manera a los estímulos externos, y se va perdiendo la capacidad de divertirse, de jugar por no salirse del estereotipo o constructo social aceptable en cuanto al comportamiento que debe tener un adulto, reacciona con poca apertura, por miedo, pena o condicionamiento social. A diferencia de un niño que no se está influenciado por estos elementos, reacciona con amplia apertura a jugar porque está en su naturaleza hacerlo.

5.16.1. El juego como un derecho humano

Para Brooker y Woodhead (2013) el juego es una actividad y un derecho universal de todos los niños, aunque no siempre es fácil asegurarla y salvaguardarla. Los autores abordan la importancia del juego en el desarrollo infantil, así como las amenazas que existen en la sociedad actual porque cada vez los niños tienen menos oportunidades de jugar. El juego es un derecho humano y una característica de la vida infantil; destacan que el juego es una fuente de diversión y placer para los niños, con sus propias reglas y guiones, se hace hincapié en que es una experiencia compleja que puede servir para múltiples fines tanto para los niños como para adultos.

Se destaca el papel del juego como una forma de brindar oportunidades de desarrollo para la expresión de creatividad, imaginación, confianza en sí mismos, autosuficiencia y para el desarrollo de las capacidades y aptitudes físicas, sociales, cognitivas y emocionales. Mediante el juego los niños exploran y ponen a prueba el mundo que los rodea, experimentan nuevas ideas, roles y vivencias y, mientras lo hacen, aprenden a comprender mejor las cosas, así como, construir su propia persona y posición social. Es de suma importancia identificar que, por juego, los niños entienden las actividades que han elegido ellos mismos y que están completamente bajo su control. El juego activo, especialmente con el apoyo y la guía de adultos, sirve a los niños como introducción a las primeras ideas sobre el lenguaje, la lectoescritura, la matemática y el mundo físico, además de ayudarlos a desarrollar sus habilidades de reflexión.

Todos los teóricos no solo han conceptualizado el juego sino que han enfocado sus esfuerzos a crear teorías acerca de los beneficios que aportan en el desarrollo del niño, la forma en cómo vive la vida, el tipo de aprendizaje que desarrollan. En el ámbito social son capaces de tomar decisiones de con quien relacionarse para jugar y ponerse de acuerdo en qué tipo de actividades. No es una casualidad que distintas instituciones educativas e incluso empresariales hayan adoptado este método de aprendizaje como eje central de su quehacer educativo.

El juego tiene un carácter de derecho fundamental para el hombre porque es una prioridad para el desarrollo de su pensamiento e inteligencia desde el momento en que nace como lo es la alimentación para el cuerpo, la inteligencia es al alma y al cuerpo, es indiscutible su injerencia en todas las esferas del desarrollo humano: motricidad, lenguaje, pensamiento lógicomatemático, etcétera.

A pesar del carácter central del juego respecto a la salud, el bienestar y el desarrollo de los niños, raramente los gobiernos lo toman en cuenta seriamente. Ya sea por omisión (desatendiendo la obligación de proteger los espacios y oportunidades para el juego y hacer inversiones para su creación) o por actos deliberados (la imposición de excesivas restricciones a la vida de los niños), en todo el mundo son muchos los

niños que no consiguen realizar plenamente su derecho al juego Brooker y Woodhead (2013, p.2).

Estas son las razones de peso que despertaron la inquietud de llevar el tema al Comité sobre los Derechos del Niño de las Naciones Unidas con la finalidad de elaborar una Observación General que ya se encuentra incluida en el artículo 31 de la Convención de las Naciones Unidas sobre los Derechos del Niño, a fin de proporcionar a los países miembros las directrices sobre cómo cumplir sus obligaciones para con los niños (Brooker y Woodhead, 2013).

5.16.2. Abordaje teórico del juego

El estudio teórico del juego en el aprendizaje se ha hecho desde los tiempos de Juan Amos Comenio (1592-1670), fue el primero de los grandes pedagogos en la historia del hombre, aunque no el primero, que defendió una reforma educativa de gran envergadura, propuso un programa para hacer amena y no tediosa la educación, lo llamó pampaedia o pansofía, que significa “educación universal” es decir, enseñar todo a todos; dentro de sus objetivos perseguía establecer un sistema de enseñanza progresivo del que todo el mundo pudiera disfrutar, enseñar a los niños gradualmente enlazando de manera natural los conceptos elementales con los conceptos más complejos (Martínez, Murillo, Martínez, 2017).

En las experiencias particulares del trabajo con niños, cuando el aprendizaje se basa en el juego es muy gratificante para los alumnos, porque relacionan emociones positivas con el aprendizaje, ese simple hecho, permite asociar el aprendizaje con algo bueno y divertido, hace que sientan amor por seguir aprendiendo, cada día que empiezan lo inician con entusiasmo, trabajan bien colaborativamente, existe una interacción social entre el grupo más rica, en general, el diálogo entre los integrantes hace que la comunicación sea más fluida, se pueden detectar habilidades de liderazgo entre ellos, en ocasiones es necesario poner las reglas del juego para que no se salga de control la experiencia de aprendizaje, pero con las ideas que ellos mismos proponen para que se involucren y se comprometan

con el cumplimiento del reglamento, situación que promueve la autoregulación del grupo y personal.

Para Federico Fröbel, la educación ideal del hombre es la que comienza desde la niñez. El consideraba que el juego era el medio más adecuado para introducir a los niños al mundo de la cultura, la sociedad, la creatividad y el servicio a los demás, sin olvidar el aprecio y el cultivo de la naturaleza en un ambiente de amor y libertad (Martínez, Murillo, Martínez, 2017).

Montessori daba mucha importancia al juego como estrategia didáctica para el aprendizaje a tal grado que ideó materiales didácticos para sentar las bases del aprendizaje, ella considera que a través del juego no solo se producen aprendizajes sino que contribuye a desarrollar los sentidos de confianza, seguridad en sí mismo y promueve la amistad en el ambiente del niño.

El juego coadyuva a desarrollar la imaginación, despierta todo un mundo de fantasía que ayuda a su creatividad para aprender a vivir, a resolver los problemas propios de su edad. El juego en el niño es espontáneo, sin reglas específicas, incluso sin aprendizajes previos, ya sea solo o acompañado él construye su aprendizaje desde cero, las repite tantas veces como desea, y en base a la repetición que no necesariamente se dan bajo las mismas condiciones, va acumulando experiencias, una especie de currículum infantil que determinan las habilidades y talentos que conducirán su vida futura.

Incluso cuando un adulto juega con él, comenzarán a practicar el juego reglamentado son sus propias reglas, es decir, esa serie de normas determinan las condiciones que se deben darse antes, durante y después del juego, todo este ambiente regula su desarrollo cerebral propiciado por la estimulación. Las neurociencias sugieren que el juego podría ayudar al importante proceso poda neuronal o sináptica que se da durante la niñez; esta postura teórica sugiere que de no ser por la predisposición genética, la proliferación, interconectividad y poda neuronal definen el desarrollo. Las habilidades y talentos se desarrollan por el refuerzo sináptico entre un grupo de neuronas relacionadas con las

actividades que realiza de forma frecuente el sujeto, y derivado de la repetición de las actividades es como desarrolla las habilidades psicomotoras y sensoriales, estas fuerzas construyen las redes neuronales y definen el desarrollo (Gonçalvez, 2012).

Por medio del juego los niños se divierten, experimentan y aprenden en su entorno de manera segura, prueban nuevas formas de comportarse y aprenden de ellas, ponen en juego su creatividad para resolver problemas y de acuerdo a sus necesidades se adaptan a nuevas situaciones. El juego disminuye la tensión, por lo tanto al disminuir o inhibir la producción de la hormona cortisol que generan el estrés, hace que disminuya también el bloqueo mental que produce el cortisol que afecta el desempeño tanto en niños como adultos.

Por el contrario, cuando se disfruta de una actividad cualquiera que sea, se produce otra clase de neurotransmisores que hacen que los niños se relajen y se sienten seguros de sí mismos. Entre las moléculas estrechamente relacionadas con el control del estrés se encuentran las hormonas hipotalámicas, los péptidos opioides y neurotransmisores como el ácido γ -aminobutírico (GABA), glutamato y dopamina entre otras (Mucio-Ramírez, 2007).

Según Jean Chateau “El hombre no está completo sino cuando juega”; El niño es un ser que juega y nada más, esa es su forma de aprehender la realidad. Los teóricos han demostrado que a los niños que se les permite jugar se sienten más realizados, completos, felices. Si se les deja jugar con libertad con sus pares desarrollan habilidades como: la colaboración, cooperación, ayuda y cuidado a sus semejantes, compartir, resolución de problemas, empatía, compasión, enriquecen su vocabulario, estructuran su pensamiento, entre muchas otras habilidades.

Para Claperède, el juego en el niño es el trabajo, el bien, el deber, el ideal de la vida. Es la atmósfera en la cual su ser psicológico se prepara para la vida real, donde se puede equivocar sin que pase absolutamente nada, ahí pueden respirar tranquilo, y con esa misma calma, actuar en consecuencia. Gracias al juego un niño crece su alma y su inteligencia, si

mantienes a un niño en silencio, sin desahogar y encausar toda su energía, a menudo el niño desarrolla graves deficiencias mentales.

El juego, prepara al niño para el adulto en que se convertirá, niño que no sabe jugar de adulto no sabrá pensar. La infancia tiene un rol importante en el desarrollo del ser humano, tiene como finalidad el adiestramiento de las funciones tanto fisiológicas como psíquicas, que contribuyen en el desarrollo de otros tipos de inteligencias como la social y la inteligencia emocional. Un niño debe ser feliz, aprender en ambientes de goce y disfrute. Es responsabilidad de los adultos y de los docentes preparar los ambientes de desarrollo positivos de acuerdo a los intereses de cada etapa que viven y enfocada en sus habilidades más sobresalientes para que siempre estén marcados por lo que les gusta hacer.

Como se puede apreciar en lo anteriormente escrito el juego domina por mucho la etapa infantil, y así lo hacen patente los distintos teóricos de la educación a lo largo de la historia. En cada etapa los niños presentan intereses por diferentes juegos que van desde la exploración del mundo haciendo uso de sus sentidos para reconocer formas, texturas, colores, tamaños, volumen, peso, utilidad, etcétera; los de tipo motor que tienen que ver con las habilidades físicas desarrolladas como caminar, correr, saltar, coordinar movimientos, fuerza, resistencia, etcétera; los juegos de rol donde adoptan un rol o personaje a imitar o representar haciendo uso de su imaginación, creatividad, habilidades de pensamiento y verbales, entre otras; los estratégicos y ejercitación de la memoria, como los juegos de mesa para desarrollar habilidades mentales de distinto orden; los simbólicos como que son los de mayor nivel de abstracción.

El sustento teórico seleccionado permite voltear a ver las necesidades de desarrollo que tienen los sectores de población marginados por la sociedad en general, desde las esferas políticas, económicas, sociales, y hasta las de investigación educativa.

Al considerar el desarrollo humano en este estudio, coadyuva a insertar a la población con discapacidad a un proceso de ampliación de oportunidades, dentro de las cuales, las primordiales son: tener una vida larga y saludable, ser educado y disfrutar de un nivel de

vida digno, con la finalidad de estabilizar por lo menos uno de los grandes males sociales que incluye altos niveles de pobreza, educación deficiente, servicios de salud insuficientes, alta desigualdad y desempleo.

El enfoque de la inteligencia artificial en la educación juega un rol importante en esta propuesta, ya que no solo se propone como una forma de dar soporte y compensar la discapacidad visual que tienen los alumnos, sino que se presenta como una forma mediar su comunicación de una forma más natural con la tecnología, y permita ampliar sus conocimientos y capacidades a partir de crear un ambiente personal de aprendizaje.

La teoría de la actividad en la enseñanza es el núcleo que sustenta a esta investigación, dado que la tecnología en sí misma no es suficiente para generar aprendizajes efectivos. La educación siempre debe estar sustentada en una teoría pedagógica, debe tener una intención, un diseño y planeación adecuada a las necesidades de los educandos basada en un verdadero constructivismo, eso es lo que permite esta teoría, a partir de una instrucción guiada por el docente, que en este caso lo hará el asistente virtual al ser programado previamente con una base orientadora de la acción por etapas.

Capítulo 6. Estrategia metodológica

En este apartado se presenta la estrategia que se siguió en el diseño metodológico de la investigación, con la finalidad de definir el hilo conductor que guiará el proceso de investigación a partir de un marco de referencia y los procedimientos a seguir para alcanzar los objetivos planteados y dar respuesta al problema planteado. Este capítulo ofrece una descripción pormenorizada de los componentes metodológicos considerados en el desarrollo de la investigación, dichos elementos se presentan con el propósito de brindar orden y sentido al proceso investigativo, así como ayudar a la comprensión para plantear la solución al problema de investigación. Se integró un esquema que expone de manera general los elementos involucrados en el diseño, la fundamentación del modelo de investigación, así como, los instrumentos de recolección de información.

6.1. Tema y problema de Investigación

El tema que se aborda en esta investigación versa sobre la implementación de un sistema computacional, cuyo desarrollo está basado en algunas técnicas de inteligencia artificial para dotarlo de cierta inteligencia que permita lograr el objetivo, esto significa que se intenta emular algunas funciones humanas en un software que funge como *asistente* y como *tutor*, con la finalidad de ser aplicado en ambientes de aprendizaje donde hay niños con deficiencia visual o ceguera total.

Para ello, se programó y configuró un prototipo funcional que permite a los niños con discapacidad visual usarlo en dos modalidades, la primera como Asistente Virtual, es decir como un programa de soporte que le permita al niño establecer una comunicación e interacción más sencilla y directa con la computadora utilizando comandos de voz natural, y la segunda modalidad, usarlo como Sistema Tutor, es decir, que oriente al niño en el aprendizaje de conceptos de ciencias naturales.

La definición del problema de investigación surge de las necesidades detectadas en la *Escuela Hogar para Niños Ciegos*, con domicilio en la calle 1^a cerrada de Francisco Neve,

número 2111, colonia Bella Vista, ubicada en la Ciudad de Puebla, Puebla. Esta institución actualmente es un Centro de Atención Múltiple (CAM) denominado “Club de Leones”, dependiente de la Secretaría de Educación Pública del estado de Puebla, donde no solo se atiende a niños con discapacidad visual sino también a aquellos que tengan discapacidad múltiple como discapacidad visual más alguna otra como: discapacidad intelectual, problemas de lenguaje o aprendizaje, síndrome de Down, entre otras.

Al momento de iniciar el estudio en el año 2017, la escuela atendía a 60 niños en 2 niveles escolares: Preescolar y Primaria, y se detectó que la mayoría de los estudiantes por sus condiciones de discapacidad principalmente visual, por un lado, carecían de formación en el uso de las TIC, su condición física es una barrera que dificulta el manejo eficiente de la computadora, ya que la *accesibilidad* (facilidad de acceso a los contenidos y recursos de información) y la *usabilidad* (facilidad para usar la interfaz gráfica de usuario) no está acorde a sus limitaciones físicas.

En la jerga de la computación, estos dos conceptos están íntimamente ligados, y forman parte de una serie de cualidades que se pretenden alcanzar en la ingeniería del desarrollo de software. Para efectos del desarrollo de sistemas relacionados con la discapacidad, estos conceptos cobran mayor relevancia, ya que, juntos brindan la posibilidad de desarrollar un sistema más apropiado a sus necesidades, permitiendo el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) de una forma sencilla y eficaz.

Por lo tanto, el desarrollo de aplicaciones para personas con discapacidad visual, requieren por su naturaleza mayor cuidado al diseñarse y desarrollarse, ya que, de éstas dos características (accesibilidad y usabilidad) depende la inclusión digital de estas personas, estas propiedades del software se consideren muy importantes porque pueden ofrecerles grandes ventajas y coadyuvar no solo a mejorar sus habilidades digitales y acceso a la información, sino al aprendizaje de otras áreas del conocimiento, así como contribuir al empoderamiento de este sector de población en riesgo de exclusión digital, laboral, social y educativa, traduciéndose en falta de oportunidades de educación, empleo y de participación social.

Por otro lado, se ha comprobado que las tiflotecnologías favorecen la disminución de la brecha digital por discapacidad o brecha digital condicional como se le ha denominado en este trabajo, entendida ésta, como la brecha digital derivada de una condición de discapacidad, se tiene la creencia de que este tipo de brecha digital no es exclusiva de la discapacidad, ya que también puede ser de tipo socioeconómica o cultural como la étnica, la de pobreza extrema o de cualquier otra índole que por su condición social, cultural, económica, física o mental promueva la desigualdad entre las personas, al restringir el uso o cobertura de acceso a las nuevas tecnologías, siendo éstas uno de los motores de desarrollo económico, político, social y cultural del siglo XXI, y un gran promotor de aprendizajes y conocimiento.

Actualmente, los discapacitados visuales enfrentan un problema muy grande de acceso al conocimiento, porque no hay suficiente material bibliográfico en formato Braille necesario para la educación de ciegos y deficientes visuales. Hoy día, existen más recursos digitales en línea que libros impresos, y tiende cada vez más a la alza; los documentos en soporte físico como los libros en papel sólo son accesibles por unos cuantos y por un tiempo determinado de vida.

En contraste, un documento en soporte digital como los libros electrónicos, audiolibros, clases virtuales, conferencias, documentales, y objetos de aprendizaje en video o podcasting, entre otros, representan un mayor grado de accesibilidad, incluso, su reusabilidad puede ser superior porque no se deteriora con el paso del tiempo, además tienen otra ventaja, un mismo recurso didáctico puede ser usado al mismo tiempo por otros usuarios; esta característica es uno de los elementos que se pretende rescatar con el presente proyecto de intervención educativa mediada por tecnología.

Por las características de la población de estudio, es necesario formarlos con un fuerte componente en el uso de las tecnologías de la información y comunicación para compensar su discapacidad, y se auxilien de ellas para desempeñarse en su vida cotidiana, relacionarse, aprender cosas nuevas y para insertarse con éxito en el mundo laboral. Sin embargo, sus esfuerzos se ven reducidos al no contar con una interfaz adaptada a las necesidades del

niño; usualmente una persona con discapacidad visual utiliza los sentidos del oído y tacto, auxiliándose del lenguaje para interactuar con el mundo que le rodea, estos son sus principales medios de comunicación e interacción tanto con las personas como con los objetos, no obstante, para la interacción humano-computadora en este sector de población, hasta antes de esta investigación, no se había intentado utilizar la computadora con comandos de voz.

Si bien, la escuela donde se llevó a cabo esta investigación tiene instalado en las computadoras de su laboratorio de cómputo un lector de pantalla llamado JAWS, cuya función principal es ayudar al niño usando una voz sintética que le va informando lo que hay en pantalla, y los alumnos solo tienen que escuchar atentamente las indicaciones y usar el teclado para continuar trabajando con el equipo, no ha sido suficiente para que se interesen por aprender el uso de las TIC; Por lo tanto, se consideró que si se construía un puente con el lenguaje oral para dar las instrucciones o comandos a la computadora, la interacción y el aprendizaje podía darse con mayor facilidad y al mismo tiempo ser interesante para ellos.

En otro momento contaron con una segunda herramienta tecnológica que las maestras consideraban muy útil para los alumnos, esa aplicación servía para dictarle a la computadora, se trataba de un software para dictado pero dejaron de usarlo al volverse obsoleto. De manera general el uso de las TIC comienza a enseñarse a nivel primaria en las escuelas públicas y desde kínder en las escuelas privadas; este sector de población no tiene por qué ser la excepción, si se les puede dotar de una herramienta que coadyuve a la alfabetización digital de manera temprana a como lo vienen haciendo desde hace varios años, es una forma de reducir la brecha digital en sectores vulnerables como éste.

Estas son las razones principales que han motivado la creación e implementación de un sistema inteligente o asistente virtual basado en técnicas de inteligencia artificial, para brindar apoyo a usuarios invidentes o con debilidad visual, y que al fungir como un ayudante virtual y tutor contribuya a desarrollar su autonomía y a adquirir nuevos aprendizajes acerca del área de ciencias naturales. También se detectó la necesidad de

contar con materiales educativos que permitieran el aprendizaje de las siguientes áreas: español, matemáticas y ciencias naturales. Se seleccionó el área de ciencias naturales por ser el área con menos materiales educativos.

6.2. Preguntas de investigación

¿Cuál es el impacto de los sistemas asistentes basados en inteligencia artificial para ayudar a los niños invidentes o débiles visuales al usar y aprender a través de las TIC?

¿Cuáles son las características del diseño instruccional basado en sistemas tutoriales inteligentes que permite la construcción de aprendizajes en el estudiante invidente o débil visual?

¿Existen diferencias en el aprendizaje entre los alumnos videntes comparados con los discapacitados visuales?

6.3. Los objetivos de la investigación

6.3.1. Objetivo General

Crear un prototipo de sistema basado en técnicas de inteligencia artificial comandado por voz que funja como asistente o tutor en el uso de las TIC y coadyuve al aprendizaje de conceptos científicos del área de ciencias naturales orientado a alumnos de educación básica con discapacidad visual adscritos a la escuela CAM Club de Leones.

6.3.2. Objetivos específicos:

- Especificar el nivel de impacto de los sistemas asistentes basados en inteligencia artificial en el uso y aprendizaje a través de las TIC en niños con discapacidad visual.
- Definir las características del diseño instruccional basado en la metodología de Los Sistemas Tutores Inteligentes que posibilite y facilite la adquisición de conceptos a

través de la teoría de la actividad y un sistema de asistencia a niños con discapacidad visual.

- Comparar los resultados de aprendizaje entre los alumnos videntes con relación a los discapacitados visuales.

6.4. Premisa o Hipótesis de investigación

6.4.1. Premisa de investigación

Los Sistemas Tutores Inteligentes (STI) permiten la construcción de aprendizajes y sirven para todo tipo de dominio de enseñanza.

6.4.2. Hipótesis de la investigación

- El planteamiento de utilizar un Asistente Virtual como Sistema Tutor Inteligente con tecnología auditiva y reconocimiento de voz facilita la comunicación e interacción hombre-máquina en alumnos con discapacidad visual.
- El uso de un diseño instruccional (proceso de enseñanza-aprendizaje) basado en sistemas tutores inteligentes y la teoría de la actividad en la enseñanza permiten la construcción de aprendizajes en estudiantes con discapacidad visual.

6.4.3. Hipótesis nula

El uso de un Asistente Virtual Inteligente (AVI) y empleo de TIC no facilita la comunicación, interacción y aprendizaje de conceptos de ciencias naturales en niños con debilidad visual.

6.4.4. Hipótesis alternativa

La enseñanza asistida con el uso de un Asistente Virtual Inteligente (AVI) más el aprendizaje a través del uso de TIC y el acompañamiento docente son útiles para el aprendizaje de conceptos de ciencias naturales en niños con discapacidad visual.

6.5. Diseño de la estrategia metodológica

En este apartado se presentan los elementos que conforman la metodología aplicada en la presente investigación con la finalidad de contar con el hilo conductor que guiará el proceso de investigación a partir de un marco de referencia y los procedimientos a seguir para dar respuesta al problema planteado.

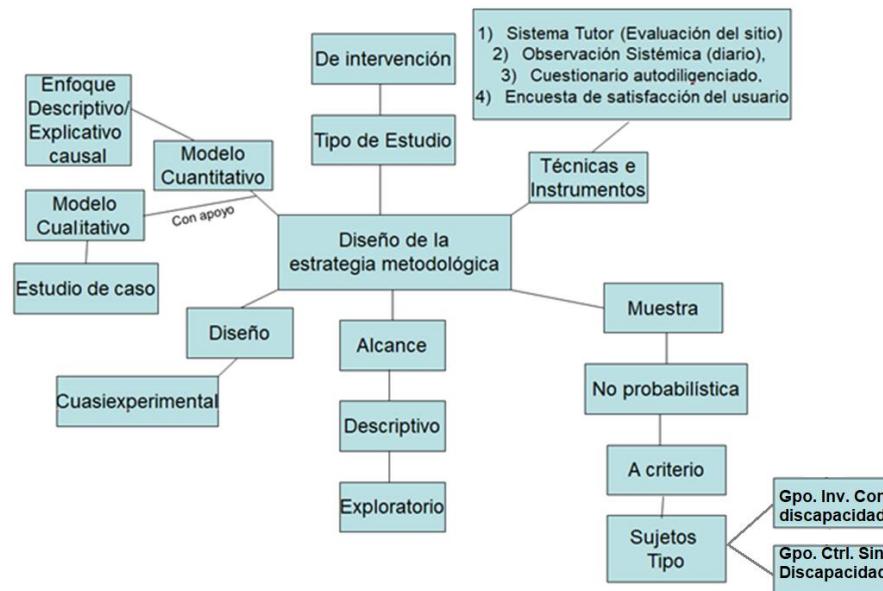


Figura 6. Diseño de estrategia metodológica
Fuente: Elaboración propia

La estrategia metodológica a utilizar se definió con el propósito de relacionarla con el contexto de aplicación después de definir y delimitar el problema, así como de establecer los objetivos de investigación.

La concepción general del objeto de estudio se planteó desde el paradigma científico o modelo cuantitativo porque se pretende desarrollar un sistema que tenga dos funciones

principales, que por un lado, brinde soporte a la discapacidad de niños ciegos y débiles visuales facilitando la comunicación e interacción usuario-computadora, y por el otro, que tenga la función de tutor para que enseñe a los niños conceptos de ciencias naturales; ya que se necesita experimentar con la herramienta tecnológica,

Otra característica de los estudios cuantitativos es su diseño, que puede ser experimental o cuasi experimental, en esta investigación se plantea realizar con un diseño cuasi experimental, que de acuerdo con Segura (2003), son una derivación de los estudios experimentales, que a diferencia de éstos en los cuasi experimentales la selección de los participantes no se hace de forma aleatoria, sino a criterio del investigador como es este caso, en donde la población de estudio o muestra se seleccionó de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión.

Al no existir referentes empíricos donde se haya utilizado una herramienta como esta en ambientes educativos con este tipo de población, el alcance de la investigación es exploratorio; aunque en este paradigma analizar el fenómeno de investigación desde la perspectiva de dos enfoques, el descriptivo y el explicativo causal, para comprender y explicar el fenómeno de la educación de niños con discapacidad visual mediada o soportada por tecnología. En el primero, se describen los elementos, situaciones o eventos necesarios a considerar para especificar los requerimientos del prototipo para que sea funcional el sistema asistente, y que permita al estudiante aprender conceptos de ciencias, considerando las características o propiedades más importantes de las personas con discapacidad visual.

En el enfoque explicativo se busca encontrar las razones o causas que pudieran limitar o potenciar el aprendizaje mediado o soportado por TIC en alumnos con discapacidad visual. Es decir, se trata de explicar por qué ocurre el fenómeno y en qué condiciones se da éste. Además, se echó mano del modelo cualitativo en cuanto a considerar el método de estudio de caso para complementar y profundizar en la concepción del objeto de investigación.

Acorde a lo anterior, el alcance es de tipo descriptivo, exploratorio, causal con un tipo o diseño de investigación cuasi-experimental que se llevará a cabo a través de las mediciones

de las dimensiones que tomen las variables definidas en la hipótesis de trabajo establecidas previamente, así como de las frecuencias que resulten de la medición de los parámetros en la población de niños con discapacidad visual que se investiga, permitiendo comparar el impacto del uso de sistemas inteligentes en la educación de niños videntes y discapacitados visuales.

Para efectos de contar con una visión más integral del fenómeno de estudio, la interpretación de los resultados se apoya del modelo cualitativo y específicamente a través del uso del estudio de caso. En el presente estudio, se consideró fundamental apoyarse en el modelo cualitativo porque al ser una población infantil en situación de discapacidad resultó ser muy diversa la población y de difícil acceso, no solo para investigadores sino para los propios docentes y directivos en cuanto a la toma decisiones sin considerar los permisos necesarios de sus padres o tutores.

Aunque se tomó en cuenta a la población total de la institución donde se llevó a cabo el estudio, resultaron ser pocas las unidades de estudio que cumplieron los criterios de inclusión y exclusión, por lo tanto, se decidió llevarlo a cabo a profundidad utilizando distintas técnicas de recolección de datos. La integración de ambas aproximaciones permitió explorar con mayor detalle la naturaleza del objeto de estudio para responder a las preguntas que guían la investigación, y así comprobar las hipótesis planteadas.

6.6. Respecto a la delimitación del estudio se ha definido lo siguiente:

1. Al ser una propuesta innovadora en el ámbito de la aplicación de la inteligencia artificial como apoyo en el aprendizaje de niños ciegos, solo se propone la creación de un prototipo funcional para medir el impacto en este sector de población.
2. Banco de datos operacional del sistema asistente virtual se recupera durante el desarrollo del estudio.
3. El período de tiempo de recolección de la información comprende un semestre de duración a partir de estudio de campo.

Se hace énfasis en la experiencia como la forma principal para la construcción del conocimiento derivado de la observación sistemática del fenómeno de estudio sobre la vivencia de los estudiantes con discapacidad visual del CAM Club de Leones en interacción con un asistente virtual inteligente que sirve de apoyo para su aprendizaje de las ciencias naturales.

6.7. Población objetivo

El tipo de muestra seleccionado para la población de estudio es no probabilístico ya que se seleccionaron a criterio del investigador como sujetos tipo, es decir, solo serán parte del estudio aquellos niños que cumplieran con los siguientes criterios de selección: ciegos o con debilidad visual, edad escolar primaria, de cualquier sexo, que pertenezca además al Centro de Atención Múltiple (CAM) Club de Leones o a algún otro CAM del estado de Puebla. Por otro lado, la población del grupo control fueron alumnos voluntarios sin discapacidad visual, de cualquier escuela primaria.

Al proponerse una herramienta tecnológica de soporte y ayuda al aprendizaje a niños con discapacidad visual, era importante considerar los criterios esenciales para elegir a la población de estudio, ya que el sistema se basa en el reconocimiento de patrones de voz el primer criterio de exclusión fue si tenían problemas de lenguaje oral.

6.8. Lugar de realización del estudio

El presente proyecto surge de las necesidades detectadas en la Escuela Hogar para Niños Ciegos, que es un Centro de Atención a la discapacidad Múltiple (CAM) dependiente de la Secretaría de Educación Pública (SEP) del estado de Puebla, cuya denominación actual es CAM Club de Leones, ubicada en la calle 1^a cerrada de Francisco Neve No. 2111. Col Bella Vista de la Ciudad de Puebla, Puebla. Los usuarios en su mayoría son niños de escasos recursos y provenientes de madres solteras, y era importante para el investigador contribuir con un sector de la población altamente marginado.

De acuerdo a la Dirección General de Educación Especial de la SEP, un CAM es el equivalente a una escuela de educación especial, que ofrece un servicio escolarizado de educación inicial y básica (preescolar, primaria y secundaria); tiene la responsabilidad de escolarizar a aquellos alumnos que presentan necesidades educativas especiales asociadas con discapacidad múltiple, trastornos generalizados del desarrollo que enfrentan, barreras en los contextos escolar y socio-familiar, que limitan su aprendizaje y participación social, que por su condición, requieren adecuaciones curriculares altamente significativas y de apoyos específicos, generalizados y permanentes para proporcionarles una atención educativa pertinente para integrarlos de manera exitosa a las escuelas de educación regular y contribuir a su proceso de aprendizaje a lo largo de la vida. Su objetivo es satisfacer las necesidades básicas de aprendizaje de los alumnos para promover su autonomía, su convivencia social y productiva, así como, mejorar su calidad de vida (SEP, 2012).

6.9. Muestra/Unidad de análisis

La muestra que se seleccionó fue a criterio del investigador por así convenir a los requerimientos del sistema a aplicar como apoyo a niños con discapacidad visual; por otro lado, de acuerdo con los requerimientos de necesidades de materiales educativos se acordó con la directora del CAM, hacer la prueba piloto con un grupo donde en su mayoría tenían edad de entre 8 y 10 años y equilibrado en las diferencias de sexo, y eso resultaba apropiado para la dirección. Y representaba una buena oportunidad para iniciar un desarrollo de sistema acorde a las necesidades particulares de la población en todos los sentidos.

Las necesidades principales detectadas desde la primera entrevista fueron contundentes y que versan sobre lo siguiente:

- ✓ Disminuir la brecha digital en los niños adscritos a esta Escuela.
- ✓ Promover la inclusión educativa, social y tecnológica de este sector marginado de la sociedad.
- ✓ Facilitar la comunicación e interacción hombre-máquina, siendo un buen motivador para el usuario/alumno con debilidad visual.

- ✓ Experimentar con la teoría de la inteligencia artificial aplicada a contextos de ayuda a personas con discapacidad visual a través de un Asistente Virtual Inteligente.
- ✓ Promover el aprendizaje de otras ciencias con el uso de tiflotecnologías.

Resulta de gran interés personal y profesional poder crear una herramienta tecnológica que contribuya a mejorar la calidad de vida de los niños con discapacidad visual.

Se consideran dos muestras de sujetos tipo, un grupo de experimentación y un grupo control.

Grupo de experimentación

Muestra de tipo no probabilística de sujetos tipo que deberían cumplir los siguientes criterios: niños ciegos o con debilidad visual, nivel escolar primaria, cualquier sexo, sin problemas de lenguaje, ni discapacidad cognitiva y que pertenezca al Centro de Atención Múltiple “Club de Leones” (Casa hogar para niños ciegos).

Grupo control

El segundo grupo se conforma por sujetos voluntarios, estudiantes sin ninguna discapacidad, de cualquier escuela regular de nivel primaria, sin problemas de lenguaje.

Con la finalidad de medir la eficiencia del sistema y el nivel de aprendizaje desde la perspectiva del estudiante sin discapacidad para contrastar sus resultados con los del primer grupo con discapacidad.

6.10. Tipo de muestreo

El tipo de muestra seleccionado es no probabilístico ya que las unidades de estudio se seleccionaron a criterio del investigador como sujetos tipo, es decir, solo serán parte del estudio aquellos niños que cumplan con los siguientes criterios de selección: ciegos o con debilidad visual, edad escolar primaria, de cualquier sexo, que pertenezca además del

Centro de Atención Múltiple (CAM) Club de Leones o a algún otro CAM del estado de Puebla.

6.11. Variables e indicadores / Categorías y dimensiones

El sistema de variables, dimensiones e indicadores es producto del modelo teórico construido y han sido deducidas de las hipótesis específicas planteadas anteriormente. Las dimensiones que se contemplaron en la medición consideran los elementos que desde la perspectiva de la discapacidad visual son importantes en el desarrollo, configuración, uso o aplicación de software en poblaciones de este tipo, y que tienen que ver con la usabilidad, accesibilidad y satisfacción de la tecnología para estos usuarios.

Se consideraron las siguientes variables, dimensiones e indicadores.

ASISTENTE VIRTUAL INTELIGENTE (AVI)	Agente de software basado en técnicas de inteligencia artificial que puede realizar tareas u ofrecer servicios a un usuario, dichas tareas o servicios están basados en datos de entrada de usuario en formato de texto o de voz, capaz de ser programado para acceder a una gran variedad de información, funciones o recursos en línea.	GRADO DE SATISFACCIÓN DEL AVI	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptación del AVI a la población • Amigabilidad de la interfaz • Utilidad de la herramienta • Necesidad de la herramienta • Innovación en el campo
		GRADO DE USABILIDAD DE LA INTERFAZ	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño conversacional del AVI • Nivel de reconocimiento del lenguaje natural • Nivel de interacción humano-computadora • Nivel de comunicación y efectividad • Nivel de rendimiento
		GRADO DE ACCESIBILIDAD DE LA INTERFAZ	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de la personalidad del asistente • Diseño de la empatía del asistente • Diseño atractivo • Susceptibilidad de mejoras • Diseño recomendable para discapacidad visual

Tabla 3. Instrumento de validación por expertos en Inteligencia Artificial

Fuente: Elaboración propia

Variable	Definición conceptual de la variable	Dimensiones	Indicadores
APRENDIZAJE	De acuerdo con Talfízina y Galperin la enseñanza-aprendizaje es un proceso que se conforma por tres aspectos básicos: aspectos epistemológicos, metodológicos y prácticos, desde esta perspectiva el papel orientador del docente toma mayor relevancia (enseñanza), considera el nivel de desarrollo psíquico del alumno, parte de su experiencia cultural y considera el nivel de interiorización y conformación de sus acciones mentales en su aprendizaje que se da por etapas que van construyéndose desde el exterior al interior del sujeto, reconociendo la actividad externa, práctica y psíquica, así como las acciones y operaciones mentales que se dan a partir de la mediatisación de instrumentos y signos que conduce a la articulación de funciones psíquicas y nuevas relaciones interfuncionales, así como de la conducta deseada.	MÉTODO DE FORMACIÓN POR ETAPAS DE LAS ACCIONES MENTALES	<ul style="list-style-type: none"> Operación base orientadora de la nueva acción Operación ejecutora de la acción Operación de control-regulación de la acción
		GRADO DE LA FORMACIÓN DE CONCEPTOS	<ul style="list-style-type: none"> Formación del aspecto material de la acción Formación del aspecto perceptivo de la acción Formación del aspecto verbal externo Formación de la acción como acto mental a través del lenguaje

Tabla 4. Instrumento de validación por expertos en Psicopedagogía

Fuente: Elaboración propia

Variable	Definición conceptual de la variable	Dimensiones	Indicadores
DISEÑO TECNOPEDAGÓGICO	El diseño tecno-pedagógico es el desarrollo planificado de los materiales didácticos, y se basa en la teoría del aprendizaje y la práctica tecno-pedagógico. El término data de los años 70, pero anteriormente a esta fecha, los diseñadores se llamaban a sí mismos psicólogos educativos, especialistas en formación (Dick 1987). Una de las definiciones del DI más clarificantes podría ser la siguiente: es la “planificación instruccional sistemática que incluye la valoración de necesidades, el desarrollo, la evaluación, la implementación y el mantenimiento de materiales y programas” (Richey, Fields, y Foxon, 2001, p. 181)	MÉTODO DE SISTEMA TUTOR INTELIGENTE (STI)	<ul style="list-style-type: none"> Componente del STI: Modulo del alumno. (Evolución del estado de conocimiento del receptor) Componente del STI: Módulo pedagógico. (Proceso de enseñanza) (Escala Thurstone) Componente del STI: Modulo del dominio de enseñanza. (Cuerpo de conocimientos que se transmitirá al aprendiz) (Escala Likert)

Tabla 5. Instrumento de validación por expertos en Educación para Discapacidad Visual y Tecnología Educativa

Fuente: Elaboración propia

6.12. Datos de relevancia socioeducativa:

Los sujetos de la investigación en su mayoría son estudiantes que provienen de padres de escasos recursos, madres solteras, con limitado o nulo acceso a las tecnologías, con domicilio en la ciudad de Puebla, y algunos que provienen de municipios aledaños como Atlixco, Puebla, San Pablo del Monte, Tlaxcala, entre otros. A diciembre de 2018, la escuela cuenta con una población de poco más de 50 estudiantes que conforman el tamaño total de la población sujeto de interés en la investigación, hay un total de 7 grupos, los grupos son mixtos, cada grupo se conforma por 8 niños, en un mismo grupo puede haber niños de todos los grados de primaria.

Más del cincuenta por ciento de los alumnos son ciegos puros, y el resto son ciegos con alguna otra discapacidad como la intelectual, problemas de lenguaje, síndrome de Down, entre otras. En el nivel de preescolar hay 20 alumnos, de los cuales 13 son ciegos puros y 7 con discapacidad múltiple, en primaria hay 30 niños, de los cuales 14 son ciegos puros y 16 con discapacidad múltiple.

La muestra es no probabilística seleccionada por conveniencia y a criterio del investigador, se tomaron 3 casos de estudio de un grupo de nivel primaria con las siguientes características: el grupo se conforma por 8 niños con discapacidad visual, 5 niñas y 3 niños, 4 de ellos tienen 11 años de edad, uno de ésta edad se acaba de integrar a la escolarización, estuvo mucho tiempo en casa prácticamente sin atención salvo dos años que asistió a una escuela particular donde no avanzó en su desarrollo, la razón es porque los docentes encargados de su educación no tenían la preparación para atención a la discapacidad visual, y presenta bajo desarrollo psicomotriz por falta estimulación; en este grupo hay un niño de 9 años que manifiesta discapacidad intelectual además de la visual; los tres niños restantes tienen 8 años de edad y solo tienen discapacidad visual. Estos últimos son los ideales para participar en el estudio.

Aunque todos saben leer y escribir, en general todos los niños de este grupo muestran rezago educativo, no están familiarizados con el uso de la computadora, y en particular en

este ciclo escolar no se les impartirá el taller de computación como se venía haciendo en años anteriores porque no hay maestra para dar la materia. Tradicionalmente, la capacitación en el uso de equipo de cómputo comienza por memorizar el teclado y posteriormente a interactuar con el equipo.

El aula de medios cuenta con 7 computadoras de tecnología obsoleta de las cuales solo funcionan 4, hay otras 8 donadas por la fundación Únete que están en función, estos equipos tienen instalado el sistema Eduspark, es un programa para preescolar no apto para discapacitados visuales, lo único que sirve a los niños con discapacidad visual son los videos porque escuchan el audio y se imaginan la información del contenido visual de aquellos que incluyen la narrativa del contenido visual, los que no, resultan ser poco apropiados para el uso de esta población.

Por otro lado, esta aula se encuentra ubicada en el primer piso y los alumnos toman clases en la planta baja, situación que también dificulta la movilidad porque las maestras deben llevar a los niños de forma individual. Por otro lado, el hecho de no contar con un docente para la materia de computación, retrasa aún más su desarrollo. Todo lo anterior, representa importantes complicaciones para el docente responsable del grupo al encargarse de todo, tales como: dedicar mucho tiempo para ayudar a subir a los niños, prender los equipos y dejar listos los materiales educativos a usar, y luego ayudarles a bajar.

6.13. Método de investigación

La presente investigación tiene su sustento filosófico en el positivismo lógico que pretende fundamentar sus argumentos matemáticamente, intentando explicar y predecir los hechos a partir de relaciones causa-efecto para rastrear el conocimiento. En este tipo de estudio el investigador busca la neutralidad, debe reinar la objetividad para que sus resultados producto de experimentos controlados o sondeos masivos, permitan plantear generalizaciones o explicaciones sistemáticas apoyadas en evidencias empíricas, de tal forma que el conocimiento generado sea sistemático, comparable, medible y replicable Coello, Blanco y Reyes (2012).

Dado que este trabajo es el primer acercamiento al objeto de estudio en su realidad, tiene un carácter exploratorio, es decir, es de primer nivel, y sólo pretende sentar las bases para un estudio posterior más profundo y riguroso metodológicamente. Nos interesa analizar numéricamente el fenómeno educativo que se da en niños con discapacidad visual de nivel primaria, con la finalidad de explicar las causas y los efectos que implican utilizar tecnología asistiva que brinde soporte y permita crear un ambiente propicio para el aprendizaje de las ciencias naturales en niños con dicha discapacidad.

La forma que se plantea para acceder al conocimiento es mediante la experimentación y observación sistemática, planteado desde el método hipotético-deductivo, el cual propone el uso de hipótesis, variables y herramientas. Se puso especial énfasis en la precisión de los procedimientos, hipótesis, variables, dimensiones e indicadores para la medición de las unidades de análisis. La investigación es experimental, con un diseño cuasi-experimental, conformado por dos conjuntos de estudiantes, un grupo experimental y un grupo control, con mediciones “antes y después”, en ambos grupos.

6.14. Técnicas y procedimiento de recogida de la información

Se emplearon distintas técnicas de recolección de información. Para reducir los sesgos ocasionados por la concepción del investigador, se validó la aplicación del sistema asistente por varios expertos, uno en el área de inteligencia artificial, un experto en psicopedagogía, un experto en educación para discapacitados visuales y tecnología educativa, un experto en psicopedagogía, un directivo de la Secretaría de educación Pública del Estado de Puebla que funge como Coordinador Estatal dentro del área de educación para discapacitados visuales y quien además es evidente, la Directora del CAM “Club de Leones” y 5 maestras responsables de grupo que son expertos en educación especial.

6.15. Cuestionario diligenciado

Esta técnica permite desarrollar gran variedad de preguntas y requiere poco tiempo para recabar información sobre grupos numerosos, se puede usar para obtener información sobre sí mismo, o sobre el sujeto de investigación, o de un tema específico. El formato de preguntas se clasifica en preguntas abiertas, de estimación, respuesta en abanico, preguntas de opción múltiple, preguntas cerradas o dicotómicas, o preguntas de tipo test, índice, de opinión, de acción, o intención. Se elaboró un cuestionario diligenciado para los expertos que consiste en una rúbrica digital de estimación que se compone de 5 elementos básicos que contempla la valoración del grado de satisfacción del AVI-STI Tiflo con los siguientes ítems: Adaptación del AVI a la población, Amigabilidad de la interfaz, Utilidad de la herramienta, Necesidad de la herramienta, Innovación en el campo (Ver anexo Cuestionario Diligienciado).

6.16. Observación sistemática

Se utilizó por parte del investigador la observación directa participante para registrar sus observaciones de los sujetos objetos del estudio durante 5 sesiones, integrándose al ambiente donde se desarrollan cotidianamente los niños e intervino aplicando el sistema de asistente virtual inteligente en las prácticas y rutinas de aprendizaje en el aula sobre temas del área de ciencias naturales, se utilizó un diario para tomar nota de todo aquello que resultara relevante para la investigación.

Para responder a la pregunta de por qué se eligió este tema, por un lado, es porque las tendencias en la educación apuntan cada vez más a la incorporación de nuevas tecnologías al ámbito pedagógico, que al mismo tiempo están cambiando la función del docente y la forma de interactuar de los alumnos en esta sociedad de la información y del conocimiento.

Por otro lado, el uso de la tecnología como herramienta de apoyo para discapacitados visuales es un campo poco explorado, razón por la cual resulta atractivo y de gran interés para el investigador poder innovar en este campo y nivel educativo, que ha sido olvidado

por docentes, investigadores y sociedad en general. Se parte del hecho de que el potencial de aplicación que tiene la inteligencia artificial en el ámbito educativo puede brindar soporte, y permitir la enseñanza-aprendizaje de personas con discapacidad visual de forma más natural al implementar comandos por voz, puede mejorar sustancialmente la comunicación e interacción humano-computadora, además de que puede resultar alentador e interesante para este sector de población.

Adicionalmente, se ha escogido un cuestionario autodiligenciado en formato digital para medir cada una de las dimensiones de las variables con la posibilidad de hacer observaciones directas en el cuestionario por parte del investigador para contrastar las valoraciones de los expertos, representado por una rúbrica digital de tipo ordinal que evalúa en 4 grados por cada aspecto del instrumento en *alto, moderado, bajo, y nulo*, que expresa de forma clara y concisa los grados de cumplimiento de cada variable, donde el investigador observador podrá elegir una de las 4 opciones.

Por último, se han utilizado preguntas con respuesta abiertas o politómicas para el caso de que el observador pueda hacer sus anotaciones sobre los aspectos que considere necesarios y que no están incluidas en las respuestas predeterminadas en cada ítem. Estos instrumentos se llevarán a la práctica en el aula de medios durante 5 sesiones. Se observará como se lleva a cabo la interacción con el asistente virtual y el aprendizaje alcanzado en cada sesión.

Además de medir el desempeño del asistente, se han desarrollado 3 materiales educativos basados en juegos para reforzar el aprendizaje del tema de la clasificación de los animales vertebrados los cuales también serán evaluados en su diseño interactivo y eficacia en los objetivos de aprendizaje. Los datos que incluye el instrumento de observación son, nombre de la escuela, nombre del evaluador, nombre del alumno evaluado, fecha, no. de sesión.

6.17. Detalle del procedimiento para la recolección de la información

La observación sistematizada se llevará a cabo en 6 fases, la primera fase consistió en definir claramente las variables y dimensiones que se deberían observar; en la segunda

etapa consistió en definir cuándo se iba a realizar y a quienes se iba a aplicar, la cual quedó definida en 3 fechas, 6 y 7 de diciembre de 2018 y 7 de enero de 2019, a un grupo de niños con discapacidad visual en edad de 8 años, integrado por 5 niños y 3 niñas; en la tercera etapa se definió con qué instrumento se iba a observar, quedando definido mediante un cuestionario que abarca todas las variables y dimensiones involucradas en el estudio; en la cuarta fase se definió donde se iba a llevar a cabo la observación, quedando definida en el aula de medios de la escuela donde se realiza el estudio, CAM Club de Leones ubicada en la Ciudad de Puebla, Puebla.

En la quinta fase se definió el tiempo para la recolección de datos y optimización de recursos para hacerlo en el menor tiempo y sin gastar tanto papel al definir los instrumentos de expertos y la encuesta de satisfacción del usuario en versión electrónica, el procedimiento para llevar a cabo la observación sistemática se empleó un muestreo de tiempo instantáneo, es decir, se registra y describe lo que está sucediendo en el momento de cada sesión durante 30 minutos que dura cada una, codificando si se dan o no las categorías observadas que previamente fueron seleccionadas y especificadas en la guía de observación, se apoyó en una grabación de audio sobre el desempeño del asistente virtual para que los observadores expertos pudieran validar su funcionamiento.

Cabe señalar que para tal efecto, que aunque se obtuvo el permiso por parte de la Directora de la institución, se solicitó a los padres de familia que firmaran un consentimiento informado, para autorizar entrevistas y grabaciones de las sesiones dedicadas a recuperar información de los participantes en el estudio durante el trabajo de campo, y se les dio a conocer que el uso de los datos personales serían sólo con fines de la presente investigación. Los padres de familia estuvieron de acuerdo solo en grabar los audios. Por último, en la sexta etapa correspondiente al análisis e interpretación de los datos.

6.18. Encuesta de satisfacción para usuarios

Por último se creó una encuesta con escala Likert para medir la satisfacción del usuario respecto al uso de Sistema Asistente Virtual Inteligente tanto en su modalidad de Auxiliar

en el uso de la computadora como Sistema Tutor Inteligente para el aprendizaje de las ciencias naturales.

6.19. Instrumentos o guiones de recogida de información

Todos los instrumentos cumplen las siguientes características, se apegan a las variables, dimensiones de variables e indicadores medibles, que están íntimamente relacionados con las hipótesis planteadas y el tema central de la investigación cuidando la estructura y coherencia para no perder el hilo conductor del estudio. (Ver anexo de los instrumentos). El plan general de aplicación se divide en 3 etapas, la primera es la aplicación con el personal experto de la escuela, la segunda etapa es con expertos en las áreas de inteligencia artificial, psicopedagogía, educación para discapacitados visuales y tecnología educativa. Y en la tercera etapa la aplicación con la muestra de niños motivo del estudio con sus dos grupos, así como con los niños del grupo control.

Cabe aclarar que los resultados reportados en esta investigación estarán enfocados en las respuestas de los expertos en discapacidad visual y tecnología educativa, esto derivado de la naturaleza de la tesis que está orientada a educación no al área de sistemas.,

6.20. Técnicas y procedimiento de análisis de la información

El análisis de la información consistió en realizar un análisis profundo de los datos recuperados que nos condujo al hallazgo de necesidades de la población de estudio, requerimientos de las herramientas tecnológicas a implementar para su adecuado aprendizaje, métodos de enseñanza-aprendizaje apropiados, descripciones y significados de sus interacciones.

Se llevó a cabo desde una visión cuantitativa con apoyo del modelo cualitativo para tener una visión más completa del fenómeno de estudio, y a partir de la reflexión e interpretación, estar en posibilidad de explicar el fenómeno desde la perspectiva de la complementariedad de estas dos perspectivas en el campo de las ciencias sociales; el

enfoque multimétodo, postura apoyada por autores como Shaughnessy, Zechmeister y Zechmeister (2007) es una vía que favorece el proceso de investigación y permite una mejor comprensión del objeto de estudio en su realidad social.

Los resultados se analizarán, describirán, e interpretarán a partir de los referentes teóricos empleados en la construcción del marco referencial, usando tablas y gráficos para una mejor comprensión de los mismos. Se consideró que era fundamental para este estudio utilizar el modelo de investigación cuantitativo y complementarlo con algunos elementos del modelo cualitativo, porque al estar orientado a trabajar con una población infantil y en situación de discapacidad, resultó ser de difícil acceso para el investigador, comenzando por la obtención del permiso para solicitar la autorización el ingreso a la institución por parte de las instancias gubernamentales que en este caso es la SEP, así como de la dirección de la institución, los propios docentes y padres de familia o tutores, con la intención de recabar la mayor cantidad de información posible para describir y explicar el entorno de desarrollo educativo de la población de estudio.

6.21. Universo

El universo de estudio está conformado por la población total del CAM donde se llevó a cabo el estudio. Como se mencionó anteriormente, la población total es mayor a 50 alumnos, sin embargo, dadas las características de este tipo de educación y las condiciones económicas en que viven las familias de los niños inscritos en esta institución, la asistencia regular es muy fluctuante. Por lo tanto, para efectos de este estudio, se consideró como universo de población al total de alumnos con asistencia regular, con los cuales podría contarse para hacer la intervención educativa; dicha población se desglosa de la siguiente manera: 20 alumnos en nivel preescolar, de los cuales 13 son ciegos puros y 7 con discapacidad múltiple; 30 niños en nivel de primaria, de los cuales 14 son ciegos puros y 16 con discapacidad múltiple.

Esto nos da un 54% de alumnos con asistencia regular en condiciones de discapacidad visual pura en sus dos variantes: *invidentes*, que son alumnos con ceguera total, y *débiles visuales* que son aquellos que tienen alguna deficiencia en la vista, es decir, que pueden ver

algo como sombras o un punto de luz. El 46% restante de la población son ciegos con alguna otra discapacidad como la intelectual, problemas de lenguaje, síndrome de Down entre otras.

6.22. Dificultades y limitaciones

Las principales dificultades y limitaciones están directamente relacionadas con los permisos que debe otorgar la SEP para realizar investigaciones con este sector de población; por lado, en el tiempo que se realizó la solicitud a la Secretaría por cambio de gobierno estaban reestructurando la plantilla del personal de altos mandos y eso retrasó aún más la autorización que de por sí lleva mucho tiempo y es tedioso el trámite. Después obtener la autorización por parte de la SEP, la Dirección de la institución debe gestionar los permisos respectivos de los padres de familia para poder iniciar la investigación, ya que al ser una población en situación de discapacidad y menores de edad se aplican muchas restricciones a cualquier intervención externa.

La población de niños con discapacidad visual es muy fluctuante, y no necesariamente los niños inscritos en el presente ciclo escolar van a continuar en el siguiente. Cuando se llevó a cabo la primera fase de desarrollo de la primera versión del sistema prototipo, sólo había 3 estudiantes inscritos que cumplían con los criterios de inclusión y exclusión.

Por ser una cantidad pequeña y con la finalidad de evitar posibles sesgos en la detección de necesidades para una muestra mayor a considerarse en la siguiente etapa, el estudio con esta muestra pequeña se realizó a profundidad en cada uno de los casos, con un control estricto de las variables a observar y medir, y utilizando distintas técnicas de recolección de datos, de tal forma que se pudiera obtener la mayor cantidad de información posible para crear el prototipo, la página web del curso, y algunas actividades de aprendizaje basadas en videojuegos útiles para la población de estudio y que permitieran acercarse a los objetivos planteados en la investigación, que hubiera posibilidades de responder a las preguntas que guían el estudio, así comprobar las hipótesis planteadas. Al ser una investigación exploratoria y estar condicionada por las características del contexto de la población de

interés, el estudio puede presentar limitaciones para generalizar los resultados obtenidos a poblaciones más grandes.

6.23. Factibilidad

El estudio es factible de llevarse a cabo porque se cuenta con todo el apoyo de la dirección de la escuela, apoyo de los docentes y colaboración de algunos padres de familia, siempre y cuando sea en las instalaciones de la institución y previamente programado; como se comentó anteriormente, la única desventaja es que al ser una institución de gobierno los trámites burocráticos son muy largos en cuanto a tiempo de respuesta, sin embargo, es salvable.

Además, existen fuentes bibliográficas suficientes y necesarias para sustentar teóricamente el estudio; el investigador cuenta con el conocimiento técnico para desarrollar el proyecto; los recursos económicos, materiales y tecnológicos están disponibles tanto en la escuela como con el investigador. Otra cuestión que favorece la factibilidad es que la institución está ubicada en la misma ciudad que el investigador, eso facilita enormemente la interacción y el arduo trabajo que representa el trabajo de campo.

6.24. Plan de trabajo y fases para el trabajo de campo

El plan de trabajo de todo el proyecto se encuentra especificado en la tabla general del proyecto definida como Tabla 6. Fases del desarrollo del sistema e intervención educativa.

Capítulo 7. Análisis e interpretación de resultados

El presente capítulo abarca la presentación, análisis, interpretación y discusión de los resultados derivados de las dos etapas en que se llevó a cabo la investigación de campo, a partir de los cuales será posible obtener las conclusiones generales que apunten a esclarecer el problema sobre el uso y aprendizaje a través de las TIC en los alumnos con discapacidad visual formulado al inicio del estudio. El alcance del presente trabajo, fue desarrollar un prototipo de sistema de inteligencia artificial que permitiera hacer una intervención educativa tecnológico-pedagógica que asistiera a este sector de población. La exploración del tema permitió conocer las implicaciones que tiene trabajar la tecnología con este colectivo, y permitió familiarizarse con el proceso educativo que hasta el momento se desconocía en cuanto a la metodología empleada, el uso de materiales educativos apropiados, las herramientas y apoyos didácticos necesarios, entre otros elementos.

Aunque los resultados que se muestran aún son incipientes, brindan un panorama general de cómo puede ejecutarse una intervención educativa tecno-pedagógica guiada por un sistema asistente virtual basado en inteligencia artificial, planeada adecuadamente para niños de primaria con discapacidad visual, permite a los estudiantes tener un soporte tecnológico accesible que los ayude a hacer uso de las TIC y aprender a través de ellas. Además, esta información resulta relevante y puede tomarse como base para futuras investigaciones a profundidad y más rigurosas, que ayuden a medir todo el potencial educativo de esta tiflotecnología, para tener una idea más clara del impacto social que pudiera tener.

El estudio se planeó desde el modelo de investigación cuantitativo, se consideró a todos los alumnos con discapacidad visual adscritos al Centro de Atención Múltiple CAM "Club de leones" con discapacidad visual que fueron 33 niños registrados en el periodo escolar. El cálculo estadístico arrojó como resultado una muestra de 31 sujetos a estudiar considerando el tamaño del universo de 33, que es el número de personas que componen la población total del CAM con discapacidad visual inscritos en dos niveles educativos, primaria y preescolar; y tomando en cuenta el 50% de heterogeneidad, es decir, la diversidad del

universo que habitualmente suele ser definida en 50%, se estableció el 95% de nivel de confianza, y el 5% de margen de error.

Aunque originalmente la investigación estaba orientada a trabajar sólo con niños de nivel primaria, cabe señalar que, a petición de la Directora del CAM, se consideró la posibilidad de aplicarse a un grupo adicional de 20 niños de educación preescolar con discapacidad visual, y otros 5 niños con discapacidad intelectual sin problemas de lenguaje con buen nivel de comunicación oral que se estimaba podían ser aptos para participar en el estudio. Sin embargo, por la falta de tiempo, la complejidad del estudio, las características y atención especial que requieren estos pequeños, y la complejidad para hacer adecuaciones al sistema, porque implicaba insertar variantes léxicas o de comandos tales como: por ejemplo, completar palabras pronunciadas a medias, confirmaciones de lo que quiso decir el usuario para ejecutar determinada acción, entre otras necesidades particulares, fueron las razones de peso, para no tomarlos en cuenta en este estudio; y se decidió trabajar sólo con el total de niños inscritos en el nivel de primaria que fue de 13 alumnos con discapacidad visual.

Con el diseño de la prueba piloto aplicado en la primera fase, que dio como resultado la aplicación de criterios de inclusión y exclusión para la selección de los niños que podían participar en el estudio, y que tuvieran una oportunidad real de aprovechar las ventajas que ofrecía el sistema para aprender conceptos de ciencias naturales a través del uso de esta nueva tiflotecnología educativa.

Los resultados se presentan en orden siguiendo el plan de acción establecido en dos fases para el desarrollo del sistema y llevar a cabo la intervención educativa tal como se indica en la siguiente tabla.

Momento	PRIMERA ETAPA			SEGUNDA ETAPA		
	Fase de diseño/pilotaje			Fase de ajustes/aplicación		
	Técnica/Desarrollo	Pedagógica	Instrumental/metodológico	Técnica/Desarrollo	Pedagógica	Instrumental/metodológico
1	Determinar posibles fuentes de requerimientos del sistema.	Investigación de las teorías pedagógicas a emplear como fundamento. Teoría de la actividad en la enseñanza y teoría de juegos.	1. Entrevistas preliminares con usuarios incidentes, docentes y expertos. 2. Experiencia del investigador.	Demostración del funcionamiento del sistema en versión preliminar con los expertos del CAM y los alumnos dentro del aula.	Observar el desempeño de los niños con el uso del sistema como apoyo didáctico para el aprendizaje de conceptos sobre la clasificación de los animales vertebrados.	Diario para la observación sistemática.
2	Evaluación de entornos de Inteligencia Artificial (IA) para el desarrollo del sistema.	Investigación de los contenidos de la materia a aprender.	1. Entrevistas con expertos en IA de la BUAP. 2. Entrevista con la maestra responsable del grupo de niños con discapacidad visual de la escuela donde se realiza el estudio.	Refinamiento del Prototipo de IA. (Etapa de adecuación y ampliación de tópicos de conversación sobre el aprendizaje de conceptos).	Diseño tecnopedagógico para el aprendizaje de conceptos sobre la clasificación de los animales vertebrados.	Diario para la observación sistemática y un cuestionario autodiligenciado.
3	Recolección de requisitos para el desarrollo del Prototipo de IA.	Diseño tecnopedagógico del sitio web que aloja el curso de ciencias naturales en Internet.	Plantilla para definir y registrar requerimientos del sistema	Producto de ingeniería. Prototipo de IA avanzado.	Diseño de juegos didácticos por computadora para el aprendizaje de conceptos sobre la clasificación de los animales vertebrados.	1. Diario para la observación sistemática. 2. Cuestionario. Autodiligenciado. 3. Instrumento de validación de expertos en educación especial, tecnología educativa y directivos.
4	Diseño rápido de las funciones y componentes del prototipo.	Investigación de las posibilidades pedagógicas de la plataforma de desarrollo	Modelo de solución del problema.	Refinamiento de los requisitos del Producto de ingeniería (Prototipo de IA avanzado).	Programación de tópicos de conversación para el aprendizaje de conceptos a través de comandos de voz.	1. Instrumento de validación por expertos en Inteligencia Artificial.
5	Construcción del Prototipo de IA.	1. Producción de materiales educativos para el curso de ciencias naturales sobre los seres vivos y su clasificación en 5 reinos para Internet. 2. Desarrollo del sitio web para alojar el curso en base al diseño tecnopedagógico propuesto.	Listado de tópicos conversacionales para crear los comandos de voz para comunicarse con el Asistente Virtual Inteligente (AVI).	Evaluación del Producto de ingeniería (Prototipo de IA avanzado).	Ajustes sobre aplicación de las teorías pedagógicas para el aprendizaje de conceptos en el diseño tecnopedagógico.	1. Diario para la observación sistemática. 2. Cuestionario. Autodiligenciado. 3. Instrumento de validación de expertos en educación especial, tecnología educativa, directivos e inteligencia artificial.
6	Evaluación del Prototipo de IA por el usuario final.	Selección de los niños que podían participar en la evaluación del aprendizaje y desempeño del prototipo aprendiendo el curso de ciencias naturales.	1. Criterios de inclusión y exclusión de los sujetos de estudio. 2. Pilotaje del prototipo del AVI con un grupo de 3 niños con debilidad visual utilizando comandos de voz.	Personalización del sistema (entrenamiento para reconocer los patrones de voz del usuario).	Uso de la computadora personal y el AVI como herramienta de soporte a la discapacidad y de aprendizaje	1. Diario para la observación sistemática.
7	Prototipo IA versión preliminar, primera revisión y ampliación de tópicos de conversación.	Ajustes de contenidos del curso, actividades de aprendizaje, y materiales educativos mediados por tecnología.	1. Evaluación del sitio web. 2. Diario de observación sistemática.	Prototipo final (Versión BETA) del sistema de IA	Periodo de implementación del sistema, experiencias e impactos en el aprendizaje en discapacitados visuales.	1. Reporte de experiencias e impacto con el uso del sistema para seguimiento. 2. Entrevista para maestras responsables de grupo para seguimiento.

Tabla 6. Fases del desarrollo del sistema e intervención educativa.

Fuente: Elaboración propia

Como puede apreciarse en la tabla anterior, cada etapa se compone por tres subfases, la primera corresponde al *componente técnico*, es decir, a los puntos que se consideraron para el *desarrollo* del sistema en función del proceso a seguir para su construcción. La segunda

subfase está relacionada con el *aspecto pedagógico*, que se refiere a los fundamentos instructivo-formativos aglutinados en la configuración del sistema, así como, las actividades y elementos educativos necesarios para lograr el objetivo de aprendizaje de conceptos de ciencias naturales. Por último, la parte *instrumental/metodológica*, que alude a las técnicas e instrumentos metodológicos empleados para recolectar y registrar la información de investigación de campo para su posterior análisis e interpretación.

7.1. Primera etapa. Fase de diseño y pilotaje

Momento	PRIMERA ETAPA		
	Fase de diseño/pilotaje		
	Técnica/Desarrollo	Pedagógica	Instrumental/metodológico
1	Determinar posibles fuentes de requerimientos del sistema.	Investigación de las teorías pedagógicas a emplear como fundamento. Teoría de la actividad en la enseñanza y teoría de juegos.	1. Entrevistas preliminares con usuarios invitados, docentes y expertos. 2. Experiencia del investigador.
2	Evaluación de entornos de Inteligencia Artificial (IA) para el desarrollo del sistema.	Investigación de los contenidos de la materia a aprender.	1. Entrevistas con expertos en IA de la BUAP. 2. Entrevista con la maestra responsable del grupo de niños con discapacidad visual en la escuela donde se realiza el estudio.
3	Recolección de requisitos para el desarrollo del Prototipo de IA.	Diseño tecnopedagógico del sitio web que aloja el curso de ciencias naturales en Internet.	Plantilla para definir y registrar requerimientos del sistema
4	Diseño rápido de las funciones componentes del prototipo.	Investigación de las posibilidades pedagógicas de la plataforma de desarrollo	Modelo de solución del problema.
5	Construcción del Prototipo de IA.	1. Producción de materiales educativos para el curso de ciencias naturales sobre los seres vivos y su clasificación en 5 reinos para Internet. 2. Desarrollo del sitio web para alojar el curso en base al diseño tecnopedagógico propuesto.	Lista de tópicos conversacionales para crear los comandos de voz para comunicarse con el Asistente Virtual Inteligente (AVI).
6	Evaluación del Prototipo de IA por el usuario final.	Selección de los niños que podían participar en la evaluación del aprendizaje y desempeño del prototipo aprendiendo el curso de ciencias naturales.	1. Criterios de inclusión y exclusión de los sujetos de estudio. 2. Pilotaje del prototipo del AVI con un grupo de 3 niños con debilidad visual utilizando comandos de voz.
7	Prototipo IA versión preliminar, primera revisión y ampliación de tópicos de conversación.	Ajustes de contenidos del curso, actividades de aprendizaje, y materiales educativos medidos por tecnología.	1. Evaluación del sitio web. 2. Diario de observación sistemática.

Tabla 7. Momentos de la fase de diseño y pilotaje

Fuente: Elaboración propia

La primera etapa se compone de 7 momentos, cada momento se compone de 3 perspectivas de trabajo o procesos (**Técnica/Desarrollo, Pedagógica, e Instrumental/Metodológico**). En el primero de ellos se llevaron a cabo las acciones correspondientes a la parte técnica o desarrollo del sistema, necesario para determinar las posibles fuentes de información para obtener los requisitos iniciales del sistema a desarrollar.

En el segundo proceso de ese primer momento, se realizaron las actividades relacionadas con la parte pedagógica, que consistieron en investigar las teorías pedagógicas a emplear como fundamento de esta tecnología educativa, preseleccionando la teoría de la actividad en la enseñanza y la teoría de juegos para experimentar en ambientes de aprendizaje con niños invidentes y débiles visuales. Por último, también dentro de este primer momento, se enuncia el instrumental metodológico empleado para recolectar información preliminar y necesaria para llevar a cabo con éxito la primera etapa.

7.1.1. Momento 1 de la primera etapa

Esta fase comienza con el análisis de requerimientos del sistema para el diseño y desarrollo de la primera versión del sistema en base a las necesidades de la población de estudio, propuesto como *Asistente y Tutor Inteligente* para ayudar a los niños con discapacidad visual en el uso de la computadora y aprender a través de ella, esta primera etapa concluye con el pilotaje y evaluación del producto en versión preliminar del prototipo de inteligencia artificial; así como su aplicación a un pequeño grupo de niños con discapacidad visual para validar su funcionamiento con el usuario final.

Momento	PRIMERA ETAPA		
	Fase de diseño/pilotaje		
	Técnica/Desarrollo	Pedagógica	Instrumental/metodológico
1	Determinar posibles fuentes requerimientos del sistema.	Investigación de las teorías pedagógicas a emplear como fundamento. Teoría de la actividad en la enseñanza y teoría de juegos.	1. Entrevistas preliminares con usuarios invidentes, docentes y expertos. 2. Experiencia del investigador.

Tabla 8. Primera etapa-Momento 1

Fuente: Elaboración propia

En esta primera etapa era importante iniciar con el levantamiento de información necesaria para ejecutar la parte técnica del momento 1, al mismo tiempo que se llevaba a cabo la parte relacionada con lo pedagógico, y el uso de instrumentos metodológicos para recolectar dicha información, donde se registraron las encuestas preliminares a los sujetos tipo.

Subfase: Técnica/Desarrollo

La subfase técnica consistió en determinar las posibles fuentes de requerimientos del sistema como se indica en la siguiente gráfica, los cuales fueron de 4 tipos: directivos y docentes, expertos, usuarios, considerando también los conocimientos y experiencias del investigador en el ámbito educativo y de desarrollo de sistemas asistentes virtuales inteligentes.

Se indagó con las personas que se relacionan directamente con la población de estudio, tales como: maestros, especialistas en educación especial y tecnología educativa que atienden a niños con discapacidad visual, directivos de centros de atención a la discapacidad visual, así como usuarios de computadoras en condiciones de discapacidad visual, quienes brindaron información valiosa para la construcción y configuración del software, que cumpliera con los requerimientos mínimos necesario para desarrollar un sistema que sirviera de asistente virtual en el uso de la computadora, y que al mismo tiempo fungiera como tutor inteligente para que el usuario aprendiera a través del uso de esta tecnología.



Figura 7. Fuentes de requisitos del sistema Asistente Virtual Inteligente (AVI)-Sistema Tutor Inteligente (STI).

Fuente: elaboración propia

Un requisito o requerimiento de un sistema se puede definir como la descripción de una condición o característica que debe cumplir un software, derivado de una necesidad del usuario o cliente a quien va dirigido y que se especifica al inicio del proceso de desarrollo del sistema. En este primer acercamiento al sujeto de estudio, se realizaron un total de 10 encuestas preliminares a sujetos tipo: 2 usuarios con discapacidad visual, 6 docentes, y 2 expertos para obtener los requerimientos mínimos del sistema.

Se encuestaron a dos *personas con discapacidad visual* como representantes del *usuario final* del sistema motivo de este proyecto de investigación, quienes con base a su experiencia con el uso de la tecnología como apoyo a su discapacidad aportaron información valiosa, que sirvió como base para definir un conjunto de características esenciales preliminares que debería cumplir el diseño de la herramienta que se propuso como solución al problema de investigación, tales como: **1.** la accesibilidad y **2.** Usabilidad del sistema, estas corresponden a cualidades del software que garantizan que el sistema puede ser usado por cualquier persona con independencia de sus habilidades o

discapacidades físicas o sensoriales, y que sea fácil de usar, es decir, que posibilite una interacción más natural entre el humano y la computadora.

3. La personalización básica como **3.1** Asignación de un nombre para el asistente, **3.2.** Uso de algún avatar que represente al asistente virtual para ser visible por niños con debilidad visual, **3.3.** Activación del sistema por el nombre del asistente, **3.4.** Elegir un tipo de voz grave audible y clara para el usuario, y **3.5.** Regular la velocidad de reproducción de las respuestas, **3.6.** Dirigirse con respeto al usuario. **4.** Idioma preferente en español. **5.** Comprensión de un mismo comando solicitado de distinta forma, es decir permitir el uso de variantes léxicas o gramaticales. **6.** Informar en cada momento que actividad está realizando para que el usuario sepa que su comando se ejecutó. **7.** Acceso y ejecución de aplicaciones. **8.** Búsqueda de información. **9.** Permitir dictado.

10. Disponibilidad para dispositivos móviles, **11.** Permitir ubicación del usuario por GPS para que sirva como guía al moverse por las calles de la ciudad, posibilite guiarlo hasta algún establecimiento o ubicación de una persona, que le informe los lugares por los que va pasando. Mencionaron que estas dos últimas características serían ideales para llevar al asistente virtual más allá del aula. Cabe aclarar que las personas que se encuestaron como representantes de las necesidades de los usuarios, son adultos que nacieron con la capacidad de ver pero que fueron perdiendo la vista paulatinamente durante su niñez, actualmente son ciegos totales.

En resumen, de este tipo de informante, se obtuvo la siguiente lista de sugerencias que debería tener el AVI-STI como características básicas:

No.	CARACTÉRISTICA	SUGERENCIAS DE USUARIOS
1	Personalización básica	<p>1. <i>Possibilidad de asignarle un nombre al asistente que fuera fácil de recordar.</i></p> <p>2. <i>Incluir una forma de registrar el nombre del usuario con el que va a interactuar el sistema para dirigirse a él de forma personal.</i></p> <p>3. <i>Poder cambiar el tipo de voz del asistente a un tono que sea agradable al usuario.</i></p>
2	Avatar	<i>Incluir una imagen virtual representativa del sistema que ayudaría a una persona con debilidad visual más que a un invidente a saber con quién interactúa.</i>
3	Nombre	<i>Estar en posibilidad de llamarlo por su nombre.</i>
4	Activación por voz	<i>Activarlo con la voz utilizando su nombre.</i>
5	Tipo de voz	<i>Poder seleccionar el tipo de voz de hombre o mujer</i>
6	Idioma	<i>Voz en español</i>
7	Personalidad	<i>Mostrarse de forma respetuosa, estilo formal y amable.</i>
8	Velocidad para hablar	<i>Posibilidad de elegirla y para niños elegir la velocidad lenta para una mejor comprensión en su interacción.</i>
9	Comprensión de variantes léxicas del mismo comando	<i>Que permita decirle un mismo comando de distintas formas comunes.</i>
10	Saber en cada momento que está haciendo.	<i>Que informe la acción que está ejecutando para que el usuario sepa que se ejecutó de manera correcta el comando solicitado.</i>

Tabla 9. Características básicas que debería tener el sistema AVI-STI según el usuario.

Fuente: Elaboración propia.

A cerca de los **Directivos y Docentes**, se encuestaron a seis profesionales de la educación especialistas en discapacidad del Centro de Atención Múltiple, un directivo y cinco maestras, su experiencia docente en éste ámbito va de los 5 a 10 años, atienden y entienden muy bien las necesidades particulares de esta población estudiantil; sus recomendaciones versan sobre: **1.** Uso de una voz de mujer. **2.** Usar un tono de voz formal como lo haría un docente. A excepción de una maestra en condiciones de discapacidad visual con pérdida total de la vista, quien sugirió que se usara una voz de niño, con un tono más “vivaracho”, refiriéndose a un tipo de voz *más vivo y alegre, no tan serio*.

3. La necesidad de cierto nivel de personalización del sistema, **3.1.** Incluir palabras de uso común del niño para establecer los comandos de voz, ya que la mayoría de los niños ciegos de nivel primaria tienen un vocabulario muy limitado. Por otro lado, el sistema requiere del uso de comandos muy concretos para realizar las tareas que le pida el usuario. Sin embargo,

de acuerdo con las maestras, la característica general de estos niños es que hablan mucho y de corrido, que muchas veces no puede entenderse tan fácilmente su conversación; la tarea común del docente es regularlos para que sean más concretos en la construcción y exposición de sus ideas. **3.2.** Dirigirse al usuario con respeto.

Desde el punto de vista particular, esta actividad es importante porque ayuda a tener una buena comunicación entre el usuario y el sistema, facilitaría mucho la interacción humano-computadora. Por lo tanto, la regulación de su lenguaje representa un gran reto para alumnos y maestros en la consecución de un nivel de concretización aceptable en su lenguaje para hacer un uso efectivo del sistema.

Una característica más solicitada fue la de **4.** Reproducir la respuesta a una velocidad moderada, medio lento para que el usuario tenga tiempo de comprender bien lo que le contesta el asistente virtual. Por otro lado, antes de liberar el sistema para su uso cotidiano, surge la imperiosa necesidad de capacitar previamente al usuario sobre los comandos que puede emplear para hacer o ejecutar ciertas tareas en la computadora acorde al vocabulario de uso común en los niños incorporado a la base de conocimientos del sistema.

Otras actividades comunes donde necesita apoyo el estudiante están relacionadas con **5.** Las búsquedas de información en Internet para sus tareas **6.** Uso de un editor de textos con capacidad para realizar dictados. **7.** Uso de otras aplicaciones informáticas de oficina. **8.** Realizar operaciones matemáticas básicas. **9.** Leer en voz alta libros y textos electrónicos. **10.** Leer y enviar correo electrónico. **11.** Reproducción de música y videos.

En resumen, de este tipo de informante se obtuvieron 11 características básicas que se muestran en la siguiente tabla:

No.	CARACTERÍSTICA	SUGERENCIAS DE DIRECTIVOS Y DOCENTES
1	<i>Tipo de voz</i>	<i>Uso de una voz de mujer.</i>
2	<i>Tono de voz</i>	<i>Usar un tono de voz formal como la de un docente.</i>
3	<i>Personalización básica</i>	<i>Incluir palabras de uso común del niño como comandos de voz, porque tienen un lenguaje muy pobre.</i> <i>Que el asistente se dirija con respeto al usuario.</i>
4	<i>Velocidad para hablar</i>	<i>Reproducir la respuesta a una velocidad medio lenta para que los estudiantes puedan comprender lo que dice el asistente.</i>
5	<i>Capacidad de búsqueda en Internet</i>	<i>Capacidad para realizar búsquedas de información en Internet para sus tareas.</i>
6	<i>Capacidad de edición y dictado de textos</i>	<i>Que les permita usar un editor de textos y realizar dictados.</i>
7	<i>Capacidad para ejecutar aplicaciones</i>	<i>Uso de otras aplicaciones informáticas como Word, Excel, PowerPoint.</i>
8	<i>Capacidad para calcular</i>	<i>Que permita realizar operaciones matemáticas básicas como sumas, restas, multiplicaciones y divisiones.</i>
9	<i>Capacidad para leer</i>	<i>Ler en voz alta libros y textos electrónicos.</i>
10	<i>Capacidad para leer y enviar correo electrónico.</i>	<i>Leer y enviar correo electrónico.</i>
11	<i>Capacidad para reproducir música y videos.</i>	<i>Reproducción de música y videos.</i>

Tabla 10. Características básicas que debería tener el sistema AVI-STI según los directivos y docentes.
Fuente: elaboración propia

Por su parte, dos *expertos en tecnología educativa* y una de ellas también como *experta en educación especial de discapacitados visuales del CAM*, consideraron diez características importantes como aporte de esta tecnología para ayudar al desarrollo de la independencia del alumno. Recomienzan además de algunas de las características expuestas anteriormente

I. Mayor dinamismo en la interacción a través de preguntas libres del estudiante al asistente usando el lenguaje común de niños con ese nivel educativo y condición de discapacidad, si bien esto es posible, no se debe perder de vista que el objetivo de este estudio es sólo el desarrollo de un prototipo.

Desarrollar un sistema más robusto va más allá de las pretensiones de esta investigación, ya que, para que el sistema sea capaz de interactuar con el alumno de forma más natural utilizando distintas estructuras y formas gramaticales programados como comandos para comunicarse, tiene distintas implicaciones, que van desde las formas de preguntar

(*estructura gramatical*) que usa el estudiante sobre una misma cosa, hasta el empleo de un *vocabulario* distinto, ejemplos:

Usando una estructura gramatical distinta para formular la misma pregunta: “*¿Qué sabes hacer?*”, “*¿En qué me puedes ayudar?*”, “*¿tú qué haces?*”, “*¿quiero saber qué sabes hacer?*”. Usando un verbo y nombre de objeto o cosa distinto pero refiriéndose a la misma acción: “*abre Word*”, “*abre el Word*”, “*abre el editor de textos*”, “*abre el procesador de palabras*”; para ejecutar esta acción el alumno podría emplear otros verbos para decir lo mismo, tales como “*ejecutar*” o “*iniciar*”; “*ejecuta el Word*”, “*inicia el editor de textos*”.

A estas formas de construcción gramatical se les ha denominado *variantes gramaticales o léxicas*, y para efectos del sistema se les ha llamado *variantes conversacionales*, refiriéndose a la función de interacción conversacional del sistema con el usuario pero que implican dedicar mayor tiempo de desarrollo y uso de recursos informáticos, por lo tanto, para la primera versión del sistema se consideraron sólo algunos casos de variantes comunes.

Además, este tipo de informante sugiere poner mayor énfasis en el **2.** Diseño instruccional o tecnopedagógico, es decir, definir claramente los recursos pedagógicos tales como: el enfoque pedagógico, las actividades de aprendizaje, materiales y medios educativos a emplear en el curso: **2.1.** Hacer hincapié en la repetición de los contenidos tantas veces como el alumno lo necesite. **2.2.** Auxiliarse de materiales físicos para enseñar determinados conceptos, sobre todo para los estudiantes que no tienen ningún referente cognitivo de lo que se pretende enseñar. **2.3.** Abordar la explicación de los temas de lo general a lo particular.

2.4. Permitir al estudiante que solicite la repetición de las opciones del menú de los contenidos del curso, ya sea porque no entendió lo que dijo el asistente virtual, porque no puso atención, o no pudo memorizar las opciones del curso. **2.5.** Usar el podcasting para la explicación de contenidos. **2.6.** Evaluación de contenidos de aprendizaje. **2.7.** Emplear letras grandes en la página web de contenidos a aprender para que sea apto a estudiantes

con debilidad visual y éstos puedan utilizar el teclado y mouse para interactuar con la computadora además de usar los comandos por voz. Incluir en los contenidos del curso actividades de aprendizaje, **2.8.** Audiocuentos y **2.9.** Videojuegos educativos.

En resumen, de este tipo de informante se obtuvieron 12 características básicas que se muestran en la siguiente tabla:

No.	CARACTERÍSTICA	SUGERENCIAS DE EXPERTOS EN TECNOLOGÍA EDUCATIVA Y EDUCACIÓN PARA DISCAPACIDAD VISUAL
1	<i>Interacción</i>	<i>Mayor dinamismo en la interacción a través de preguntas libres del estudiante al asistente.</i> <i>Emplear letras grandes en la página web de contenidos a aprender para que sea apto a estudiantes con debilidad visual, uso de mouse, y comandos por voz.</i>
2	<i>Diseño instrucción o tecnopedagógico</i>	<i>Definir los recursos pedagógicos tales como: el enfoque pedagógico, actividades de aprendizaje, materiales y medios educativos a emplear en el curso.</i>
3	<i>Comprensión</i>	<i>Poner énfasis en la repetición de los contenidos tantas veces como el alumno lo necesite para ayudar a su comprensión de los contenidos y conceptos.</i>
4	<i>Materiales educativos</i>	<i>Auxiliarse de materiales físicos para enseñar determinados conceptos.</i>
5	<i>Metodología de enseñanza</i>	<i>Abordar la explicación de los temas de lo general a lo particular.</i>
6	<i>Accesibilidad y Usabilidad</i>	<i>Permitir al estudiante que solicite la repetición de las opciones del menú y contenidos del curso.</i>
7	<i>Medios educativos</i>	<i>Usar el podcasting para la explicación de contenidos.</i>
8	<i>Actividades de aprendizaje</i>	<i>Incluir en los contenidos del curso actividades de aprendizaje.</i>
9	<i>Evaluación</i>	<i>Evaluación de contenidos de aprendizaje.</i>
10	<i>Audiocuentos</i>	<i>Emplear audiocuentos para apoyar su aprendizaje.</i>
11	<i>Videojuegos educativos</i>	<i>Incluir videojuegos educativos para apoyar su aprendizaje y hacerlo más atractivo.</i>
12	<i>Enfoque pedagógico</i>	<i>Teoría pedagógica que soporte el proceso de enseñanza-aprendizaje.</i>

Tabla 11. Características básicas que debería tener el sistema AVI-STI según los expertos en tecnología educativa y educación para niños con discapacidad visual.

Fuente: elaboración propia

La **segunda subfase de la primera etapa** que se refiere al **aspecto pedagógico** de la solución tecnológica que se propuso, consistió en investigar las teorías pedagógicas a emplear como sustento para integrar el elemento pedagógico a la herramienta de software, es decir, los fundamentos instructivo-formativos que se aglutinarían en la configuración del sistema, ya que se parte de hecho de que toda tecnología tiene un potencial instructivo, que es viable su utilización para formar o capacitar a un individuo pero el empleo de la

tecnología *per sé* no asegura que se generen aprendizajes en el estudiante, por lo tanto, para incorporar de manera efectiva las tecnologías al proceso educativo independientemente del nivel educativo que se trate, esta debe fundamentarse con alguna teoría de enseñanza-aprendizaje que se refleje en el diseño instruccional o tecnopedagógico, de lo contrario carecerá de significado didáctico-pedagógico.

Para lograr este cometido, se seleccionaron dos teorías que se consideraron podían contribuir a alcanzar los objetivos de aprendizaje planteados en la planeación didáctica de la intervención educativa, la cual, se diseñó para enseñar *conceptos de ciencias naturales*, y ésta sería guiada por el AVI en su función de Sistema Tutor Inteligente (STI). El fundamento pedagógico se planteó desde una postura constructivista del aprendizaje, en particular desde la perspectiva de la *teoría de la actividad en la enseñanza* propuesta por Nina Talízina, y la teoría de juegos desde la perspectiva del juego didáctico, de las actividades lúdicas como un elemento mediador en el aprendizaje de conceptos, como un ingrediente importante para el desarrollo de habilidades y destrezas, y como factor motivacional para el aprendizaje en este sector de población.

Las actividades de aprendizaje atractivas y divertidas enfocan la atención del estudiante y al involucrar emociones positivas en el proceso de enseñanza-aprendizaje se promueve una educación más significativa y duradera. Como es bien sabido, el juego en el niño es natural y necesario, y para una comunidad vulnerable y carente de capacidades sensoriales visuales, por tal motivo, se considera que más relevante su incorporación en el ámbito educativo de personas con discapacidad.

De la teoría de la actividad aplicada a la enseñanza se tomaron en cuenta 5 aspectos importantes para el desarrollo de la propuesta pedagógica: la planeación, la orientación, el control, la anticipación de errores, y la evaluación para la enseñanza de conceptos que es el objetivo de la presente investigación. Existen estudios previos sobre el uso de esta teoría con niños normales en el aprendizaje de idiomas, matemáticas o del ajedrez, y población infantil con patología del desarrollo utilizando la base orientadora de la acción (BOA) con resultados ampliamente aceptables mostrando así su eficacia (Talízina, 2009: P.9-183-186),

estas experiencias nos dieron cierta certeza de que esta teoría podía aplicarse exitosamente a un sector de población infantil con discapacidad visual, haciendo algunos ajustes en la metodología, el diseño instruccional, y utilizando los medios tecnológicos adecuados para dicho colectivo.

En la planeación, se definió como objetivo de aprendizaje ayudar al niño a construir los conceptos de ciencias naturales, específicamente sobre la clasificación de los animales vertebrados desde el enfoque constructivista y sin la mediación del maestro, para ello, se siguió el proceso de aplicación de los cinco aspectos de la teoría antes mencionados; el rol de guía fue asumido por el AVI-STI Tiflo, quien a partir de la base de conocimientos previamente alimentada al sistema, proporciona al estudiante la orientación adecuada sobre el tema y concepto a aprender, a este elemento de la teoría se le denomina **base orientadora de la acción (BOA)**, a través del cual, el AVI-STI Tiflo va exponiendo al alumno de manera concreta, las categorías y características esenciales del objeto de conocimiento para que pueda identificar y construir el concepto.

Cabe aclarar que esta base orientadora se encuentra definida en el diseño instruccional (ver anexo del diseño instruccional), ya que, el objetivo de este diseño tecnopedagógico fue trazar la ruta que debería seguirse para alcanzar los objetivos de aprendizaje, y permitió crear la secuencia didáctica para darle forma al curso, definiendo todas las actividades, recursos tecnológicos y pedagógicos empleados en cada actividad, así como la evaluación, que en esta primera etapa consistió en la evaluación del sitio web por parte del usuario.

El diseño instruccional forma parte de la **planeación** que es otro elemento base de la teoría de la enseñanza, y a la vez necesario en la producción de un material didáctico digital o desarrollo de herramientas con fines educativos siempre que esté mediado, soportado o apoyado por tecnología, y es en este primer momento que aparece otro de los elementos básicos de la teoría, el **control** de lo que se va a enseñar, el segundo momento donde se presenta, es cuando el AVI-STI Tiflo toma el rol del Tutor para orientar al alumno, explicando el tema de los seres vivos y su clasificación en 5 reinos: reino animal

(animales), reino vegetal (plantas), reino hongos (setas, mohos y levaduras), reino protoctistas (protozoos y algas) y el reino mónera (bacterias).

Una vez que se explica de manera general los 5 reinos, se enfoca en orientar al alumno en el reino animal. Para lograrlo, se analizaron las características básicas claves de cada grupo de animales vertebrados para poder diferenciarlos, y de manera puntual definir los conceptos de dichos animales y su clasificación en 5 grupos: mamíferos, aves, peces, anfibios y reptiles. El niño aprende a analizar la estructura de cada grupo de animales, y a identificar sus rasgos esenciales; el método incluye las tres etapas de la formación: *el plano material-materializado, el perceptivo y el verbal*, los niños inician la actividad de manera individual con ayuda del asistente Tiflo configurado como un espacio personal de aprendizaje con todos los elementos necesarios sugeridos por los informantes claves que recomendaron los requisitos básicos del sistema y de la experiencia de aprendizaje.

El plano *material-materializado* se usa para los niños que no tienen ningún referente cognitivo del concepto que se trata de enseñar, utilizando animales disecados o de juguete para explorarlo y reconocerlo con el tacto, el objetivo es sentar las bases para la construcción de significado necesario para pasar a la siguiente etapa de la formación que es el plano perceptivo, cuando ya se ha creado una imagen mental del objeto de estudio, pasar al siguiente plano verbal es más fácil al ir concatenando las acciones mentales que permitan un aprendizaje significativo basado en un verdadero constructivismo.

Cuando el alumno ya es capaz de verbalizar el concepto claramente a partir de la construcción de una historia o cuento corto relacionado con el concepto que está aprendiendo, poniendo en juego todas las características básicas definidas en la base orientadora acerca del objeto que se pretende enseñar, y el alumno logra emplearlas y puede crear un cuento o historia relacionado con el concepto. De esta forma se evalúa y comprueba el alcance del objetivo de aprendizaje, asimismo se tiene *control* en la ejecución de la acción; y al hacer presente este elemento de la teoría se obtienen mejores resultados en el aprendizaje que si solo se tuviera el diseño instruccional como una secuencia de acciones educativas.

Dentro del enfoque cognitivo se encuentra la corriente pedagógica del constructivismo, cuyo principio esencial que sustenta la construcción del conocimiento es el sujeto mismo como resultado de su interacción con el objeto del conocimiento. La forma en cómo se diseña la intervención pedagógica con la teoría de la actividad empleada aquí permite generar aprendizaje significativo en los alumnos, en un proceso de relación o concatenación de la nueva información con algún aspecto ya existente en la estructura cognitiva del estudiante desarrollada en la etapa previa, y que resulta de gran relevancia para adquirir el concepto que se pretende enseñar, convirtiéndose así en un vehículo promotor de un verdadero constructivismo.

Con relación a la teoría de juegos, en la presente propuesta se considera el aspecto de la toma de decisiones que aborda esta teoría, el niño toma decisiones lógicas basadas en el conocimiento adquirido y en el aprendizaje derivado de la orientación del AVI-STI, que en la práctica, esto significa, por ejemplo en el videojuego educativo basado en sonidos (indicaciones, ayudas, y expresiones habladas) para adivinar ¿quién es el animal mamífero que aparece en pantalla emitiendo su sonido característico? Y donde el alumno tiene que seleccionar de un grupo de opciones, el niño escucha y toma decisiones para elegir la respuesta correcta.

Este principio lúdico también se usa para enseñar la abstracción del concepto a aprender; donde a partir de escuchar la descripción de las tarjetas orientadoras acerca de los conceptos de ciencias naturales que se pretende enseñar guiado por el asistente Tiflo, aunque la efectividad depende del desarrollo cognitivo alcanzado y previamente definidas en base orientadora de la acción promovido por las actividades de la teoría de la actividad en enseñanza.

En la ***tercera subfase de la primera etapa, rubro instrumental/metodológico*** se abordan los instrumentos y métodos empleados para recabar los requisitos del sistema proveniente de las cuatro fuentes de información descritas en la gráfica 1. Se realizaron 2 encuestas preliminares a usuarios invidentes, cuya finalidad era indagar sobre los usos y costumbres relacionadas con el rol que juega la tecnología en sus vidas cotidianas. Se les explicó a

grandes rasgos el proyecto que se tenía la intención de desarrollar y que se requería de su aprobación y colaboración para determinar las características ideales que debería tener un sistema asistente que sirviera de soporte a niños con discapacidad visual para operar una computadora de forma sencilla utilizando comandos de voz y, a la vez, sirviera como tutor para orientar a los alumnos invidentes o deficientes visuales en un curso de asignatura de primaria.

Las dos personas encuestadas son profesionistas, se desarrollan en puestos de trabajo relacionados con la inclusión de este colectivo, una en universidad pública atendiendo a personas con discapacidad visual que en su mayoría son niños de educación básica, y otra en universidad privada promoviendo la inclusión de sectores vulnerables en busca de la equidad brindando mayores oportunidades y mejores herramientas, haciendo uso de varias tecnologías que facilitan su comunicación e integración social, y que se declararon totalmente dependientes de la tecnología.

La preguntas abiertas que se les hizo fueron *¿Cuáles son las tecnologías que más emplean en su vida cotidiana y para qué?, ¿Cuáles son los retos que enfrentan los usuarios de computadoras con debilidad visual o invidentes?, ¿Qué hace un usuario con discapacidad visual para sortear los obstáculos de su estado físico?, ¿Qué características debería tener un sistema asistente virtual para cubrir las necesidades de usuarios con discapacidad visual para usar las TIC y aprender a través de ellas?, ¿Cuál sería el uso que le darían los estudiantes con algún tipo de discapacidad visual?, ¿Qué productos de software hay en el mercado de apoyo a la discapacidad visual?, ¿Qué posibilidades de desarrollo ofrecen éstos productos existentes a este colectivo?, ¿Qué herramientas tecnológicas tienen al alcance de su mano adicionales para apoyar su desarrollo académico?, ¿Qué materiales educativos existen y qué formato es el ideal para este sector de población?*.

De acuerdo con el Coordinador de atención a usuarios con discapacidad visual de la Biblioteca Central de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, y quien paulatinamente fue perdiendo la vista hasta quedar totalmente ciego al llegar a su juventud, comentó de manera muy precisa los retos relacionados con la discapacidad visual y sus

vicisitudes, sobre todo, para una persona que nació viendo, representa un gran desafío, porque conlleva cambios importantes en la forma de ver y relacionarse con el mundo.

Para él, ingresar a la universidad a estudiar una carrera profesional implicaba contar con herramientas tecnológicas suficientes que compensaran sus deficiencias sensoriales y estar en condiciones para valerse por sí mismo, instrumentos de todo tipo para moverse por la calle de forma segura o para hacer sus actividades escolares como leer, escribir, comunicarse y relacionarse con los demás, acceder a los servicios como el uso de bibliotecas y uso de equipos de cómputo por mencionar algunos.

Los retos que enfrentan son vitales, necesitan moverse con seguridad para lo cual requieren orientación ya sea de un animal, persona o tecnología que los asista para hacer su vida más independiente. Un usuario con discapacidad visual sortea los obstáculos sólo con ayudas de animales o personas si se trata de desplazarse de un lugar a otro, o de tecnología si se trata de estudiar, trabajar, comunicarse para relacionarse, incluso divertirse.

En los aspectos de movilidad son un poco más lentos pero en el uso de la tecnología cuando ya estás habituado son muy rápidos, han desarrollado el sentido del oído ampliamente, y esto les permite desarrollarse profesionalmente de forma aceptable. Considera que las características que debería tener un sistema asistente virtual para cubrir las necesidades para usar las TIC y aprender a través de ellas es la facilidad de uso y accesibilidad a este tipo de población, incluyendo en el desarrollo toda la información posible sobre el producto en formato de audio.

El uso que le darían los estudiantes con algún tipo de discapacidad visual si se cumpliera con la usabilidad y accesibilidad sería de enorme importancia para su desarrollo escolar, profesional, así como de comunicación natural entre el usuario y la computadora. Comenta que los productos de software que existen en el mercado de apoyo a la discapacidad visual son buenos pero necesitan mejorar su interfaz de comunicación para hacerlos todavía más accesibles.

Las posibilidades de desarrollo que ofrecen éstos productos existentes a este colectivo son principalmente de independencia que coadyuva en su desarrollo escolar y profesional, son más competitivos, y se sienten con mejor autoestima y más productivos. Son muy pocas las herramientas tecnológicas adicionales que tienen a su alcance para apoyar su desarrollo académico, tienen que recurrir a instituciones como la BUAP para apoyarse de otro tipo de equipos para completar sus tareas, tales como audiolibros, libros en Código Braille, impresoras de Código Braille, etcétera. El formato ideal para este sector de población es sin duda alguna el código braille y el audio.

La primera tecnología que tuvo que aprender fue el sistema Braille cuyo alfabeto se basa en una combinación de puntos ubicados en dos columnas y tres filas, dando como resultado, la posible combinación de seis celdas donde ubicar puntos y espacios sensibles al tacto como se muestra en la siguiente figura:

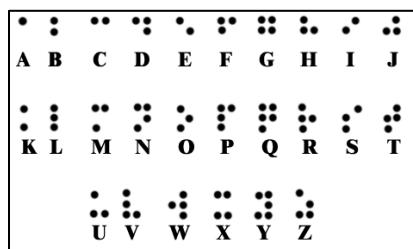


Figura 8: Sistema o código Braille

Fuente: Internet

https://miro.medium.com/max/475/1*nKSk8vng2YQ_v49e6eP04A.gif

Este cambio en sí mismo, representa un gran reto para la persona con discapacidad visual al pasar de una forma de percibir el mundo preponderantemente visual a través del sentido de la vista a una percepción táctil, que implica estar cerca del objeto que se desea conocer o manipular a través de la exploración manual y uso de su capacidad memorística e imaginación, con la desventaja de que la percepción mediante el sentido del tacto es más lenta y brinda menos información del entorno que si empleara el sentido de la vista; el tacto y el oído son sentidos menos usados que la vista para captar las impresiones o sensaciones externas; de esta manera, se ve alterada la jerarquía del empleo de los sentidos en la vida cotidiana de un discapacitado visual.

Comenta que el desarrollo de esta nueva habilidad, permite a invidentes y deficientes visuales leer y escribir además de coadyuvar a su integración social, educativa, laboral, etc. Con el paso del tiempo y el avance científico y tecnológico, ha podido comprobar que una persona con discapacidad visual debe compensar su discapacidad con el uso de la tecnología; cuando se vio en la necesidad de adquirir mayor independencia, aprendió a usar algunos dispositivos y tecnologías de información y comunicación como son el teléfono celular, la computadora y determinadas aplicaciones de software que consideraba podían apoyar su desarrollo. Derivado de su amplia experiencia como estudiante de licenciatura y ahora en su puesto laboral como coordinador de área de atención a este sector de población en la Biblioteca Central de la BUAP, declara contundentemente, que su dependencia de las tecnologías es muy alta e imprescindible para desarrollarse en su entorno social y laboral, asegurando su calidad de vida.

Aunque en el ámbito académico cada vez surgen nuevas líneas de investigación de desarrollo de nuevas tecnología a aplicar en ambientes de aprendizaje de personas con discapacidad visual, considera que hay muy poco desarrollo tecnológico que sirva de apoyo en todos los niveles educativos, incluso para el nivel superior. La Facultad de Computación de la BUAP, ha hecho su contribución a este ámbito, por ejemplo, Archundia y Cerón (2018) desarrollaron un prototipo de Objeto de Aprendizaje digital para personas con discapacidad visual en estructuras de datos: grafos con énfasis en la usabilidad del recurso de aprendizaje implementado en una plataforma Moodle.

De acuerdo con el portal de la Dirección General de Innovación Educativa de la BUAP, se han llevado a cabo proyectos de investigación colaborativa entre los investigadores de la Facultad de Ciencias de la Computación, la Facultad de Ciencias de la Electrónica y la propia DGIE orientados a atender la discapacidad tales como: Sistemas Interactivos para la atención de usuarios con capacidades diferentes, el diseño de una plataforma colaborativa para la gestión de terapias para niños con capacidad diferenciada; así como la publicación de capítulos de libros como el titulado *Ayudando a Aprender. Sistema de ayuda para el aprendizaje de español y matemáticas para niños con discapacidad intelectual* escrito por Daniel Mocencahua y Juan Manuel González.

Otro artículo cuyo título es *Sistema Interactivo para la Atención de Usuarios con Capacidades Diferentes: El caso del TDA*, escrito por César Collazos, Erica Vera, Aletvia Lecona, Juan Manuel González y Adelaida González; por último el capítulo denominado *Guías para el Desarrollo de Espacios Virtuales para Entrenamiento Cognitivo* escrito por César Collazos, Carlos Zamora, Juan Manual González y Yadira Navarro, todos editados por el Fondo Editorial de la BUAP (DGIE, 2019).

Si bien estas investigaciones aportan mucho al avance científico y tecnológico en el ámbito de la discapacidad, aún no logran impactar a la comunidad de estudiantes que su propia área atiende dentro de la misma institución, no solamente porque no se le da la adecuada difusión o por falta de colaboración entre las instancias universitarias, sino que dichas tecnologías deben hacer mayor énfasis en la accesibilidad y usabilidad al desarrollarlos.

La plataforma tecnológica o marca que prefiere es Apple Macintosh, ya que, considera que cuenta con un 99.9% de accesibilidad, es decir, está pensada para ayudar a personas con discapacidad visual, porque la empresa le apostó más al tema de accesibilidad como diferenciador; considera que su teléfono iPhone no es un lujo sino una herramienta, por que incorpora en sus funciones el software de lector de pantalla con voz (VoiceOver) que puede ser personalizable en cuanto al tono de voz que usa, la velocidad de reproducción.

Asimismo, ofrece control en pantalla por voz para cambiar las funciones y para escribir en código Braile, tiene un botón de dictado para acceder a su agenda telefónica o buscar información en la red Internet a través de comandos por voz, función que considera muy útil para niños en transición de primaria a secundaria, ya que no hay muchos materiales disponibles en Braile en ese nivel educativo, por lo tanto, se hace necesario recurrir a la tecnología para cubrir las nuevas necesidades.

Cabe mencionar, que los informantes clave de la institución donde se aplicó el estudio coinciden con el Coordinador de la biblioteca en calidad de experto en cuanto a las necesidades de materiales educativos de apoyo a este sector de población, todos hicieron

hincapié en que las mayores carencias de materiales educativos las tienen básicamente en tres áreas: ciencias naturales, matemáticas y español. Por tal motivo, para efectos de este estudio e intervención educativa se tomó la decisión de enfocarse a desarrollar materiales y recursos educativos centrados en el área de ciencias naturales, los cuales deberían ser enseñados por el Asistente Virtual Inteligente en su modalidad de Sistema Tutor Inteligente.

Por consiguiente, uno de los ejes de conversación, interacción o habilidad que tiene programada el asistente es todo lo que tiene que ver con el curso que se creó para este fin, sobre la *clasificación de los seres vivos*, que se aborda utilizando como estrategia de razonamiento el método deductivo con la finalidad de conducir al estudiante a deducir conclusiones lógicas a partir de una serie de premisas o principios sobre los seres vivos expuestos previamente, esto es, se aproxima a los *conceptos de mamíferos, aves, peces, reptiles y anfibios* partiendo de lo general a lo particular.

7.1.2. Momento 2 de la primera etapa

Como se muestra en la siguiente tabla, para el momento 2 en el ámbito *técnico/desarrollo* se llevó a cabo la evaluación de varios entornos de inteligencia artificial (IA) para seleccionar el ambiente donde se desarrollaría el asistente virtual más adecuada a la población de estudio de acuerdo a las recomendaciones hechas por los expertos en IA. Sobre el aspecto *pedagógico* se indagó acerca de los contenidos de la materia que debería enseñarse en encuestas con la maestra responsable del grupo de la población de estudio del CAM Club de Leones; y para la parte *instrumental/metodológica* se realizaron encuestas técnicas con expertos en IA de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

2	Evaluación de entornos de Inteligencia Artificial (IA) para el desarrollo del sistema.	Investigación de los contenidos de la materia a aprender.	1. Entrevistas con expertos en IA de la BUAP. 2. Entrevista con la maestra responsable del grupo de niños con discapacidad visual de la escuela donde se realiza el estudio.
---	--	---	---

Tabla 12. Primera etapa- Momento 2.

Fuente: Elaboración propia

Las recomendaciones de los expertos en IA fueron: (1) la importancia del **respaldo** de trabajar con una plataforma de desarrollo para un asistente virtual que no quedara obsoleto o descontinuado en poco tiempo, (2) que contara con un **performance** mejorado, es decir, que permitiera al asistente tener un grado de **desempeño** medio o alto en las peticiones y respuestas al usuario; (3) que proporcionara el **soporte** o acceso a varias funciones de control de la computadora para automatizarlas a través de los comandos de voz; (4) considerar la **curva de aprendizaje**, que se refiere al tiempo y grado de dificultad que conlleva aprender a usarla respecto a otras plataformas, que tuviera la documentación y elementos de ayuda, fuera intuitiva y fácil de aprender, y permitiera un desarrollo rápido.

(5) tener en cuenta su **escalabilidad**, que se refiere a la posibilidad de insertar mejoras a futuro, agregando más y nuevos comandos o funciones al sistema y que éste mantenga un comportamiento estable, es decir, sin comprometer su desempeño normal y su calidad; (6) considerar su **portabilidad**, esta característica se refiere a la capacidad del sistema para trabajar en cualquier dispositivo que pudieran tener los alumnos, por ejemplo en una computadora de escritorio, una laptop, tableta o incluso en un teléfono celular inteligente realizando cambios mínimos.

(7) el **rendimiento**, es decir, medir su eficiencia con el número de peticiones (comandos de voz) del usuario atendidas por el sistema durante el tiempo determinado para cada sesión de trabajo e interacción entre el alumno y la computadora, el tiempo de respuesta y capacidad de ejecución de comandos; por último, (8) el **tipo de licencia** de uso de la plataforma de desarrollo, sugirieron que fuera *open source* o código abierto, que son de libre distribución, permiten modificaciones sin restricciones ni pago de derechos. Todo lo anterior permitiría personalizar el asistente virtual acorde a las necesidades de la población con discapacidad visual que se pretendía atender y alargar el tiempo de vida útil del producto.

Se tomaron en cuenta 3 tipos de sistemas en la evaluación como plataforma para el desarrollo del prototipo de asistente virtual inteligente con posibilidad de fungir como sistema tutor inteligente (AVI-STI):

1.- Desarrollo desde cero, utilizando técnicas y metodologías de desarrollo cien por ciento programadas en algún lenguaje de programación de alto nivel como Lisp, Prolog, Haskell, NeuroScript, Java, C, C#, , Python, PHP, Objective C, entre otros; esta primera opción tenía dos grandes desventajas, representa una tarea titánica para una sola persona, y se cuenta con poco tiempo para el desarrollo.

2.- Construcción a partir de entornos semidesarrollados, estos ambientes incorporan en su sistema el procesamiento y comprensión de lenguaje natural, incorporan una interfaz de usuario o aspecto del sistema, una base de conocimientos en el interior que puede estar estructurada o no y que determina su inteligencia, tienen cierto nivel de control del equipo a través de la programación de comandos del sistema operativo, y pueden o no incluir componentes predefinidos con posibilidad de programarse, configurarse o personalizarse hasta determinado nivel.

Un ejemplo de éstos es el sistema de reconocimiento de voz incorporado al sistema operativo Windows 7, 8 y 10 donde con tan solo conectar un micrófono puede controlarse la computadora, incluye un apartado para entrenar al sistema para reconocer nuestra voz, realizar dictado, ejecutar aplicaciones, cambiar configuración del sistema, entre otras funcionalidades.

3.- Uso de sistemas asistentes virtuales totalmente desarrollados, de este tipo existen 5 dentro de los más populares: **Siri** que fue desarrollado por la empresa Apple, Google Now de la empresa Google, **Cortana** de la empresa Microsoft, y **Alexa** desarrollado por la empresa Amazon, y Bixby de Samsung y que vienen disponibles en dispositivos electrónicos tales como: computadoras, tabletas, teléfonos celulares inteligentes o sólo en bocinas inteligentes como es el caso de Alexa.

Sin embargo, había que indagar sobre las posibilidades de ser personalizado para adaptarlo a las necesidades de la población de estudio, aunque en este terreno el favorito es el asistente Siri de Apple que le ha apostado al tema de la inclusión desde su nacimiento, tiene más de 10 años y cada año le van incorporado mejoras hasta lograr que en la

actualidad tenga una interacción cada vez más fluida entre el usuario y el equipo; dentro de las funciones de mayor uso se encuentran; la navegación con GPS, llamadas telefónicas o envío de mensajes SMS por comandos de voz, búsqueda de información en la red Internet, abrir o ejecutar aplicaciones, programar alarmas o recordatorios, incluso poder leer el correo electrónico y mensajes de las redes sociales como Facebook y WhatsApp.

Si bien, éste último tipo de asistentes están muy avanzados tecnológicamente para ejecutar distintas funciones que tienen que ver con el control del equipo o dispositivos móviles donde se encuentran instalados, y que dichas características podrían facilitar la implementación de los requerimientos del prototipo del AVI-STI que se plantea, sin embargo, tienen una gran desventaja que es, la escasa o nula posibilidad de personalizarse con comandos necesarios para nuestra propuesta de sistema tutor inteligente (STI).

En dicha evaluación, respecto al primer tipo, **desarrollo desde cero** se planteó la posibilidad de desarrollarlo utilizando el lenguaje Neuroscript, por ser el área de mayor experiencia del investigador respecto al desarrollo de asistentes virtuales inteligentes en el entorno NativeMinds, que pertenece a la empresa multinacional Verity-Autonomy, líder mundial en tecnología de procesamiento y comprensión de datos no estructurados denominada *computación basada en el significado*, a través de una de una de las ramas de la inteligencia artificial como el *reconocimiento de patrones*, que es una subárea del *aprendizaje automático o aprendizaje de máquinas*.

El cual trabaja con el lenguaje de programación *NeuroScript*, que permite analizar semánticamente cadenas de texto, y asignar o construir la respuesta idónea al resultado de dicho análisis. Sin embargo, de acuerdo a lo expuesto por los expertos en IA dentro de las grandes ventajas y desventajas de este entorno se encuentran varias cuestiones como a continuación se especifican, donde podrá apreciarse que, aunque cuantitativamente las ventajas eran mayores que las desventajas, cualitativamente resultaban de mayor importancia las desventajas para la toma de decisiones sobre cual plataforma elegir.

Cinco ventajas: Cuenta con excelente *performance* ya que su desempeño puede cubrir ampliamente las necesidades detectadas de interacción, número de peticiones y respuestas al usuario; otra ventaja es la *curva de aprendizaje* ya que el investigador contaba con 3 años de experiencia en el uso y desarrollo de asistentes virtuales en dicha plataforma, por lo tanto, no había que empezar de cero; la *escalabilidad* también es un punto a favor, ya que una vez terminada la versión del prototipo existe la posibilidad de insertar mejoras constantes al sistema para robustecerlo a futuro.

El *rendimiento* es otra clara ventaja ya que permite programar tantos comandos como sea necesario con distintas variantes léxicas conforme la demanda lo requiera, y eso contribuye a hacer un mejor reconocimiento de los comandos de voz, eficientando la comunicación entre el usuario y el ordenador; respecto a la *portabilidad* al ser un servicio alojado en un servidor en internet y su programación en páginas web podía conseguirse que fuera compatible con cualquier dispositivo sin embargo, esta ventaja al mismo tiempo representaba una desventaja que era el costo para mantenerlo funcionando.

Tres desventajas: no tiene *respaldo* ya que es un sistema que trabaja solo en la versión 2003 del sistema operativo Microsoft Windows, el cual ya está descontinuado y ya no cuenta con soporte ni actualizaciones por parte de la empresa Microsoft, por lo tanto, se corre el riesgo de que el producto desarrollado quede obsoleto en cualquier momento. Otra desventaja que tiene, es el poco *soporte* funcional para tomar el control de la computadora, y desarrollarlo implicaba mayor tiempo del que se disponía para desarrollar el prototipo.

Por último, siendo la desventaja más relevante es su *tipo de licencia*, ya que es de índole comercial y su costo es muy elevado, equivalente a 370 mil pesos aproximadamente, aunque era licencia permanente implicaba entre otras cosas tener un servidor de archivos y aplicaciones que aumentaba los costos de desarrollo e implementación, y que resultaba incosteable para este proyecto de investigación.

Por estas razones, no se consideró viable un desarrollo desde cero, aunado al poco presupuesto y tiempo con el que se contaba para desarrollar el sistema prototipo propuesto,

así como probarlo y experimentar con una intervención educativa. La otra opción descartada fue la de usar los asistentes virtuales totalmente desarrollados, antes mencionados (Siri, Google Now, Cortana, Alexa, Bixby), aunque ya existen algunas Apps para mejorar la funcionalidad de algunos asistentes como por ejemplo el de Google Now, las posibilidades de ser personalizados para adaptarlo a las necesidades de la población de estudio presentan dificultades no solo por la integración de otras tecnologías sino por la limitación de comandos y su nula apertura para programarlos acorde a necesidades particulares. Las ventajas y desventajas pueden verse en la siguiente tabla:

Si bien los sistemas de rendimiento y entrenamiento de los asistentes virtuales antes mencionados son cada vez más eficientes en la interacción con voz entre el usuario y el dispositivo que aloja el asistente virtual, es importante resaltar que, estos asistentes son mucho más eficientes en idioma inglés; aunque poco a poco el idioma español va ganando terreno, característica que se pueden apreciar si se comparan las versiones de estos asistentes de años pasados con las nuevas versiones, actualmente están mucho más desarrollados y entienden mejor los comandos, ya que, las adecuaciones de idioma llevan su tiempo, tiene otras implicaciones como aprender sobre la cultura y los modismos o expresiones populares de la región.

Por último, este tipo de sistemas tienen una gran ventaja que al mismo tiempo representan una desventaja para las necesidades planeadas en este proyecto de investigación, son sistemas centrados en el control del equipo, y no es suficiente para configurarlo o programarlo como sistema tutor inteligente que es la finalidad de este trabajo de investigación, para lograr que el alumno pueda usarlos como herramienta de aprendizaje personalizado.

Después de evaluar las tecnologías disponibles para desarrollar desde cero un asistente virtual, analizar sus ventajas y desventajas, y considerar otras tecnologías cien por ciento programables para el desarrollo del asistente y considerando los tiempos que esto implicaba y el tiempo disponible para llevar a cabo el proyecto, y tomando en cuenta las opiniones de los integrantes del comité tutorial en las sesiones de presentación de avances de la

investigación se acordó darle mayor peso al aspecto educativo que al tecnológico por la naturaleza del programa de estudios del posgrado.

Dichas circunstancias dieron pauta para declinarse por una plataforma semidesarrollada como el sistema de reconocimiento de voz de Windows que utilizan varias técnicas de inteligencia artificial, como procesamiento de lenguaje natural, reconocimiento de voz, y ejecución de algunas tareas básicas de control del equipo de cómputo, y aunque su gran desventaja es que no tiene programada la función de aprendizaje automático (aprendizaje por sí mismo o aprendizaje por refuerzo) se puede programar hasta cierto punto y configurar acorde a las necesidades del colectivo de estudio.

Ventajas importantes de los sistemas elegidos. Al ser distribuidos en el sistema operativo y ser del dominio público, no representaron un costo económico para desarrollarlo, permiten integrar otras tecnologías para alcanzar los objetivos de investigación planteados, cumple con la mayoría de los requisitos sugeridos por los usuarios, los expertos, el director de tesis y el comité tutorial. La mayor dificultad se encontró en terminar de programar las funciones necesarias establecidas en los requerimientos de los usuarios que implicaban el control de la computadora. Por otro lado, la conexión y comunicación con la página web que alojaba los contenidos del curso, y programar todos los comandos para establecer un foco de conversación robusto que permitiera tener el control del curso por parte del sistema tutor inteligente acorde a las necesidades detectadas para el curso de ciencias naturales.

Se utilizó Windows SpeechRecognition Macros para ampliar las posibilidades de las capacidades que ofrece el reconocimiento de voz de Windows, las macros se programan en XML o en VBS lo que permitirá desarrollar las distintas habilidades que tendrá el asistente.

Ejemplo de una macro

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-16"?>
<speechMacros>
<!-- ----- APLICACIONES ----- -->
<!-- ----- WORD ----- -->
<command>
<listenFor>[Tiflo] abre el word</listenFor>
<listenFor>[Tiflo] abrir el word</listenFor>
<run command="WINWORD.exe" params="" />
<waitFor seconds="0.2" />
<speak>abriendo el editor de texto señor </speak>
</command>
<!-- ----- EXCEL ----- -->
<command>
<listenFor>[Tiflo] abre el excel</listenFor>
<listenFor>[Tiflo] abrir el excel</listenFor>
<run command="EXCEL.exe" params="" />
<waitFor seconds="0.1" />
<speak>abriendo excel señor </speak>
</command>
<!-- ----- POWER POINT ----- -->
<command>
<listenFor>[Tiflo] abre el power point</listenFor>
<listenFor>[Tiflo] abrir el power point</listenFor>
<run command="POWERNPPT.exe" params="" />
<waitFor seconds="0.2" />
<speak>abriendo el editor de presentaciones </speak>
</command>
<!-- ----- EJEMPLO DE PRUEBA PARA CUALQUIER APLICACION QUE DÉSEES LEVANTAR ----- -->
<command>
<listenFor>[Tiflo] abre prueba/listenFor>
<run command="D:\Program Files (x86)\TechSmith\Camtasia Studio 8\CamRecorder.exe" params="" />
<waitFor seconds="0.2" />
<speak>abriendo prueba señor </speak>
</command>
<!-- ----- OTROS ----- -->
<command>
<listenFor>[Tiflo] abre el bloc de notas</listenFor>
<listenFor>[Tiflo] abrir el bloc de notas</listenFor>
<emulateRecognition>abrir bloc de notas</emulateRecognition>
</command>
<command>
<listenFor>[Tiflo] abre el reproductor</listenFor>
<listenFor>[Tiflo] abrir el reproductor</listenFor>
<emulateRecognition>abrir windows media</emulateRecognition>
</command>
<command>
<listenFor>[Tiflo] cerrar aplicacion</listenFor>
<listenFor>[Tiflo] cerrar aplicación</listenFor>
<emulateRecognition>cerrar eso</emulateRecognition>
</command>
<rule name="Tiflo">
<list>
<p>Tiflo</p>
<p>Yanvis</p>
<p>List</p>
<p></p>
</list>
</rule>
</rule>
</command>

```

También se utilizó un sintetizador de voz de la empresa Loquendo, que desarrolla productos que se pueden encontrar en los GPS que vienen incorporados en vehículos o teléfonos móviles para indicar con voz por donde se va circulando, o en dispositivos controlados por voz para discapacitados visuales; en la actualidad están presentes en la mayoría de los teléfonos inteligentes, libros electrónicos, cajeros automáticos con voz, videojuegos de computadora, aparatos domésticos controlados por voz como lavadoras, televisiones inteligentes, relojes, entre otros productos.

Otra herramienta considerada en este proyecto fue NIRCMD que nos permite automatizar tareas sin la intervención del usuario. Por último, se agregó un avatar y skin para simular los movimientos faciales del asistente virtual. Para efectos de configurar el ambiente personal de aprendizaje (PLS) para la población objetivo, se integró la tecnología Web, el sistema operativo Windows, el paquete de oficina Office como un todo disponible y controlado por el AVI-STI Tiflo.

7.1.3. Momento 3 de la primera etapa

Como se muestra en la siguiente tabla, para el momento 3 en el ámbito *técnico/desarrollo* se llevó a cabo la recolección de los requisitos con los usuarios y docentes para el desarrollo del prototipo de IA que consistió en hacer una relación de comandos que debería reconocer y ejecutar el AVI-STI, asimismo en el ámbito *pedagógico* se elaboró el diseño

instruccional o tecno-pedagógico del curso estableciendo las actividades, los recursos tecnológicos, estrategias pedagógicas, y método de evaluación del sitio web de aprendizaje (*ver anexo del diseño instruccional*); y para la parte ***instrumental/metodológica*** se definió una plantilla para el registro de los requerimientos del sistema, y otra para el diseño del sitio o página web del curso.

3	Recolección de requisitos para desarrollo Prototipo de IA.	Diseño tecnopedagógico del sitio web que aloja el curso de ciencias naturales en Internet.	Plantilla para definir y registrar requerimientos del sistema
---	--	--	---

Tabla 13. Primera etapa-Momento 3

Fuente: Elaboración propia

La siguiente plantilla se usó para definir y registrar los requerimientos del sistema, así como la definición de características de la interfaz de comunicación entre el usuario y la computadora en función del tipo de discapacidad que tenga el alumno, y se definen las características del curso en cuanto a su abordaje pedagógico diseñado como un ambiente personal de aprendizaje.

TIPO DE USUARIO:	USUARIO DÉBIL VISUAL	USUARIO INVIDENTE
TIPO DE INTERFAZ:	Interfaz gráfica del usuario (GUI)	Interfaz de voz
CARACTERÍSTICAS DE LA INTERFAZ:	<p><i>Características de la GUI</i></p> <p>1.- Plantilla con tema infantil.</p> <p>2.- Uso de dibujos y gráficos alusivos al tema de estudio.</p> <p>3.- Color preponderantemente en tonos verde.</p> <p>4.- Tipo de letra de fácil lectura, uso de mayúsculas en color que contrastaran con el fondo, y</p> <p>5.- Elementos multimedia que contribuyeran a la accesibilidad de niños con habilidad visual interactuando con dichos elementos a través del uso del mouse.</p>	<p><i>Características de la interfaz de voz:</i></p> <p>1.- Establecer comandos cortos.</p> <p>2.- Posibilidad de establecer una conversación sencilla.</p> <p>3.- Posibilidad de controlar el equipo por comandos de voz para la siguientes funciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Ejecutar aplicaciones como Word, Excel, PowerPoint, etc. b) Abrir el navegador de Internet y buscar información. c) Escritura de documentos por dictado. d) Lectura de archivos de texto. e) Abrir, leer y enviar correo electrónico. f) Imprimir documentos g) Apagar el equipo <p>4.- Tener el control del curso de ciencias naturales:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Abrir y cerrar el curso. b) Describir el contenido del curso. c) Abrir, cerrar y repetir lecciones del curso. d) Explicar las lecciones e) Abrir, repetir, describir y cerrar los recursos y/o actividades de aprendizaje adicionales. <p>5.- Que el asistente informe al usuario lo que está haciendo para saber si ejecutó el comando solicitado.</p>
CARACTERÍSTICAS DEL CURSO:	<p>Diseñarse como un Entorno Personal de Aprendizaje (Personal Learning Environment, PLE por sus siglas en inglés) que contenga las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Abordar el contenido del curso de ciencias naturales partiendo de lo general a lo particular. b) Tamaño de las lecciones: lecciones generales cortas, lecciones particulares concretas. c) Tiempo de las lecciones: lecciones generales deben contener explicaciones menores a 10 minutos, las lecciones particulares menores a 5 minutos, lecciones por concepto máximo un minuto. d) Usar un lenguaje sencillo en las explicaciones. e) Integrar a las actividades de aprendizaje: cuentos, juegos didácticos y un glosario de términos para reforzar el aprendizaje. 	

Tabla 14. Plantilla para definir y registrar los requerimientos del sistema y características del curso
Fuente: elaboración propia

7.1.4. Momento 4 de la primera etapa

Como se muestra en la siguiente tabla, para el momento 4 en el ámbito **técnico/desarrollo** se hizo el diseño rápido de las funciones y componentes del prototipo; en el ámbito **pedagógico** se diseñó el sitio web que alojaría el curso de ciencias naturales en la red Internet en base al diseño instruccional o tecno-pedagógico establecido para el curso en

cuestión; y para la parte **instrumental/metodológica** se definió el modelo de solución del problema.

4	Diseño rápido de las funciones componentes del prototipo.	Investigación de las posibilidades pedagógicas de la plataforma de desarrollo	Modelo de solución del problema.
---	---	---	----------------------------------

Tabla 15. Primera etapa –Momento 4

Fuente: Elaboración propia

La página de Internet del curso se hospedó en los servidores web de la empresa Wix. Un servidor web es una computadora o equipo informático conectado a la red Internet, que en este caso, aloja el curso, provee la información, lecciones y recursos educativos que tiene el curso de ciencias naturales a los usuarios/alumnos con discapacidad visual, quienes solicitan mediante comandos de voz al asistente virtual y tutor inteligente Tiflo, el cual se conecta al servidor de Wix.com para leer la información del curso y brindarla al usuario. El AVI-STI Tiflo utiliza cualquiera de los siguientes navegadores de Internet para navegar por las páginas que conforman el curso y mostrarla o explicarla al alumno:



Figura 9. Navegadores web más comunes

Fuente: Internet

La información del curso que puede brindarle al usuario/alumno son de cuatro tipos: hipertextos, imágenes, videos y archivos de audio también denominados podcast, tal como se explica en el siguiente esquema:



Figura 10. Esquema general de funcionamiento del prototipo del AVI-STI Tiflo

Fuente: elaboración propia

La página web del curso que se elaboró tiene el siguiente diseño y estructura, aunque se utilizaron los cuatro tipos de recursos interactivos mencionados anteriormente (hipertextual, gráfico, multimedia y auditivos), se pone mayor énfasis en el uso del audio en formato de podcasting por ser el medio más idóneo para trabajar con niños con discapacidad visual. Dicha página contiene 5 apartados principales: la información para maestros, la bienvenida, la presentación, las lecciones y las actividades como se indica a continuación.



Figura 11. Pantalla de bienvenida al sitio web.

Fuente: Elaboración propia

La información para maestros se almacena en un archivo en formato de audio con duración de un minuto con 12 segundos, su finalidad como su nombre lo indica, es informativa para

los docentes, para que conozcan cuál es el objetivo del curso, los datos técnicos y metodológicos que se emplearon en su construcción. Aquí, se explica la finalidad del curso, a qué tipo de alumno va dirigido (*con ceguera y/o debilidad visual*), las tecnologías y metodología empleadas en su desarrollo para facilitar el aprendizaje de este tipo de usuarios.

El formato del diseño visual para la interfaz gráfica de usuario, se hizo de acuerdo a las sugerencias de los expertos en tecnología educativa, ésta tenía que cumplir al menos 5 características sobre todo para los usuarios con debilidad visual:

- 1.- *Plantilla con tema infantil,*
- 2.- *Uso de dibujos y gráficos alusivos al tema de estudio,*
- 3.- *Color preponderantemente en tonos verde,*
- 4.- *Tipo de letra de fácil lectura, uso de mayúsculas en color que contrastaran con el fondo, y*
- 5.- *Elementos multimedia que contribuyeran a la accesibilidad de niños con debilidad visual interactuando con dichos elementos a través del uso del mouse.*

El usuario puede detener o repetir el contenido del podcast de las lecciones sólo pasando el mouse sobre el apartado que lo contiene, puede seleccionar en todo momento cualquier sección de la audio clase, y repetirla tantas veces sea necesario solo utilizando el mouse para apuntar donde quiere iniciar para volver a escuchar. El alumno con debilidad visual también puede solicitarle al asistente por comando de voz que cierre o repita la audio clase.

Para los alumnos invidentes la interacción entre el usuario, la computadora y el curso de ciencias naturales se hace a través de la interfaz de voz, utilizando los comandos que conforman el foco de conversación con el AVI-STI Tiflo dotado de habilidades para abrir y cerrar el curso; solicitar la descripción del contenido del curso; abrir, cerrar y repetir lecciones o cualquier otro recurso de aprendizaje que contenga. Es decir, el AVI-STI Tiflo tiene habilidades para conversar, para controlar el equipo y para enseñar, y funge como intermediario entre el usuario y la computadora, y, entre el usuario y el curso de ciencias

naturales, donde para cada petición del alumno hay una respuesta, manteniendo de esta manera la interacción continua como se explica en el siguiente modelo de solución del problema.

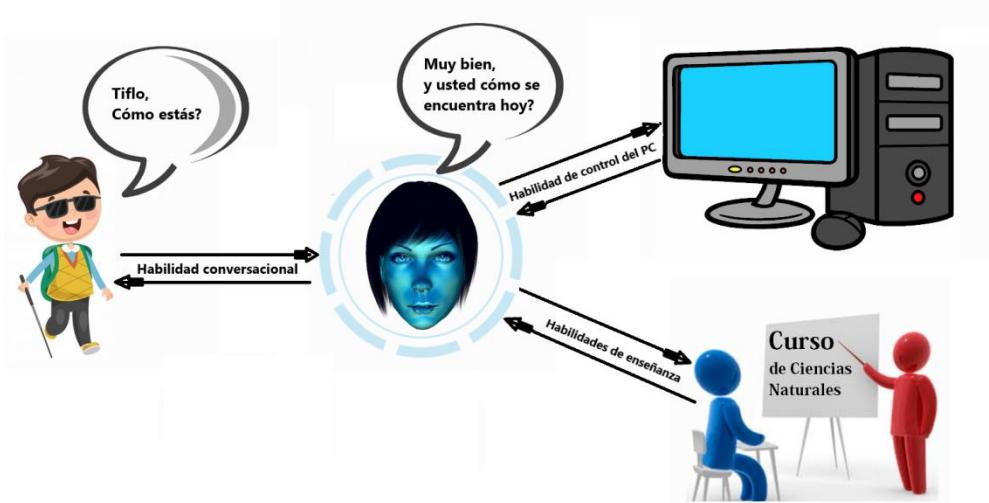


Figura 12. Esquema de funciones y componentes del prototipo AVI-STI 1^a. Versión

Fuente: elaboración propia

Para que el alumno pueda hacer uso de esta herramienta tecnológica, primero debe de activarlo por comandos de voz, siempre llamándolo por su nombre diciendo “**Tiflo**”, con este comando se activa el asistente, y éste le contesta al usuario diciendo “**aquí estoy <nombre de usuario>**”, de esta manera el usuario sabe que el asistente está en modo de escucha, después puede solicitarle que realice cualquiera de las acciones para la que fue programada, o que entre al curso de ciencias naturales, que cierre lo que abrió, termine la lección dándole el comando “**cerrar eso**”, cuando el asistente ejecuta la acción le avisa al usuario que ha cerrado dicha opción o lección mandando el mensaje “**cerrado**”. El siguiente ejemplo es una clásica conversación entre el alumno y el asistente virtual:

Usuario: Tiflo

Asistente: Aquí estoy <nombre de usuario>

Usuario: Abre mi curso de ciencias naturales

Asistente: Entrando a su salón de clases virtuales de la materia de ciencias naturales.

Espere mientras se cargan los contenidos y escuche con atención.

Usuario: Cerrar eso

Asistente: Cerrado



Figura 13. Pantalla de bienvenida al curso del alumno.

Fuente: elaboración propia

La **BIENVENIDA** hace una explicación general sobre el objetivo del tema, que es que el alumno conozca la diversidad de seres vivos que hay en la tierra y como clasificarlos de forma correcta en los grandes grupos llamados reinos, para ello, se describe a los 5 reinos: Reino animal (animales), reino vegetal (plantas), reino hongos o fungi (setas, mohos y levaduras), reino protocista (protozoos y las algas), reino monera (bacterias); se inicia por la identificación de algunas características sencillas, y al final el alumno deberá ser capaz de clasificarlos en el grupo que le corresponde. Con el uso del asistente se da la libertad al estudiante de repetir las lecciones tantas veces sea necesario para que entienda los temas, los conceptos básicos como especie, taxonomía, los distintos taxones, virus, bacterias, autótrofo, heterótrofo, coco, bacilo, protozoo, alga, levadura, hifa, micelio, mohos, setas.



Figura 14. Pantalla de presentación del curso.

Fuente: Elaboración propia

La opción **PRESENTACIÓN** habla acerca del contenido y estructura del curso. En el podcast se explica a qué materia y grado escolar corresponde el contenido del curso, tiene una estructura que está dividida en dos partes, la primera da una introducción al tema, hace una explicación general sobre la clasificación de los seres vivos en 5 reinos, y la segunda parte se enfoca al reino animal.

Figura 15. Pantalla de lecciones del curso.

Fuente: Elaboración propia

La opción de LECCIONES contiene 5 lecciones: (1) Introducción a los seres vivos, (2) Seres vivos e inertes, (3) Seres naturales, artificiales y fósiles, (4) Adaptación al medio ambiente, (5) Clasificación de los seres vivos. El podcast comienza informando al usuario de manera general los temas que abordan las lecciones; el alumno con debilidad visual puede elegir cada lección utilizando el mouse y dando click al tema de interés; los usuarios invidentes pueden solicitar asistencia al AVI-STI Tiflo pidiéndole la lección que les interesa.

Para saber qué lecciones tiene el curso, basta con preguntarle al AVI-STI Tiflo utilizando los siguientes comandos de voz: “**qué opciones tiene el curso?, o cuántas lecciones tiene el curso?, o cuáles son las lecciones del curso?**”, una vez que el alumno ya sabe cuáles son las lecciones que tiene el curso, puede solicitarle al AVI-STI Tiflo la lección que le interesa utilizando el número de la lección (de 1 a 5) o por nombre de la lección, por ejemplo para escuchar la primera lección puede usar las siguientes variantes del comando: “**Abre la lección uno, o abre la primera lección, o lección uno, o primera lección, o introducción a los seres vivos**”, y así sucesivamente con las demás.



Figura 16. Pantalla General de Actividades de Aprendizaje

Fuente: Elaboración propia

Se agregaron 4 recursos como actividades de aprendizaje: 15 *Audio cuentos* relacionados con el reino animal: 3 sobre animales mamíferos, 3 sobre las aves, 3 acerca de los peces, 3

referente a los reptiles, y 3 respecto a los anfibios. En la primera versión del curso no contenía *canciones de animales*, ni *juegos con animales* aunque este último si se tenía contemplado desde la primera versión no se había desarrollado todavía, también se contempló *un glosario de términos* para la primera versión pero no estaba habilitado.



Figura 17. Pantalla de Actividades (audiocuentos).

Fuente: Elaboración propia



Figura 18. Actividades de Aprendizaje (canciones de los animales)

Fuente: Elaboración propia



Figura 19. Actividades de Aprendizaje (juegos)

Fuente: Elaboración propia

A

Alga.- Grupo polifilético de organismos con cloroplastos, tienen forma de lámina o de filamento, no tienen tejidos vasculares. Son un grupo muy diverso. algunas son microscópicas, es decir, son tan pequeñas que se conforman por una sola célula que no se pueden ver a

Figura 20. Actividades de Aprendizaje (glosario de términos)

Fuente: Elaboración propia

El curso está diseñado con un enfoque deductivo, aborda los conocimientos de lo general a lo particular, comienza explicando las generalidades de los seres vivos e inertes, describe la clasificación de los seres vivos en cinco reinos: reino animal (animales), reino vegetal (plantas), reino fungi u hongos (setas, mohos y levaduras), reino prototistas (protozoos y

algas) y el reino mónera (bacterias), luego se aborda solamente el reino de los animales con el fin de encaminarnos únicamente al estudio de los animales vertebrados, para luego enfocarnos en el aprendizaje de los siguientes conceptos científicos: *vertebrados*, *invertebrados*, *ovíparos*, *vivíparos*, *carnívoros*, *herbívoros*, *omnívoros*, y *dentro de los animales vertebrados los conceptos de: mamíferos, aves, reptiles y anfibios*, tal como se explica en la gráfica 7.

De esta manera, se construyen los referentes cognitivos que darán soporte a la construcción conceptual específica, guiada por la base orientadora de la acción que propone la teoría de la actividad en la enseñanza. En la siguiente gráfica queda de manifiesto que el background que genera la metodología deductiva en la enseñanza, finca las bases de la pirámide de la construcción del conocimiento. Por otro lado, al integrar la teoría del juego en la enseñanza se da paso no solo al refuerzo sino a la motivación por el aprendizaje, hay estudios que demuestran el papel que juegan las emociones en el aprendizaje,

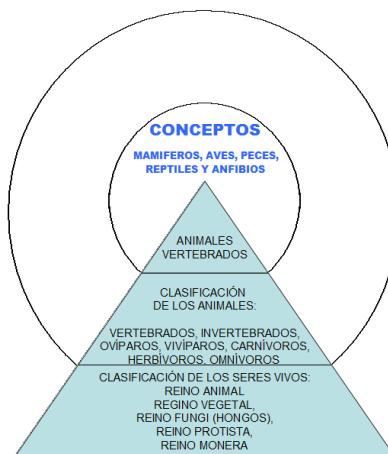


Figura 21. Construcción del conocimiento desde el enfoque te la teoría de la actividad en la enseñanza más la teoría del juego didáctico.

Fuente: elaboración propia

En este sentido, el proceso de construcción conceptual que va de lo general intentando explicar al alumno las bases que sostienen la clasificación científica de los seres vivos, enfocándose en el estudio particular del *reino animal*, dentro del *filo* de los *chordata* (cordados), vertebrados, y sus grupos taxonómicos o clases: mamíferos (mamalia), peces,

aves, reptiles y anfibios. Aunque en la revisión para la etapa de correcciones se determinó en base a la opinión de los expertos que el contenido era muy extenso, que los conceptos estaban muy elevados para el nivel de desarrollo de los niños, que debería hacerse niveles de complejidad.

7.1.5. Momento 5 de la primera etapa

Como se muestra en la siguiente tabla, para el momento 5 en el ámbito **técnico/desarrollo** se llevó a cabo la construcción del prototipo de IA que consistió en la programación y personalización del sistema en función de los comandos necesarios para interactuar con el asistente, el curso y el equipo; en el ámbito **pedagógico** se hizo la producción los materiales educativos para el curso de ciencias naturales tales como el guión para la grabación de los podcast, búsqueda de recursos educativos acerca del área en Youtube, recursos multimedia como gráficos, sonidos de animales en formato MP3, edición de imágenes representativas de cada uno de los temas, la creación de las tarjetas orientadoras para la enseñanza de los conceptos, y actividades adicionales para apoyar el aprendizaje; y para la parte **instrumental/metodológica** se definieron los tópicos conversacionales para crear los comandos de voz para comunicarse e interactuar con el AVI-STI Tiflo.

5	Construcción Prototipo de IA.	1. Producción de materiales educativos para el curso de ciencias naturales sobre los seres vivos y su clasificación en 5 reinos para Internet. 2. Desarrollo del sitio web para alojar el curso en base al diseño tecnopedagógico propuesto.	<i>Lista de tópicos conversacionales para crear los comandos de voz para comunicarse con el Asistente Virtual Inteligente (AVI).</i>
---	-------------------------------	---	--

Tabla 16. Primera etapa-Momento 5

Fuente: Elaboración propia

Los comandos se agruparon en 5 bloques: comandos para ejecutar programas, tales como los utilizados para abrir aplicaciones: Word, Excel, Powerpoint, Bloc de notas, Calculadora, Panel de control, y el reproductor Windows Media Player. Comandos para carpetas o periféricos de almacenamiento secundario como abrir el disco local "C", la unidad USB, y el lector de CD. Comandos para abrir páginas web relacionadas con las lecciones y

actividades de aprendizaje del curso, buscar información en internet en Google, Yahoo, Youtube, o Wikipedia, poner música, entrar a Facebook, y al correo electrónico.

Comandos de socialización relacionados con la información personal del asistente: cómo se llama, qué significa su nombre, dónde vive, quién la programó, personalización del asistente, qué sabe hacer, cuanto tiempo trabaja, de dónde es, cómo está, si sabe reír, si le gusta el cine, cuál es su película favorita; asimismo, se le programó para atender las solicitudes de ayuda ya sea con el curso, con los videojuegos, dudas sobre el curso y el uso del glosario de términos, incluso sobre piropos o propuestas para salir o ser novia del usuario.

Por último, los comandos internos, tales como configurar, activar, desactivar una alarma, limpiar la papelera, minimizar, maximizar, cambiar o cerrar una ventana o pestaña, abrir notificaciones de Facebook, ver los últimos correos, abrir la carpeta de mis documentos, activar o desactivar teclado por voz, abrir carpeta de mis imágenes, pedir la hora, la fecha, el clima, la temperatura, copiar, cortar, pegar, guardar, mostrar escritorio, cerrar sesión, reiniciar o apagar el sistema, apagar monitor, leer un texto, imprimir la página, mostrar descargas, control de reproductor WinAmp, cerrar el asistente.

7.1.6. Momento 6 de la primera etapa

Como se muestra en la siguiente tabla, para el momento 6 en el ámbito *técnico/desarrollo* se llevó a cabo la evaluación del funcionamiento del prototipo de IA por parte del usuario final; en el ámbito *pedagógico* se hizo la selección de los niños que podían participar en la evaluación del aprendizaje del curso de ciencias naturales alojado en un sitio web y el desempeño del prototipo en relación al soporte y tutoría que proporcionaba al estudiante con discapacidad visual; y para la parte *instrumental/metodológica* se determinaron los criterios de inclusión y exclusión de los sujetos ideales para participar en el estudio mediante el pilotaje del prototipo de AVI con un grupo pequeño de niños con debilidad visual utilizando los comandos de voz para interactuar con el AVI-STI Tiflo.

6	Evaluación del Prototipo de IA por el usuario final.	Selección de los niños que podían participar en la evaluación del aprendizaje y desempeño del prototipo aprendiendo el curso de ciencias naturales.	1. Criterios de inclusión y exclusión de los sujetos de estudio. 2. Pilotaje del prototipo del AVI con un grupo de 3 niños con debilidad visual utilizando comandos de voz.
---	--	---	--

Tabla 17. Primera etapa – Momento 6

Fuente: Elaboración propia

Los resultados que aparecen en primer lugar corresponden a la primera *etapa del diseño de la prueba de concepto del producto de software y el pilotaje del mismo*, aplicada a un grupo de 3 niños con debilidad visual; dichos datos fueron recabados mediante un diario de observación sistémica y un formulario electrónico donde cada niño evaluó el desempeño del asistente virtual, en el registro sistémica, así como, en el sitio web donde se aloja el *curso de ciencias naturales* que aborda el tema *clasificación de los seres vivos*.

Cabe aclarar que en el desarrollo de software una prueba de concepto consiste en examinar con diligencia y cuidado la funcionalidad de un prototipo, para efectos de observar y constatar su calidad, detectar si tiene algún defecto o error antes de ser liberado para su entrega al usuario final, sin perder de vista, que se trata de la implementación de un producto inacabado, realizada con la intención de verificar que la idea del producto que se concibe es viable y cumple con los aspectos funcionales para ser aprovechada de forma útil por los usuarios a los que va dirigido.

7.1.7. Análisis de resultados de la prueba de concepto (Etapa 1, prueba piloto)

Recordando que esta investigación se llevó a cabo en dos grandes etapas, en este apartado se presentan los primeros resultados que se utilizaron como prueba piloto de la primera versión del Asistente Virtual Inteligente en modalidad de Sistema Tutor Inteligente y la primera versión del curso alojado en Internet. La información obtenida tanto de los alumnos que participaron en este primer grupo como de las observaciones realizadas por los expertos, se utilizarán para hacer las adecuaciones y correcciones finales tanto al AVI-STI Tiflo como a los recursos educativos, antes de hacer la intervención educativa definitiva.

Los resultados de la evaluación del funcionamiento del AVI-STI Tiflo combinado con el uso del sitio web diseñado para el aprendizaje del curso de ciencias naturales, correspondiente al currículo de quinto grado de primaria, particularmente aplicado a niños ciegos y deficientes visuales. El contenido temático versa sobre los seres vivos y su clasificación de los 5 reinos: el reino animal (animales), el reino vegetal (plantas), el reino hongos (setas, mohos y levaduras), el reino protocista (protozoos y algas) y el reino móneras (bacterias).

Es importante aclarar, que esta prueba piloto se llevó a cabo con un grupo de 3 niños de nivel primaria, su discapacidad sólo consistía en deficiencia visual; sus características generales son: dos de sexo masculino, una de sexo femenino, todos con 11 años de edad, cursaban 4 grado de primaria, con asistencia regular a la escuela, contaban con acceso a tecnología como Internet, uso de computadora en la escuela y celular de su mamá, hijos de madres solteras, oriundos de la Ciudad de Puebla.

Para validar el funcionamiento del sistema y del curso, el instrumento que se utilizó fue un cuestionario diligenciado con preguntas de estimación que medían el nivel de ayuda en el aprendizaje, comprensión de las instrucciones del sistema, ayuda de Internet en el aprendizaje, orden y secuencia de los temas, respuesta a dudas, eficiencia de las actividades de aprendizaje, y el diseño de la interfaz derivadas de las recomendaciones del experto en tecnología educativa y discapacidad visual.

Pregunta número 1. Consideras que el asistente virtual utilizado en este curso ayudó a tu aprendizaje?

3 responses

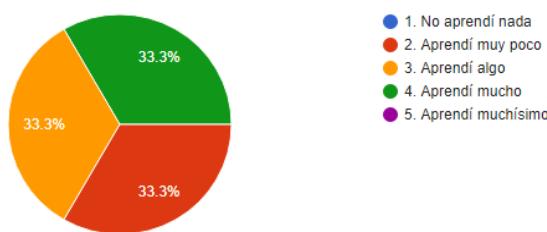


Figura 22. Figura Ayuda del AVI en el curso

Fuente: Elaboración propia.

En la variable de *tecnología empleada*, ítem número 1, *¿Consideras que el asistente virtual utilizado en este curso ayudó a tu aprendizaje?* Un alumno contestó que aprendió mucho al utilizar el asistente virtual como tutor correspondiente a un 33.3%, otro niño contestó que aprendió algo, representado con otro 33.3% de la población, y otro niño contestó que aprendió muy poco representado con el 33.3% restante.

Esto significa que dos terceras partes de la población encuestada aprueba en un 40% de aceptación, el uso del asistente virtual inteligente Tiflo, como tutor de un curso mediado por tecnología, y dirigido a personas con discapacidad visual, que no necesitan saber computación para aprender por este medio no solo contenidos y conceptos de ciencias naturales, sino que está en posibilidad de utilizarse para otras áreas curriculares.

Pregunta número 2. Consideras que Internet sirvió para que aprendieras conceptos de ciencias naturales?

3 responses

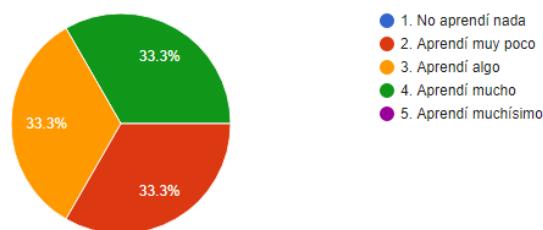


Figura 23. Ayuda de Internet para aprender conceptos

Fuente: Elaboración propia.

En la variable de *tecnología empleada*, ítem número 2, *¿Consideras que Internet sirvió para que aprendieras conceptos de ciencias naturales?* Un alumno contestó que aprendió mucho al utilizar el Internet como una plataforma de aprendizaje correspondiente a un 33.3%, otro niño contestó que aprendió algo, representado con otro 33.3% de la población, y otro niño contestó que aprendió muy poco representado con el 33.3% restante.

Esto significa que dos terceras partes de la población encuestada aprueba en un 40% de aceptación, el uso de la red Internet como medio o plataforma de aprendizaje mediado por

tecnología, y dirigido a personas con discapacidad visual, que no necesitan saber computación para aprender por este medio, siempre y cuando exista un mediador tecnológico como el asistente virtual inteligente que facilite su interacción con la computadora y los contenidos alojados en un sitio web.

Pregunta número 3. Las instrucciones que te dio el asistente fueron claras para aprender?

3 responses

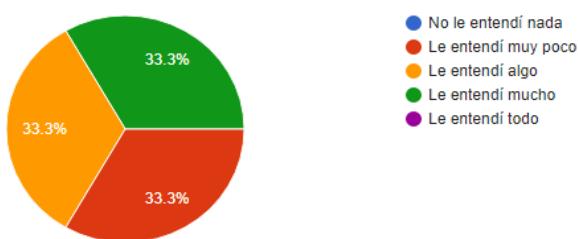


Figura 24. Instrucciones del AVI

Fuente: Elaboración propia

En la variable de *Instrucciones*, ítem número 3, *¿Las instrucciones que te dio el asistente fueron claras para aprender?* Un alumno contestó que, entendió muchas de las instrucciones que le daba el asistente virtual Tiflo para tener una mejor experiencia de aprendizaje mediada por tecnología, correspondiente a un 33.3% de la población encuestada, otro niño contestó que entendió algunas instrucciones que el asistente le brindaba, representado con otro 33.3% de la población, y el tercer niño contestó que entendió muy pocas instrucciones, representado con el 33.3% restante.

Esto significa que dos terceras partes de la población encuestada, aprueba con un 40% la claridad de las instrucciones que el asistente virtual Tiflo le dio durante la tutoría del curso para poder comprender los contenidos y alcanzar los objetivos de aprendizaje. También, explica la posible viabilidad que puede tener implementar un asistente virtual como tutor inteligente en entornos de aprendizaje con personas discapacitadas visuales, que sin saber computación puedan aprender acerca de otras ciencias del conocimiento.

Pregunta número 4. El orden y secuencia de los temas a aprender estaban organizados partiendo de lo más sencillo a lo más complicado?

3 responses

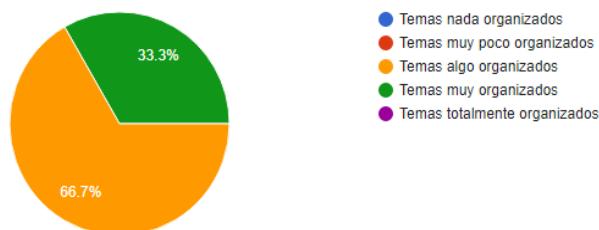


Figura 25. Orden y secuencia de temas del curso

Fuente: Elaboración propia

En la variable de *organización del curso*, ítem número 4, ¿*El orden y secuencia de los temas a aprender estaban organizados partiendo de lo más sencillo a lo más complicado?*? Un alumno contestó que, los contenidos estaban muy bien organizados partiendo de lo simple a lo complejo, y de lo general a lo particular para facilitar la comprensión de los temas y el aprendizaje de nuevos conceptos; y representa el 33.3% de la población encuestada, dos niños contestaron que los temas estaban algo organizados y éstos representan el 66.6% de la población de estudio.

Esto significa que el 100% de la población encuestada, aprueba con un 100% la organización del curso establecida en el espacio virtual de aprendizaje diseñado para el aprendizaje de las ciencias naturales basado en el diseño tecnopedagógico, y utilizando el podcasting casi en todo el contenido. También explica la importancia de abordar los temas de lo simple a lo complejo y de lo general a lo particular para contextualizar al estudiante en la temática y para familiarizarse con los conceptos previamente.

Como dice Diana G. Oblinger “*Los espacios son en sí mismos agentes de cambio. Transformar los espacios, transformará las prácticas*”.

Pregunta número 5. El asistente respondió tus dudas acerca del contenido del curso?

3 responses

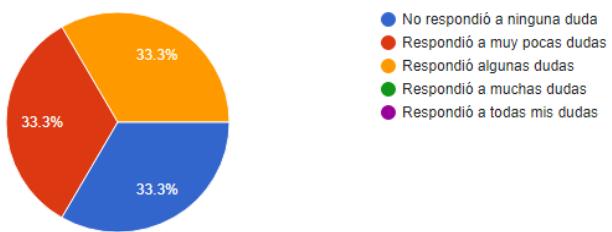


Figura 26. Respuesta a dudas por parte del AVI

Fuente: Elaboración propia

En la variable de *sistema de ayudas*, ítem número 5, ¿*El asistente respondió tus dudas acerca del contenido del curso?* Un alumno contestó que, el asistente virtual Tiflo respondió a algunas de las dudas que tenía sobre el curso, sobre todo las relacionadas con las opciones del curso acerca de las lecciones, actividades y el glosario de términos; este alumno representa el 33.3% de la población encuestada; otro niño contestó que el asistente contestó a muy pocas dudas que tenía sobre el curso, y que representa el 33.3% de la población; y por último, el último niño contestó que el asistente no respondió a ninguna de sus dudas y representa el 33.3% de población restante.

Esto significa que dos terceras partes de la población encuestada aprueba en un 40% de aceptación que el asistente configurado como tutor inteligente puede responder de manera satisfactoria algunas dudas sobre el curso en contextos de aprendizaje con estudiantes discapacitados visuales, mientras que una tercera parte de la población de estudio menciona que el asistente no respondió a ninguna duda sobre el curso, y puede comprometer la aplicación de los asistentes virtuales como tutores inteligentes empleados con niños ciegos.

Pregunta número 6. Las actividades me ayudaron a aprender conceptos

3 responses

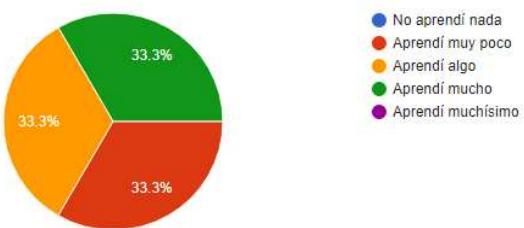


Figura 27. Actividades ayudan a aprender conceptos

Fuente: Elaboración propia

En la variable de *actividades*, ítem número 6, *¿Las actividades te ayudaron a aprender conceptos?* Un alumno contestó que, las actividades planteadas en el curso le ayudaron a aprender muchos conceptos sobre los seres vivos y su clasificación en reinos; este alumno representa el 33.3% de la población encuestada; otro niño contestó que aprendió algunos conceptos a través de las actividades del curso, y que representa el 33.3% de la población; y por último, el último niño contestó que aprendió muy poco con las actividades planteadas, y representa el 33.3% de población restante.

Esto significa que el 100% de la población encuestada, aprueba con un 100% las actividades planteadas en el curso ayudaron a aprender generalidades y conceptos sobre los seres vivos y su clasificación en 5 reinos.

Pregunta número 7. El diseño de las pantallas, el tamaño de las letras y las imágenes facilitaron tu aprendizaje?

3 responses

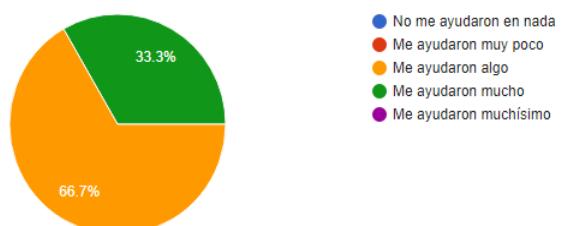


Figura 28. Diseño de la interfaz

Fuente: Elaboración propia

En la variable de *diseño*, ítem número 7, *¿El diseño de las pantallas, el tamaño de las letras y las imágenes facilitaron tu aprendizaje?* Un alumno contestó que, el diseño del sitio web donde se aloja el curso, con tamaño de letra grande, uso de imágenes alusivas a la temática, el empleo del podcasting y distribución de contenido facilitaron su aprendizaje, este alumno representa el 33.3% de la población encuestada; los otros dos niños contestaron que el diseño auditivo fue lo que ayudó a que aprendieran algo más de lo que sabían.

Esto significa que el 100% de la población encuestada, aprueba con un 100% el diseño del sitio web configurado con los contenidos generales del curso de ciencias naturales, donde utilizan medios digitales tales como: la interacción por voz con el asistente, archivos de audio en formato MP3 para los contenidos a aprender, y videojuegos educativos para reforzar el aprendizaje, todos aptos para niños con discapacidad visual.

Para la variable de *glosario de términos*, ítem número 8, *¿El glosario de términos te ayudó a comprender mejor los conceptos?* Todos los alumnos contestaron que el glosario no les ayudó en nada en su aprendizaje porque el asistente tutor nunca les dio respuesta a ningún concepto solicitado. Cabe aclarar que, al momento de la aplicación de la prueba piloto con estos alumnos, por falta de tiempo no se alimentó la base de datos con los términos relacionados a la temática del curso, por lo tanto el asistente no pudo brindar respuestas a los estudiantes. Esto demuestra que si no se alimenta la base de conocimientos del sistema, la inteligencia artificial solo puede responder a comandos o conceptos previamente programados.

7.1.8. Momento 7 de la primera etapa

Como se muestra en la siguiente tabla, para el momento 7 en el ámbito *técnico/desarrollo* se llevó a cabo la primera revisión a la versión preliminar del prototipo de IA, se detectaron nuevas variantes léxicas y nuevos tópicos de conversación para programar nuevos comandos, ya que los estudiantes no solo preguntaban al asistente lo mismo de otra forma sino que le solicitaron información relacionada con el curso que no estaba contemplada en el levantamiento de requerimientos previo.

En el ámbito **pedagógico** se hicieron ajustes sobre el contenido del curso, tales como: un alumno solicitó las lecciones de los animales mamíferos y aves, otro alumno solicitó la lección sobre los anfibios, y se tomó nota para incorporarlos en la siguiente versión del asistente y del curso; y para la parte **instrumental/metodológica** se emplearon dos registros, el primero una versión electrónica de cuestionario para evaluar el sitio web, y por otro lado, el diario de observación sistémica, los cuales sirvieron como referencia para realizar los cambios a la versión 2 del prototipo.

7	Prototipo IA versión preliminar, primera revisión y ampliación de tópicos de conversación.	Ajustes de contenidos del curso, actividades de aprendizaje, y materiales educativos mediados por tecnología.	1. Evaluación del sitio web. 2. Diario de observación sistémica.
---	--	---	---

Tabla 18. Primera etapa – Momento 7

Fuente: Elaboración propia

Una vez recabados estos datos, se llevó a cabo el análisis de los requisitos mínimos que deberían cumplirse para diseñar el modelo de solución que nos condujera a la construcción de la primera versión del sistema que diera respuesta a las necesidades detectadas.

7.2. Segunda etapa

En esta segunda etapa, se presentan los resultados derivados de la **fase de ajustes y aplicación del sistema** a los sujetos de la población de estudio, se presenta desde una perspectiva de análisis integral, es decir, se consideraron varias perspectivas de estudio para obtener una visión sistémica de su aplicación y observación del fenómeno en su conjunto, como se especifica en la gráfica 8.

Para configurar un sistema más robusto y un ambiente de aprendizaje más completo y acorde a las necesidades particulares de los alumnos con discapacidad visual, se tomaron en cuenta las opiniones de todos los actores involucrados, desde los expertos y usuarios hasta

el investigador, utilizando para ello los instrumentos metodológicos que a continuación se indican: dos instrumentos utilizados por el investigador, que constan de *un diario para la observación sistémica* y *un cuestionario autodiligenciado*.

Tres instrumentos para validar el desempeño del asistente virtual por parte de expertos en cada área: *Instrumento de validación por expertos en Inteligencia Artificial*. *Instrumento de validación por expertos en Educación para Discapacidad Visual y Tecnología Educativa*. *Instrumento para profesionistas con discapacidad visual*. *Instrumento de validación por expertos en Psicopedagogía*. Por último, se recuperó la opinión del usuario final con el instrumento *Encuesta de satisfacción del usuario* que proporcionó información sobre la experiencia que tuvieron los alumnos con esta tecnología asistiva y de tutoría.



Figura 29. Perspectivas de estudio del fenómeno

Fuente: Elaboración propia

Sobre los expertos propuestos para evaluar el desempeño del sistema

Los expertos cuentan con amplia formación y experiencia en sus respectivos campos de trabajo, provienen de instituciones educativas de alto prestigio. Dos mujeres participaron en la evaluación del sistema asistente y tutor en el área de inteligencia artificial, la primera cuenta con doctorado en ingeniería con especialidad en ingeniería en sistemas, maestría en ciencias de la computación y sistemas inteligentes, y licenciada en ingeniería en sistemas

computacionales cuyas áreas de especialidad son: procesamiento automático de voz, redes neuronales artificiales, sistemas de evaluación de resultados de aprendizaje. La segunda, es una doctora del Instituto Tecnológico de Aeronáutica de São José dos Campos, São Paulo, Brasil, quien es especialista en sistemas inteligentes de apoyo al aprendizaje del álgebra, sistemas y ambientes educativos y tecnología en la educación.

La evaluación del sistema por expertos en discapacidad visual y tecnología educativa la realizó una maestra especialista en educación de la discapacidad visual y tecnología educativa adscrita al Centro de Atención Múltiple “*Club de Leones*”. También se evaluó el desempeño del sistema por una experta en inclusión y sectores vulnerables quien es invidente, y otra maestra con el mismo nivel de discapacidad y especialista en educación especial del Centro de Atención Múltiple “*Club de Leones*”.

Asimismo, el personal directivo y docente del CAM participó en esta actividad; la directora y cuatro maestras especialistas en educación especial, personal ampliamente experimentados en la atención a personas con discapacidad múltiple. Es importante mencionar que el proyecto resultó de gran interés para los directivos de la SEP del Estado de Puebla, a tal grado que la directora de educación especial y el coordinador estatal para la educación de discapacitados visuales y quien es invidente, propusieron que se llevara a cabo una presentación con su personal para ver la posibilidad de aplicarse este proyecto a nivel estatal dentro de la coordinación de dicha institución.

La evaluación por parte de los estudiantes con discapacidad visual se aborda desde las características de la herramienta en cuanto a *usabilidad* (facilidad de uso) y *accesibilidad* (apta para personas con discapacidad) como asistente y tutor para el aprendizaje de las ciencias naturales, como una herramienta didáctica con un enfoque lúdico, innovador y atractivo por tener una interfaz de usuario basada en lenguaje natural más intuitiva y accesible, lo que implica menor tiempo para aprender a utilizar el equipo y el sistema, así como, comenzar a gozar de los beneficios que trae consigo el uso de las TIC para este sector de población.

La intención no sólo es insertarlos en la era digital sino que contribuir a la inclusión educativa y social de forma más sencilla, con la cual, también se pudieron generar dinámicas de socialización entre los integrantes del grupo y aprender jugando, aprendieron conceptos sobre la clasificación de los animales vertebrados de una forma estructurada aplicando la teoría de la actividad en la enseñanza propuesta por Galperin y Nina Talízina en el diseño instruccional de los contenidos e interacción del sistema.

Respecto al uso de los *conocimientos y experiencias del investigador como fuentes de información para obtener los requisitos del sistema*, parte del hecho, que el investigador tiene una trayectoria formativa relevante para llevar a cabo un proyecto de investigación de este tipo: es ingeniero en sistemas computacionales de formación, y maestría en educación superior con énfasis en educación mediada o soportada por tecnología, tiene más de 20 años de experiencia docente, ha trabajado con niños sin discapacidad, jóvenes de bachillerato, licenciatura y maestría, educación para adultos, tanto en modalidad presencial, semipresencial como tutor en línea.

Ha sido desarrollador de materiales educativos para educación a distancia, asesor en implementación de campus virtuales, y cuenta con 3 años de experiencia en el desarrollo de sistemas asistentes virtuales tipo Chat dirigidos a brindar atención e información a clientes de empresas sobre los productos y servicios que ofrecen al mercado, y consideró pertinente y viable, evaluar esta tecnología para aplicarla en el ámbito educativo de la discapacidad implementando algunas mejoras en su funcionamiento, tales como el uso de comandos por voz para enriquecer la interfaz de usuario.

A continuación se presenta una tabla correspondiente a la segunda etapa, fase de ajustes y aplicación que abarca desde la demostración del funcionamiento del sistema en versión preliminar con los expertos del CAM y con los alumnos dentro del aula, el refinamiento del prototipo en cuanto a la parte pedagógica para obtener el producto versión 2, el refinamiento de los requisitos de ingeniería, hasta la evaluación por parte de los expertos del CAM. Se incluyen en cada etapa la perspectiva técnica de desarrollo del software, en

qué consistió la perspectiva pedagógica, así como, los instrumentos metodológicos que permitieron obtener la información en cada proceso. Ver Tabla 6.

SEGUNDA ETAPA		
Fase de ajustes/aplicación		
Técnica/Desarrollo	Pedagógica	Instrumental/metodológico
Demostración del funcionamiento del sistema en versión preliminar con los expertos del CAM y con los alumnos dentro del aula.	Observar el desempeño de los niños con el uso del sistema como apoyo didáctico para el aprendizaje de conceptos sobre la clasificación de los animales vertebrados.	<i>Diario para la observación sistemática.</i>
Refinamiento del Prototipo de IA. (Etapa de adecuación y para ampliación de tópicos de conversación sobre aprendizaje de conceptos).	Diseño tecnopedagógico para el aprendizaje de conceptos sobre la clasificación de los animales vertebrados.	<i>Diario para la observación sistemática y un cuestionario autodiligenciado.</i>
Producto de ingeniería Prototipo de IA avanzado.	Diseño de juegos didácticos por computadora para el aprendizaje de conceptos sobre la clasificación de los animales vertebrados.	<i>1. Diario para la observación sistemática. 2. Cuestionario Autodiligenciado. 3. Instrumento de validación de expertos en educación especial, tecnología educativa y directivos.</i>
Evaluación del Producto de ingeniería (Prototipo de IA avanzado).	Ajustes sobre aplicación de las teorías pedagógicas para el aprendizaje de conceptos en el diseño tecnopedagógico.	<i>1. Diario para la observación sistemática. 2. Cuestionario Autodiligenciado. 3. Instrumento de validación de expertos en educación especial, tecnología educativa, directivos e inteligencia artificial.</i>
Personalización del sistema (entrenamiento para reconocer los patrones de voz del usuario).	Uso de la computadora personal y el AVI como herramienta de soporte a la discapacidad y de aprendizaje	<i>1. Diario para la observación sistemática.</i>
Prototipo final (Versión BETA) del sistema de IA	Periodo de implementación del sistema, experiencias e impactos en el aprendizaje en discapacitados visuales.	<i>1. Reporte de experiencias e impacto con el uso del sistema para seguimiento. 2. Entrevista para maestras responsables de grupo para seguimiento.</i>

Tabla 19. Segunda etapa. Fase de ajustes y aplicación

Fuente: Elaboración propia

7.2.1. Descripción general del proceso de desarrollo de la segunda etapa.

Características del sistema AVI-STI Tiflo al iniciar la segunda fase: contaba con 10 características básicas: personalización básica, avatar, nombre, activación por voz y su nombre, voz de mujer sintetizada, tono españolado, amable, respetuosa, formal, velocidad para hablar medio bajo fijo.

Habilidades programadas: veinte grupos de habilidades relacionadas con la ejecución de tareas, aplicaciones, navegar por internet, realizar operaciones matemáticas sencillas, socializar, en este foco de conversación puede mantener una conversación sencilla acerca del AVI y sus intereses, acceso al curso de ciencias naturales, lecciones y actividades, poner música, buscar información en distintas páginas de Internet, hacer dictado.

La segunda etapa que corresponde a **ajustes y aplicación**, en la parte *técnica/desarrollo* se inició con la presentación del Asistente Virtual Inteligente en versión preliminar con los expertos del CAM en primera instancia, y posteriormente con los alumnos dentro del aula. En la demostración con los expertos del CAM participaron seis personas, de las cuales una era de nivel directivo, tres expertos en educación especial, una experta en tecnología educativa y especialista en educación de discapacitados visuales, una experta en educación especial invidente.

Ésta última sugirió al menos 10 características relacionadas con la voz del asistente, tales como: cambiar el tipo de voz a una no tan sintetizada o robotizada, que el tono fuera más regional mexicana o latinoamericana porque la configurada es de acento español, que no fuera tan seria y formal al hablar sino que mostrara un carácter vivaz, despierto y alegre más apto para niños, específicamente de niño, y que permitiera regular la velocidad que usa al hablar.

Respecto a los comandos de voz, sugirió dos comandos que desde su perspectiva son importantes para niños con discapacidad visual; que se pudiera solicitar al AVI detenerse o continuar en donde se quedó al momento de interactuar con el usuario, que cuando el AVI

explique las lecciones se le pueda dar la orden de pausar o continuar el podcast, para que el alumno tenga tiempo de comprender poco a poco lo que se va explicando.

En el ámbito *pedagógico*, se presentó el AVI-STI Tiflo a dos grupos, con la finalidad medir su eficiencia, así como, explorar y conocer las características de los niños, y con ello, estar en condiciones de seleccionar a los sujetos tipo o ideales para participar en el estudio, es decir, a los participantes que cumplieran con los criterios de inclusión previamente definidos que fueron identificados en la primera fase del diseño de la prueba de concepto, los cuales serían necesarios cumplir para llevar a cabo con éxito la segunda fase de la investigación.

Los criterios de exclusión se aplicaron después de la presentación del sistema con todos los niños de cada grupo, y son considerados no como un acto discriminatorio o inmoral, sino como un proceso de selección de los candidatos ideales para participar en el estudio que estuvieran en condiciones de sacar el máximo provecho del sistema, ya que, para que el software pueda interactuar de manera efectiva con el usuario, éste debe darle las instrucciones o comandos de voz de manera clara y precisa, en caso contrario, el desempeño del sistema no será efectivo, perdiendo su utilidad y potencial de ayuda a este sector de población.

Los requisitos a cumplir para que un estudiante pudiera ser sujeto de estudio debería cumplir lo siguiente: *ser ciego o débil visual, estar cursando el nivel escolar primaria, sexo indistinto, sin problemas de lenguaje ni discapacidad intelectual, y que pertenezca al Centro de Atención Múltiple*. En esta segunda etapa, el primer grupo donde se presentó el sistema, estaba integrado por cinco alumnos, cuatro hombres y una mujer, los cuatro niños tenían siete años de edad, cursaban primer grado de primaria, todos saben leer y escribir, excepto la niña que tenía discapacidad visual e intelectual considerada no apta para participar en el estudio.

Durante la primera sesión de presentación y trabajo con los niños de este primer grupo con el asistente se llevó a cabo como apoyo didáctico más que como un asistente y sistema tutor listo para usarse por cualquier usuario, ya que el sistema solo estaba entrenado con la

voz del investigador, por lo tanto, sería una sesión de conocimiento de cómo funcionaba el AVI-STI Tiflo, interactuar un poco con los alumnos, y conocer qué podía hacer por el usuario, es decir, en qué lo podía ayudar. En una etapa posterior, el sistema se entrenaría con las voces de los alumnos para hacer el reconocimiento de los patrones de voz de cada usuario y estar en condiciones de usarlo de manera normal interactuando directamente con el sistema.

En las interacciones entre el usuario y el asistente virtual podrá notarse que el usuario llama varias veces a Tiflo para activarlo o para preguntarle algo sin embargo a veces no contesta, ya sea porque no escucha al usuario, no entiende el comando, o no está familiarizado con los patrones de voz del usuario y no lo reconoce, por lo tanto, es necesario repetir la solicitud de ejecución del comando al asistente. Si no escucha al usuario lo primero es activarlo simplemente utilizando la voz para decirle su nombre Tiflo, para asegurarse que está activo y en modo “escucha”.

Si no entiende el comando es probable que no esté programada esa variante léxica o no exista el comando como tal; para solucionar de reconocimiento de la voz del usuario, es muy importante entrenarlo con la voz del usuario varias veces antes de su uso. Con el uso frecuente, el asistente irá reconociendo cada vez más la voz de los usuarios, por consiguiente, no habrá necesidad de repetir tantas veces el comando para que entienda y ejecute la acción solicitada por el usuario.

El objetivo de esta primera sesión, era presentar al AVI-STI Tiflo con los niños, realizar la inducción al sistema, acción recomendada por el comité tutorial y determinar el nivel de la interacción del asistente con los alumnos, así como practicar y probar la eficiencia de las habilidades programadas del sistema en un contexto educativo más diverso.

La presentación con el primer grupo, se inició con un cuento “*el niño y su robot*” que trataba sobre un robot que habla, se pretendía captar la atención de los niños, y darles una idea de lo que podía hacer el sistema que se les iba a presentar para que tuvieran una participación entusiasta. El cuento les gustó mucho. Desde el principio todos los niños

participaban, se mostraron muy interesados y participativos aunque Luisito era el niño más activo de la clase, el más participativo, y el que más preguntaba al AVI-STI Tiflo.

Extracto de la intracción del AVI-STI Tiflo con los niños del primer grupo

<p>Investigador: Tengo un robot que también puede hablar Investigador: les gustaría que platicaran con él, que le pregunten algo al robot Niños: sí Niños: sí Niños: sí Niño Luisito: quiero conocerlo !</p> <p>Tiflo: Cargando Investigador: ya escucharon? ya escucharon como habla? Investigador: ahora le voy a preguntar algo a Investigador: Tiflo (tono 1, un poco gritado) Investigador: Tiflo (tono 2, suave) Investigador: Tiflo, ¿qué te dice? está con sueño Tiflo: diga señor (contesto después de 5 segundos) Investigador: ah!, ya escucharon? Niños: sí Niños: sí</p> <p>Maestra: Díganle hola Tiflo Niños: hola !</p> <p>Investigador: Tiflo Tiflo: aquí estoy señor Investigador: buenos días Tiflo: buenos días señor Niños: oooh !! Maestra: les gustaría preguntarle a Tiflo algo ?</p> <p>Niños: sí Investigador: qué te gustaría preguntarle, puedes preguntarle cómo se llama?, qué significa su nombre?, dónde vive? Niño Luisito: Quisiera preguntarle qué significa su nombre? Niño Luisito: Tiflo Investigador: acérate porque es medio sordita, acércale un poquito más Niño Luisito: Tiflo Niño Luisito: Tiflo Investigador: Bueno, por qué no contesta?, porque tu voz no la reconoce, no sabe quién eres, así es como funciona el robot Niño Luisito: ajá</p> <p>Investigador: Que te gustaría preguntarle? Investigador: Qué significa su nombre? Niño Luisito: sí</p> <p>Investigador: Tiflo Investigador: Tiflo</p>	<p>Tiflo: Mi nombre proviene de la mitología griega, Tiflo significa ciego, Tiflo era una isla donde desterraban a los ciegos. Pero yo tengo una misión importante, quiero ayudarte, a hacerle la vida más fácil asistiéndote</p> <p>Investigador: Que entendieron? Niño Luisito: Que quiere ayudarte a hacer la vida más fácil Niño Luisito: bueno si ayudarle, por ejemplo Tiflo: buenos días señor ! Maestra: ooh ! Investigador: ya te contestó Maestra: ya te contestó, ya reconocí tu voz ! Investigador: Ya viste, ya reconocí tu voz, y entre más hablas te va reconociendo poco a poco Maestra: y eso que no le has dicho que te llamas luisito Investigador: Ya sé ! Niño Luisito: Ajá Investigador: Bueno, qué más? Investigador: tu qué escuchaste Juanito, qué fue lo que dijo? Maestra: Por qué se llama Tiflo? Niño Juanito: no me acuerdo Investigador: no? Niño Juanito: Investigador: Quieres que le volvamos a preguntar para que pongas atención? Niño Juanito: sí</p> <p>Investigador: Tiflo Investigador: Tiflo Tiflo: buenos días señor Investigador: que significa tu nombre? Tiflo: Mi nombre proviene de la mitología griega, Tiflo significa ciego, Tiflo era una isla donde desterraban a los ciegos, Pero yo tengo una misión importante, quiero ayudarte, a hacerle la vida más fácil asistiéndote</p> <p>Niño Juanito: ya escuché !!! Investigador: ya? que dijo? Investigador: Que dijo? Niño Juanito: que Tiflo significa que es ciego Niño Juanito: que lo quería ayudar más fácil asistiéndolo Investigador: Muy bien !!, para eso sirve, nos quiere ayudar Investigador: tú le entendiste Pedrito? Niño Pedrito: sí Investigador: Qué más le puedes decir Pedrito?</p>
--	--

Como puede apreciarse en la conversación anterior, los niños de este grupo estaban emocionados de conocer al AVI-STI Tiflo, así como verificar las cosas que previamente les conté que podía hacer por ellos. Se les indujo a realizar sus primeras interacciones con el asistente de tipo *socialización* el cual tenía por objetivo romper el hielo, crear un ambiente de trabajo relajado, y establecer una relación de confianza entre el usuario y el AVI-STI Tiflo; para ello, el sistema tiene un foco de conversación relacionado con información acerca del propio asistente, por ejemplo: se puede conversar con ella sobre su nombre: cómo se llama?, qué significa su nombre?, dónde vive?, saber si es hombre o mujer?, sobre lo que sabe hacer?, etc.

En dicha conversación puede observarse que cuando el entrenamiento del reconocimiento de voz se hace con un tono natural, así queda registrado en la base de datos de patrones de voz y al intentar interactuar utilizando un tono de voz suave o gritando, el asistente no entiende el comando, y por lo tanto, no hace nada. En ambientes con demasiado ruido ambiental puede retrasarse el procesamiento del lenguaje y el sistema puede tardar hasta 5

segundos en dar una respuesta a algún comando que tiene programado; para los comandos no programados simplemente no contesta, en caso de entender otra cosa puede brindar una respuesta incorrecta.

En este ejemplo, se realizaron 20 interacciones entre el usuario y el AVI-STI Tiflo, de las cuales 6 corresponden al investigador y 14 a los niños, esto demuestra el gran interés en querer interactuar con el asistente. Por otro lado, queda en evidencia que en ambientes con mucho ruido disminuye su nivel de efectividad en el reconocimiento del lenguaje natural, en esta misma extracto de conversación, de las 6 interacciones que tuvo el investigador, 3 veces tuvo que repetir el llamado a Tiflo porque no lo escuchaba, y en la primera ocasión fue porque no reconoció el comando, al llamarle por su nombre en un tono gritado, hizo caso omiso del llamado para activar el modo de escucha del asistente. Esto se traduce, a un 50% de efectividad del modo de escucha, y por lo tanto, el reconocimiento de los comandos. Asimismo, en el siguiente párrafo:

Niño Luisito: Que quiere ayudarle a hacer la vida más fácil
Niño Luisito: bueno sí ayudarle, por ejemplo

Tiflo: buenos días señor !
Maestra: ooh !
Investigador: ya te contestó
Maestra: ya te contestó, ya reconoció tu voz !
Investigador: Ya viste, ya reconoció tu voz, y entre más hablas te va reconociendo poco a poco
Maestra: y eso que no le has dicho que te llamas luisito
Investigador: Ya viste?

El asistente empieza a reconocer el patrón de voz de los niños participantes y comienza a brindar respuestas, ya que con el uso constante o a través del entrenamiento puede hacerse un mejor reconocimiento de los patrones de voz, y por lo tanto, de los comandos del usuario.

Posteriormente se pasó del foco de conversación correspondiente a la socialización al relacionado con las habilidades del AVI-STI Tiflo, tales como: hacer operaciones matemáticas sencillas, que fue una característica que llamó mucho la atención de los alumnos cuando el AVI-STI Tiflo dijo que era lo que podía hacer. Cuando se les preguntó qué querían que hiciera Tiflo, casi todos votaron por hacer operaciones matemáticas. Comenzaron por hacer sumas, restas, multiplicaciones y divisiones básicas, y cada vez que el AVI-STI Tiflo daba un resultado todos le aplaudían su habilidad para calcular, este grupo

conformado por 5 niños que a pesar de tener 7 años muestran un desarrollo académico apropiado a la edad de un niño sin discapacidad; 4 son invidentes y uno con discapacidad múltiple, Manuelito es el niño más avanzado del grupo, seguido por Luisito.

Emocionados por sus habilidades matemáticas solicitaron que hiciera una suma con un número más grande, sumar 500 más quinientos, y el asistente no contestó. Esto le restó efectividad más no popularidad, ya que no les importó mucho y siguieron interactuando con el sistema. Al finalizar la sesión se les pidió que calificaran el desempeño del asistente Tiflo en una escala de 1 a 10, todos le pusieron 10 de calificación, y terminaron la sesión aplaudiéndole, poniendo en evidencia lo atractivo de la clase con una herramienta que para ellos resultaba innovadora e interesante.

La presentación con el segundo grupo se decidió iniciar sin el cuento del “*niño y su robot*”, para ver si había alguna diferencia entre predisponer su atención e interés del grupo con un cuento que trata de un robot con habilidades parecidas al sistema AVI-STI Tiflo que se les iba a presentar, y así notar diferencia en el desempeño y comportamiento del grupo durante la clase.

El segundo grupo estaba conformado por nueve niños, seis mujeres y tres hombres, ocho son ciegos y una niña con debilidad visual y problemas de lenguaje, cinco niños tenían once años de edad, dentro de los cuales hay una niña invidente y un niño que recién se acaba de integrar al ciclo escolar 2008-2009, éste mostraba poca movilidad por falta de estimulación en su hogar, y porque fue incorporado de manera tardía a la escolarización; había un niño de 9 años con discapacidad visual e intelectual; y tres niños de ocho años que tenían sólo discapacidad visual aptos para participar en el estudio.

La mayoría de los niños presentaban rezago educativo importante y no estaban familiarizados con el uso de la computadora, ni tampoco con la clasificación de los seres vivos, que era el tema a abordar dentro del programa de intervención en ciencias naturales. Como puede observarse, este grupo tiene características peculiares, es muy heterogéneo en varios sentidos, no solo por la diferencia de edades y niveles escolares, sino en los niveles y

tipos de discapacidad, y nivel de desarrollo cognitivo. La mayoría son hijos de madres solteras de escasos recursos económicos, y dos de ellos viajan desde los alrededores de la ciudad de Puebla para asistir a la escuela, de forma recurrente llegan tarde a clases o no asisten.

El objetivo de la sesión, al igual que con el primer grupo fue determinar el nivel de interacción del sistema con los alumnos, practicar y evaluar las funciones programadas en el asistente, pero como se llevó a cabo con más tiempo, se pudo abordar la interacción social entre el usuario y el AVI-STI Tiflo, las operaciones matemáticas básicas, y 2 videojuegos educativos: *el de atrapa a los animales*, y *el de adivinanzas, adivina quién es este animal?*.

Se le dio el mismo uso didáctico, como apoyo del docente en las áreas de Matemáticas y Ciencias Naturales, haciendo hincapié que el reconocimiento de comandos de voz solo estaba entrenado para el investigador pero que durante la sesión el sistema aprendería a reconocer un poco las voces de los niños con el uso.

Se observó y demostró que los alumnos con problemas de lenguaje, discapacidad intelectual o múltiple no son los adecuados para aprovechar esta herramienta tecnológica ya que durante la sesión los niños con esta condición no podían articular palabras susceptibles de incorporarse en esta versión del sistema, aunque si es posible considerando otras características de diseño y programación no era el fin del presente proyecto, por otro lado, en caso de que fuera así, se necesita dar mucha estimulación a este tipo de niños para animarlos a participar porque son muy tímidos, tales como Beto que aunque tiene solo discapacidad visual, y tiene la edad apropiada para entrar en el estudio no se consideró porque fue un niño poco estimulado, se mueve mucho en su asiento pero al parecer no se concentra en sus actividades, y no logra construir un mensaje básico necesario para interactuar con el asistente.

Mary es una niña con discapacidad múltiple que aunque tiene buen control de su movimiento psicomotriz, no participa mucho sino se le anima a participar, y no puede

completar frases que se le pide repetir, lo que hace pensar que no pone atención, aunque le cuesta trabajo memorizar el tema que se está abordando. Los niños que están en condiciones de poder participar se emocionan todos tan solo de escuchar hablar a Tiflo, incluso les parece gracioso que Tiflo se equivoque en reconocer los comandos, ríen a carcajadas y comentan entre si sobre los errores de Tiflo, pero lo que llama mucho la atención, es que tratan de hablar con ella como si fuera una persona diciendo "*Tiflo eso no es*".

El videojuego de *adivina quién es este animal mamífero?* les gustó mucho, y fue uno de los que más solicitaban para trabajar, porque podían utilizar el mouse para encontrar la respuesta correcta de entre varias opciones en audio que estaban disponibles porque era de opción múltiple. Sin embargo, aún les falta práctica para desarrollar la habilidad y utilizar correctamente el mouse.

7.2.2. Evaluación del asistente Tiflo por parte de los niños

Al final de la sesión de presentación ante los dos grupos de niños donde se encontraban niños ciegos, débiles visuales y con discapacidad múltiple, todos evaluaron el desempeño del asistente Tiflo. Cuando se les preguntó ¿Qué calificación le ponían al asistente Tiflo?, se obtuvo la siguiente tabla de resultados:

No. De alumno	Evaluación
1	10
2	10
3	9
4	8
5	9
6	10
7	6
8	5
9	1
10	8
11	9
12	10
13	10
14	10

Tabla 20. Evaluación del desempeño del AVI-STI Tiflo por los alumnos

Fuente: Elaboración propia

En promedio se obtuvo una tasa de aceptación del 82% por parte de los estudiantes, y un 70% por parte de la especialista en educación especial que es invidente. El atraso académico de este grupo de niños se puede notar durante la ejecución de las actividades, por ejemplo, Juanito no supo cómo evaluar a Tiflo en la escala de 1 a 10, y lo calificó primero con 12 y luego con 1, parece no diferenciar el valor de cada número, y en particular en el área de las matemáticas.

En la sesión dos, al contrastar la encuesta con la maestra responsable del grupo se comprueba que todos los niños de este grupo presentan un rezago educativo importante relacionado con el contenido curricular, ya que como lo indica la literatura y experiencias de educación a discapacitados visuales en otros países como España o Argentina, la maestra se enfocó en el desarrollo de habilidades para la vida más que en los contenidos curriculares.

La maestra que es invidente y que apoya al grupo en las actividades cotidianas, evaluó a Tiflo con un 70% en su aceptación del desempeño durante la sesión, se mostró muy interesada en que se le pudiera apoyar dándole una copia del sistema para conseguir la independencia de su esposo, que es quien la asiste de manera general en su casa, aunque no le gusta usar mucho la tecnología como aliada en sus actividades cotidianas, esta herramienta si despertó su interés. Este hecho, se pudo comprobar en una encuesta con la Directora del CAM, quien comenta que la maestra tiene mucha resistencia al uso de la tecnología, y a pesar de que ha hecho esfuerzos por aprender a usar la computadora, no tiene la disposición ni la paciencia para hacerlo de forma disciplinada para alcanzar la independencia de sus familiares.

Esta tecnología comandada por voz natural le interesó porque considera que puede ayudarla a conseguir su independencia principalmente de su esposo quien la asiste regularmente, este hecho apoya lo que dicen otras personas con discapacidad visual que han adoptado la tecnología como un aliado en el desarrollo de su autonomía, tal como ha quedado evidenciado en la indagación documental y encuestas hechas para este estudio. La maestra encargada de este grupo, habla a los niños con firmeza y educa con disciplina: corrige desde la forma de sentarse; deben mantener la cara siempre levantada porque este tipo de niños permanece mucho tiempo con la cabeza hacia abajo.

Los comportamientos difieren unos de otros, por ejemplo, la alumna Mary siempre trata de tocar lo que hay a su alrededor, y cuando se trabaja con el asistente virtual, para comprender lo que hay en su ambiente trata de tocar lo que conforma a Tiflo o lo que hay a su alrededor. Que de acuerdo a la teoría de la actividad nos hace pensar que su desarrollo cognitivo se encuentra en la primera etapa del desarrollo cognitivo denominada Material-Materializado. En varias ocasiones el AVI-STI Tiflo no ejecutaba las órdenes de voz que el usuario le daba, se observó que el sistema se queda mudo cuando hay mucho ruido ambiental y contesta algunas cosas no relacionadas con la pregunta o comando dado.

La función del dictado usando el lenguaje natural no funciona correctamente en grupo, los niños dictan al unísono al asistente Tiflo y este construye las oraciones de todo lo que escucha en el ambiente dando como resultado oraciones poco coherentes. Con esto, queda de manifiesto que esta función no es posible llevarse a cabo de manera correcta si existe mucho ruido ambiental o si le dictan varias personas al mismo tiempo. Las pruebas demostraron mejor desempeño del sistema de reconocimiento de palabras al momento del dictado en ambientes libres de bullicio y provenientes de una sola persona.

Derivado del interés que mostraban los niños al trabajar con el AVI-STI Tiflo, la Directora del CAM sugirió probar el software con un tercer grupo de niños de nivel preescolar; los estudiantes cumplían con los criterios de inclusión excepto por la edad y grado escolar, pero resultaba interesante porque sabían hablar bien y tenían buen desempeño escolar de acuerdo a la percepción de la directora. Se consideró que era viable realizar la intervención educativa con este grupo porque había la posibilidad de incidir en etapas más tempranas del desarrollo del niño, y a este nivel educativo, se tenía la certeza total de que no tenían conocimientos previos sobre el tema, ni conceptos de ciencias naturales que se habían planeado enseñar con esta intervención.

En lo referente al *instrumental/metodológico*, se registraron las siguientes observaciones:

- Los niños que no están lo suficientemente estimulados tardan más tiempo en comprender los temas de estudio, y perdían interés al encontrarse con lecciones de 5 minutos.

- Los niños con problemas de lenguaje si les interesa participar pero el asistente no comprende nada de lo que dicen.
- Un estudiante con poca estimulación puede tardar hasta casi el doble del tiempo en avanzar a la siguiente lección y puede perder el interés conforme avanza.

Se hicieron experimentos invirtiendo el orden de abordaje de las actividades, donde las lecciones estaban programadas primero antes que los videojuegos educativos sobre el tema de estudio, y resultó más atractivo y con mayor interés para los niños el empezar con los videojuegos y después las lecciones, o intercalar lecciones con videojuegos, de esta manera se mantuvo el interés de los estudiantes por el aprendizaje.

Un niño con ceguera puede necesitar repetir más veces las lecciones, actividades y ejercicios si requiere del reconocimiento físico de las especies vía el tacto, ya que se encuentra en la fase cognitiva material-materializado de acuerdo a la teoría de la actividad en la enseñanza; por lo tanto, puede necesitar más tiempo que el promedio para tener una idea clara del objeto o animal que se trate, puede tardar más tiempo para tomar decisiones en los juegos educativos y complicarse aún más si la psicomotricidad fina no está muy desarrollada, al momento de mover el mouse porque lo hace de forma más descontrolada; tal como se demostró al reaccionar en el juego de adivinanzas, donde se mostró más lento que sus compañeros.

Se identifica como necesario un curso introductorio para que los niños sean capaces de manejar el mouse de forma más controlada utilizando siempre un tapete de mouse que regule el espacio que tiene para actuar con el mouse, o practicar ejercicios para desarrollar la psicomotricidad fina. Al menos 2 niñas se acercaron a la computadora de escritorio que contenía el asistente, para explorar y hacer un reconocimiento del entorno y dispositivos que integraba esta herramienta tiflotecnológica, una de ellas era invidente, la otra tiene debilidad visual y problemas de lenguaje, esta acción la repitieron en dos sesiones.

Las actividades de aprendizaje interactivas tienen un peso considerable en el aprendizaje de los temas de estudio, sobre todo los juegos educativos relacionados con el tema de estudio,

los cálculos matemáticos o socializar con el asistente, éstas llamaron mucho su atención, ya que siempre querían empezar las sesiones con estas actividades.

Para la segunda versión del curso y del asistente, se agregaron 3 tipos de recursos como actividades de aprendizaje identificados como necesarios para apoyar el aprendizaje de los alumnos: 15 *Audio cuentos* más relacionados con el reino animal, dando un total de: 5 sobre *animales mamíferos*, 10 sobre las *aves*, 6 acerca de los *peces*, 5 referente a los *reptiles*, y 4 respecto a los *anfibios*. 28 *Canciones de animales*: 4 sobre el sonido de los animales, 6 sobre mamíferos, 5 acerca de aves, 7 referente a reptiles, 4 respecto a peces, 2 de anfibios. 3 *videojuegos educativos* con animales: uno para atrapar animales usando el mouse, otro para adivinar los sonidos de los animales usando el mouse, y por último, uno para clasificar a los animales por grupo familiar.

Por último, se alimentó el glosario de términos con posibilidad de consultarse por comandos de voz sólo pidiendo al AVI-STI Tiflo que defina el concepto, por ejemplo: “*define alga*”, “*define protozoo*”, etc. La función principal de estos recursos fue la de servir como refuerzo en el aprendizaje de los temas y como andamiaje cognitivo en la construcción de los nuevos conceptos. La finalidad de separar los audiocuentos por grupos (mamíferos, aves, peces, reptiles y anfibios), fue para facilitar la construcción mental de su clasificación. Se identificó que los cuentos superiores a 10 minutos de duración tienden a aburrir a los alumnos, o van perdiendo atención conforme se van alargando.

Los cuentos que dieron mejores resultados en mantener la atención del alumno fueron los cuentos menores a 4 minutos de duración, y máximo hasta 8 minutos antes de comenzar a aburrirse o a distraerse. Se identificó la necesidad de implementar un comando para el control del volumen de los recursos auditivos, ya que algunos están grabados con distinto volumen y para los que no se escuchan, se solicitó tanto por parte del docente como del alumno que existiera un comando de voz para subir y bajar el volumen de acuerdo a las necesidades del alumno.

Los audio cuentos fueron tomados de la plataforma de Youtube y en algunos casos el alumno no entiende bien la pronunciación de las palabras, o el volumen de la música de fondo impide escuchar y comprender adecuadamente el mensaje, en algunos casos no se indica el nombre del cuento, entre otros casos, eso lo observaron los alumnos. Para el punto anterior, el docente experto en educación especial sugiere que al grabarse los recursos auditivos, éstos deben cumplir al menos 6 características básicas: el presentador debe tener buena dicción, grabar con volumen aceptable, usar música de fondo tenue y donde no hay voz aumentar el volumen gradualmente, usar palabras de uso común sin modismos regionales, ser muy concretos, y grabarse a una velocidad lenta o con posibilidad de controlarla.

Las canciones infantiles ayudaron a memorizar los nombres de los animales vertebrados, y a identificar el grupo al que pertenecen (mamíferos, aves, peces, reptiles y anfibios) y algunos sonidos que emiten dichos animales. Las canciones al igual que los audiocuentos ayudaron a identificar algunos hábitats naturales donde viven, o reconocer a otros animales del mismo o distinto grupo pero que viven en el mismo ambiente, por ejemplo los peces y moluscos, o anfibios y reptiles.

Un niño pregunta sobre la morfología de los crustáceos y otro sobre su comportamiento, no porque se haya abordado en las lecciones sino porque lo aprendió de su entorno familiar, y al solicitarle al asistente la información sobre este tipo de animales, éste no le contesta porque no tiene ningún recurso educativo al respecto, ni tampoco está programado dicho comando, y el niño dijo que Tiflo estaba sorda o no sabía. Se sugiere crear un nuevo recurso auditivo en formato de canción para aprender sobre los animales que viven en el mismo ambiente pero que pertenecen a otra clasificación.

Sería importante abordar otras lecciones que tengan que ver con otras clasificaciones de familias que les interesa aprender a los niños, lo que supone ir ampliando el curso en base a las necesidades e intereses de los niños, así como, incluir los materiales educativos que apoyen el reconocimiento morfológico de las especies para darle mayor peso al uso del sentido del tacto que usa preponderantemente esta población. Los video juegos permiten

por un lado, poner en práctica ciertas habilidades de control del equipo utilizando el mouse, y por el otro, construir un mapa mental del tema de los seres vivos a partir del sonido empleado durante las lecciones, hasta tener una imagen clara de cómo clasificar a los animales de acuerdo al grupo que le corresponde (mamíferos, aves, peces, reptiles y anfibios).

El *videojuego de atrapa a los animales* tiene como objetivo que el alumno se inicie en el uso del mouse, ya que este grupo de niños no tiene contacto con el uso de las TIC. En este juego el alumno debe atrapar al animal que está en movimiento por la pantalla dando un clic sobre él, cuando lo logre un mensaje de felicitación saldrá en la pantalla como se indica en las siguientes imágenes:



Figura 30. Videojuego de atrapa a los animales

Fuente: elaboración propia

El propósito de los videojuegos no solo era entretenecer a los estudiantes, sino aprender mientras se divierten y evaluar los aprendizajes alcanzados en las lecciones, su utilidad puede ser informativa, educativa o de entretenimiento.

El siguiente videojuego es de adivinanzas, una voz le indica al usuario que adivine ¿quién es este animal mamífero?, el alumno debe adivinar qué animal aparece en pantalla, al mover el mouse el animal en cuestión emite el sonido que lo caracteriza, el alumno tiene que usar el mouse para elegir la respuesta correcta de las que se muestran en pantalla, y que, al pasar el mouse encima del letrero le dice al usuario que palabra tiene dicha opción y así poder elegir dando clic sobre el nombre correcto del animal. Una vez que ha adivinado,

una voz le indica que su respuesta es correcta, en caso contrario, le informa al usuario que su respuesta es incorrecta y que vuelva a intentarlo.



Figura 31. Videojuego de adivinanzas

Fuente: elaboración propia

La mayoría de los alumnos se mostraban muy entusiasmados al informarles que el AVI-STI Tiflo podía no solo ayudarlos a comunicarse con el equipo, sino a enseñarles y a divertirse también. Dos estudiantes con características de baja estimulación se mostraban indiferentes a la invitación a jugar, al parecer no les llamaba mucho la atención, aunque participaron en los juegos, no se les notaba tanto entusiasmo, empero, lo más importante es que su actitud y comportamiento fueron cambiando conforme iban teniendo nuevas experiencias con el video juego.

El videojuego para clasificar a los animales denominado *Llévame con mi familia* se utilizó para medir el aprendizaje alcanzado, donde el objetivo es que el alumno indique con el mouse a qué grupo pertenece el animal de la esquina superior izquierda; el reto es pasar el mouse desde el lado izquierdo al lado derecho para señalar con un click el grupo que le corresponde sin que lo toque el cazador que está en constante movimiento, de lo contrario, se indica al usuario con un mensaje de voz que ha fallado en su misión de rescatar animales, y tiene que volver a intentarlo.



Figura 32. Videojuego de clasificación de los animales: llévame con mi familia

Fuente: Elaboración propia

Durante las sesiones se iban haciendo preguntas orales a los niños sobre el tema que se estaba viendo en clase con la finalidad de comprobar que se iban comprendiendo los temas. Cabe hacer mención que en la primera versión del juego no se incluía ningún elemento de sonido como aplausos que indicara que el niño había logrado el objetivo, para la segunda versión se incluyó este elemento adicional a una voz que le decía "*muy bien*", y "*vuelve a intentarlo*" cuando fallaba, estos elementos inducen al alumno al desafío de los retos y al valor del mensaje de felicitación como recompensa del logro obtenido porque se emocionaba y deseaba seguir aprendiendo mientras jugaba. Resulta de gran importancia trabajar el tema de la accesibilidad, narrativa y guión en el desarrollo de videojuegos educativos para esta población.

7.2.3. El glosario de términos

El glosario es un vocabulario que contiene términos empleados en el curso de ciencias naturales, incluye también un listado de palabras relacionadas con los términos de computación más comunes sobre las opciones de soporte del asistente virtual, como se muestra en la siguiente tabla. Una vez que ha dominado el entorno, puede tener un desempeño casi igual al observado en niños con desarrollo cognitivo normal.

7.2.4. Respeto al curso

Las adecuaciones que se llevaron a cabo en la segunda etapa para desarrollar la segunda versión del prototipo del sistema y del curso de ciencias naturales, consistieron principalmente en agregar nuevas actividades, y por lo tanto, nuevos comandos de voz acorde a las palabras de uso común por los alumnos y hacerlo más accesible y apropiado a su nivel de desarrollo cognitivo y de lenguaje, se mejoró la organización de los contenidos de los podcast utilizados para aprender, los botones de control de los archivos de audio de acuerdo a las recomendaciones hechas por los expertos y derivadas de las observaciones realizadas con el grupo de investigación.

7.2.5. Respeto a la tecnología empleada

El asistente virtual suple al maestro desde un enfoque orientador, explica los temas, da instrucciones y guía al alumno dándole información para apoyarlo en todo momento, sin embargo, el sistema no siempre entendió el comando del usuario, sobre todo cuando el niño le daba órdenes insertando variantes léxicas de un mismo comando. La tecnología se concibió como una tecnología de asistencia para los niños ciegos o con debilidad visual, ya sea para efectos de mejorar la comunicación entre el usuario y la computadora para operarla de forma sencilla por comandos de voz o como una herramienta de tutoría educativa guiando el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Cabe aclarar que la tecnología de asistentes virtuales, así como de sistemas tutores inteligentes se basan en los avances tecnológicos de la inteligencia artificial que aún se encuentra en desarrollo y apenas se empieza a aplicar sobre todo en el ámbito de la industria, de esta aplicación es como surge la industria 4.0 que derivará en la necesidad de preparar a los estudiantes de educación media y superior en nuevas habilidades y competencias, que den respuesta a los nuevos entornos laborales que se avecinan.

7.2.6. Respeto a la metodología de aprendizaje a través de videojuegos

Se observó que, si se narraba el contenido y se agregaban sonidos tanto para fondo de las lecciones, como para los videojuegos educativos, ya sea para ubicar botones de acción, instrucciones, inicio o fin del juego, como caracterizar a los animales por el sonido que emiten, los niños podían imaginar lo que aparecía en pantalla ponía toda su atención en su actividad, y esto representaba mejoras en el aprendizaje superiores a los contenidos y videojuegos que no tenían dichas características aunque enfocaran toda su atención en dichas actividades. Los sonidos son un aliado clave para la accesibilidad, no solo para el aprendizaje de los niños con discapacidad visual sino para su desempeño en la vida cotidiana, por lo tanto, juegan un papel preponderante al momento de diseñar actividades de aprendizaje.

También, es muy importante no saturar de información al momento de narrar el contenido o acciones que puede ejecutar el usuario dentro del sistema, ya que, demasiada información los confunde, y comúnmente solicita que se le repita la narrativa de las instrucciones o lecciones que está escuchando porque no lo entendió del todo; de preferencia, la narrativa debe ser corta, clara y concisa. Durante las pruebas, el comparativo de eficacia del sistema entre la primera versión (versión preliminar para la prueba piloto) con la segunda versión corregida y aumentada (prototipo o versión beta), se encontró que, fue más efectiva la segunda versión, ya que, en la primera no se contempló la característica narrativa al cien por ciento, sólo el 50% de las actividades fueron narradas y fueron las que tuvieron mayor impacto en la interacción y aprendizaje de los niños.

Asimismo, se observó que las audio lecciones (podcast) saturadas de información superiores a 5 minutos de duración, o muy densas en cuanto a vocabulario nuevo, aunque fueran menores a 5 minutos de contenido resultaban difíciles de retener en su memoria, y recordaban muy poco del tema que se abordaba, por lo general, recordaban entre 3 y 5 palabras claves relacionadas con el tema de estudio.

7.2.7. Respeto a los recursos o actividades de aprendizaje

Se recomienda grabar los cuentos con características más acordes a las necesidades de los niños con discapacidad visual. Esto implica que los recursos de aprendizaje electrónicos sean en formato audiovisual con descripciones del contenido visual para que el alumno sepa que elementos visuales aparecen en pantalla además de la narración del propio cuento. Colocar botones con narración sobre la función que hace. De cada acción que se ejecuta informar al usuario que está haciendo el sistema y el usuario pueda saber si se ha ejecutado o no su petición para generar una comunicación más fluida y efectiva entre el usuario y la computadora.

7.2.8. Respeto a los materiales de apoyo

Se sugiere hacer materiales educativos que representen los seres vivos que se aborda en las lecciones del curso para que los niños identificados en la etapa del desarrollo material-materializado puedan explorar físicamente el objeto. Y para los estudiantes que están en la etapa de superior cognitiva de representación mental pueda estar consciente de los detalles que diferencian a un animal de otro sobre todo cuando tienen gran parecidos por ejemplo: el gallo y la gallina, la rana y el sapo, el caimán y el cocodrilo, el conejo y la liebre, salamandra o lagartija, etc. Se sugiere hacer un recurso educativo en formato de audio para los animales parecidos y que aprendan a identificar cuál es cuál? 4 de 8 niños sugieren el formato de cuento para identificar a los animales que se parecen.

Al finalizar las 5 sesiones programadas con la orientación del AVI-STI Tiflo, la mayoría de los alumnos clasificó a los animales de forma correcta, hacía falta una descripción del animal a clasificar para poder hacerlo en base a la información hasta que se le dio la orientación en al menos en 3 de los 5 grupos correspondiente a los animales vertebrados. Causando mayor confusión el grupo de los reptiles y los anfibios.

- Se requiere que la información sea presentada en orden
- Para los alumnos que estén cruzando la etapa material-materializado requieren de contar con el apoyo de material didáctico para reforzar la construcción del conocimiento.

7.2.9. Evaluación del aprendizaje

Se utilizó por parte del investigador la observación directa participante para registrar sus observaciones de los sujetos objetos del estudio durante 5 sesiones, integrándose al ambiente donde se desarrollan cotidianamente los niños e intervino aplicando el sistema de asistente virtual inteligente en las prácticas y rutinas de aprendizaje en el aula sobre temas del área de ciencias naturales.

7.2.10. Proceso de reconocimiento de patrones de voz para personalización del sistema

La personalización del sistema se llevó a cabo con cada niño, se instaló el software en 5 computadoras las cuales cumplían con los requisitos mínimos para que funcionara satisfactoriamente, se asignaron 3 niños a cada equipo, de tal forma que en cada una de las computadoras se almacenaron los patrones de voz de esos tres niños como una forma de prevenir y evitar que se saturara el sistema con tantos patrones de voz y que comprometieran el desempeño del sistema. El entrenamiento de voces en cada equipo se realizó utilizando una diadema de audífonos y micrófono integrado para facilitar el movimiento del niño, y sin comprometer la calidad del reconocimiento de la voz, se llevó a cabo en un tiempo promedio de media hora por cada niño, donde cada uno de ellos debería leer un texto escrito en Braille, decir algunas secuencias de palabras o frases que se les indicara.

En los casos en los que el niño hablaba muy lento para repetir las frases o la lectura, se les puso un audio con audífonos para que repitiera lo que iba escuchando a una velocidad moderada para que se hiciera un reconocimiento adecuado del comando.

Cabe recordar que el tipo de investigación del presente trabajo es de corte cuasi-experimental, ya que la muestra se seleccionó a criterio del investigador como sujetos tipo que cumplían con un criterio de inclusión. Como se mencionó anteriormente, se llevó a cabo en dos etapas y se emplearon dos grupos de población con discapacidad visual, con

características heterogéneas respecto a la edad, nivel educativo sexo y nivel de discapacidad. El primer grupo destinado para la prueba piloto está conformado por tres niños con debilidad visual, dos hombres y una mujer de 8 y 9 años respectivamente.

La metodología de investigación empleada se llevó a cabo desde la perspectiva de la investigación acción, la cual se adapta perfectamente a la metodología de prototipos o desarrollo evolutivo en la ingeniería de software que se empleó para guiar la programación y configuración del sistema, cuyas etapas del proceso se divide en: recolección y refinamiento de requisitos, modelado, diseño rápido, construcción del prototipo, evaluación del prototipo por el cliente, refinamiento del prototipo, producto de ingeniería como se indica en el siguiente gráfico, las cuales han quedado especificadas en la tabla número 1 descrita anteriormente.



Figura 33. Modelo de ciclo de vida por prototipos para el desarrollo de software

Fuente: Internet

https://s3.amazonaws.com/s3.timetoast.com/public/uploads/photos/11539401/ciclos_de_vida_softw.jpg

Siguiendo esta metodología, en la primera etapa de *recolección y refinamiento de requerimientos*, se indagó sobre las necesidades del usuario y se elaboró un listado de las características operativas esenciales que debería cumplir el sistema en cuanto a funcionalidad, accesibilidad y usabilidad; a partir de ese primer levantamiento de información se *modeló y diseñó* el sistema utilizando una plataforma de asistente virtual inteligente (AVI) diseñado como asistente y tutor que ayudara a la población de estudio; se *construyó el prototipo* programando y configurando tres focos conversacionales, cada uno con sus respectivos tópicos de conversación específicos. Un foco conversacional o de

conversación es un conjunto de comandos que tienen que ver con un mismo tema, habilidades

El primer foco de conversación del AVI, se enfoca en brindar asistencia y soporte al usuario acorde a su discapacidad, al usar el lenguaje natural, facilita la interacción entre el alumno y la computadora a través de los comandos previamente programados en el sistema, esto permite al usuario tener el control del equipo utilizando la voz y unas pocas combinaciones de teclas, de esta forma, trabajar con el ordenador es más sencillo y accesible a este colectivo.

A manera de ejemplo, se pueden ejecutar aplicaciones usando unas cuantas palabras tales como: “*abrir Word*” o “*abre el Word*” para comenzar a utilizar el procesador de textos de Microsoft Office; para realizar operaciones matemáticas básicas como sumas, restas, multiplicaciones y divisiones simplemente debe darse la orden “*Cuánto es 80 más 40*” o “*Cuánto es 110 menos 30*” o “*Cuánto es 8 por 12*” o “*Cuánto es 20 entre 5*” respectivamente, por citar algunos ejemplos. Para buscar información en internet, basta decir el comando “*buscar*” seguido del tema, palabra o frase que le interesa buscar al usuario, por ejemplo “*buscar la biografía de Don Benito Juárez*” en caso de no decirle en qué sitio de la red Internet debe buscar, el asistente pregunta ¿en qué página web? “*Google, Wikipedia, Youtube, o Yahoo*” y el usuario debe decir dónde quiere buscar para que le ofrezca un resultado.

El segundo foco de conversación versa sobre el área a enseñar, que en este caso es sobre los contenidos del curso de ciencias naturales, particularmente acerca de la clasificación de los animales vertebrados, para el aprendizaje de los conceptos de mamíferos, aves, reptiles, y anfibios. La perspectiva social, comunicativa, conversacional se desarrolla en el tercer foco, el conjunto de tópicos que conforman el foco de interacción social del asistente con el usuario.

Posterior a la etapa de construcción, se lleva a cabo la fase de pruebas de funcionalidad del software, verificando que se cumplan los requerimientos y opere de acuerdo a lo

especificado en los requisitos, también debe probarse la usabilidad del software, para validar que la interfaz de usuario proporcione al control de la computadora y la comodidad necesaria para ejecutar todas las funcionalidades del sistema, esta etapa es conocida como *evaluación del prototipo* y es realizada con el usuario a quien va dirigido el producto, dichas pruebas se ejecutan interactuando con el sistema mediante la interfaz de usuario, que en este caso es una interfaz de comandos por voz para darle las indicaciones que debe ejecutar el software asistente, se valida esta entrada de datos contra las salidas o respuestas emitidas por el sistema inteligente para verificar que realice lo esperado.

En caso de ser necesario se realizan las correcciones o ajustes pertinentes, a esta etapa se le conoce como *refinamiento del prototipo*, y una vez que se concluye con esta fase se obtiene el producto de ingeniería. El modelo de prototipos elegido es el modular conocido por muchos en la jerga del desarrollo de software como *Prototipado Incremental*; éste permite añadir nuevos elementos sobre el prototipo, mejorando de manera progresiva el diseño hasta obtener el producto final.

Por otro lado, el proceso que sigue la investigación acción y dicha metodología de desarrollo de software permite desarrollar el sistema, hacer pruebas con el usuario final, realizar ajustes derivados de las observaciones recuperadas de la experiencia del usuario con el uso del sistema hasta obtener la primera versión funcional acorde a los requisitos planteados en la primera etapa de la metodología, siempre considerando las características y necesidades del usuario detectadas por el investigador al insertarse en el aula, siendo partícipe de la actividad cotidiana de los estudiantes.

Dada la naturaleza de la metodología de la investigación acción, en su doble relación dialéctica de la teoría y la práctica, lo individual y lo social, vista como proceso participativo y colaborativo de autorreflexión en el ámbito educativo a la que se refiere Colmenares y Piñero (2008), contribuye al análisis cualitativo para brindar una comprensión más integral al problema que aborda esta investigación, además de ofrecer la riqueza del cúmulo de reflexiones derivadas de cada etapa del proceso investigativo, muy

propicias para mejorar un producto de software que sirviera de experimento con una población poco investigada y favorecida en el ámbito educativo y tecnológico.

Dentro de la fase de planeación y diseño se contempló la realización del estudio piloto y las revisiones, esta corresponde a la primera fase de pruebas del sistema asistente virtual inteligente (AVI) al aplicarse a un grupo de tres niños.

7.2.11. Fase empírica

La fase empírica se llevó a cabo una vez que se hicieron las correcciones y adecuaciones resultantes de la prueba piloto con la finalidad de asegurar el grado de satisfacción del AVI, el grado de usabilidad y accesibilidad de la interfaz para usuarios con discapacidad visual; así como, la ampliación del diseño instruccional considerando la incorporación de la teoría de la actividad en la enseñanza-aprendizaje planteada por Nina Talízina para el aprendizaje de conceptos científicos dentro del área de ciencias naturales guiada por el AVI.

7.2.12. Interpretación y discusión de resultados de la segunda etapa

Aquí se da cuenta de los resultados obtenidos en la segunda etapa de la investigación, así como, los procedimientos de análisis a los que fueron sometidos los datos, se anexan tablas y gráficas como apoyo para su interpretación.

Cuando se llevó a cabo la aplicación con los 13 niños, y al hacer un análisis caso por caso, se pudo comprobar que, el sistema sólo podía funcionar de forma aceptable con alumnos que no tuvieran discapacidad múltiple, es decir, ceguera o baja visión con otra discapacidad como la intelectual o problemas de lenguaje, que impidiera la construcción de frases con sentido de forma fluida para que la comunicación con el sistema fuera eficaz, ya que, el software se programó para reconocer palabras y frases en español completas, y se excluyeron los sonidos simples o balbuceos con la finalidad de facilitar y eficientar el

reconocimiento de la voz, las órdenes o comandos a ejecutar solicitadas por el usuario al Asistente Tiflo.

Los criterios de exclusión derivados de las pruebas realizadas en la aplicación del sistema con estos niños, confirmaron los criterios mínimos de inclusión, que son: niños con discapacidad visual, sin discapacidad múltiple que conlleven a problemas de lenguaje, quedando solo 8 niños que se describen a continuación:

Como puede evidenciarse en la siguiente tabla, y las medidas estadísticas de tendencia central respecto a la edad y el grado escolar que cursan los niños que participaron en el estudio, se obtuvo una media de 8.6, esto quiere decir que el promedio de las edades de los alumnos con ceguera participantes es de 8.6 años; para la moda se obtuvo un 7, es decir, que la edad de los niños que aparece con mayor frecuencia es de 7 años; y para la mediana 7.5, esto significa que el 50% de los alumnos participantes tiene una edad menor o igual a 7.5 años; indica que están cursando el año escolar que les corresponde de acuerdo a su edad; el 50% restante tiene una edad mayor o igual a 7.5 años que cursan un nivel escolar diferente al que les corresponde por edad, y son los que presentan rezago educativo importante.

Caso	Sexo	Edad	Grado escolar
A	M	7	1o
B	M	7	1o
C	M	7	1o
D	F	8	1o
E	M	7	1o
F	M	11	3o
G	F	11	3o
H	F	11	4o
Totales	8	5M/3F	4-7/1-8/3-11
			5-1o/2-3o/1-4o

Tabla 21. Características de la población de estudio

Fuente: Elaboración propia

Los dos grupos de donde surgieron los alumnos seleccionados para el estudio sumaban en total 13 niños, el primero estaba conformado por 5 integrantes en total, 4 hombres ciegos y 1 mujer con discapacidad visual e intelectual, esta última se descartó de los resultados al comprobarse durante la aplicación que no podía interactuar con el sistema de forma adecuada; todos contaban con 7 años de edad, los niños no presentaban rezago educativo, excepto la niña con discapacidad múltiple; manifestaban un desarrollo académico apropiado a su edad, todos sabían leer y escribir en Braille, se mostraban muy sociables, hablaban mucho, sonreían y participaban de acuerdo a como la maestra responsable del grupo, o el investigador les solicitaba su participación llamándolos siempre por su nombre, también se desempeñaban con nivel normal en la interacción social.

El segundo grupo estaba integrado por 8 alumnos en total, 5 mujeres y 3 hombres, de los cuales 7 eran totalmente ciegos, y una niña con debilidad visual, 4 tenían 11 años de edad, 1 de 9 años con discapacidad visual e intelectual, 3 niños de 8 años con ceguera, con alto rezago educativo acerca del currículo, era un grupo muy heterogéneo en cuanto al nivel escolar, ya que había alumnos que cursaban de segundo a sexto grado de primaria, aunque todos sabían leer y escribir en Braille en menor o mayor medida, era compleja la coordinación y seguimiento de tantos niveles educativos en un mismo grupo, todos proceden de familias de escasos recursos, y en su mayoría eran hijos de madres solteras, originarios de la Ciudad de Puebla, solo 2 niñas venían de municipios aledaños a la Ciudad, una provenía del municipio de San Pablo del Monte, Tlaxcala, y otra del municipio de Atlixco, Puebla.

Cabe aclarar que, aunque este tipo de población necesita desarrollar habilidades digitales básicas como parte fundamental tanto para su desarrollo escolar como para su desarrollo personal, al momento de llevar a cabo el estudio, solo había dos alumnos familiarizados con el uso de la computadora promovida desde su hogar porque contaban con un equipo de cómputo, aunque un poco anticuado pero cumplía su función de alfabetizar en el uso de las TIC, el resto tenía más de un año sin clases de computación, porque la maestra titular de la materia se había ido de incapacidad y posteriormente había presentado su renuncia, y el CAM no tenía presupuesto para cubrir esa vacante.

Como se aprecia en la siguiente figura sobre las características de los participantes en el estudio, el 62% pertenecen al sexo masculino y el 38% al sexo femenino.

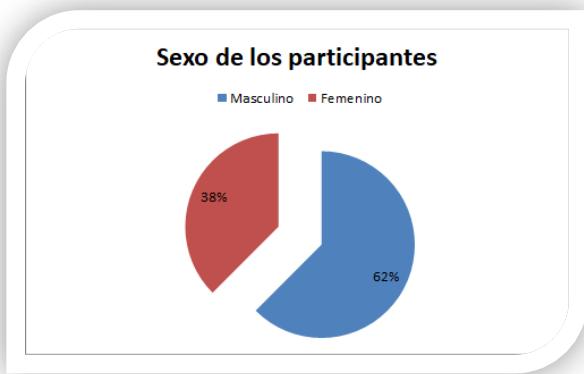


Figura 34. Características de género de la población de estudio

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura se presenta la edad que tenían los niños, donde el 50% contaba con 7 años de edad, el 12% con 8 años y el 38% restante tenía 11 años.

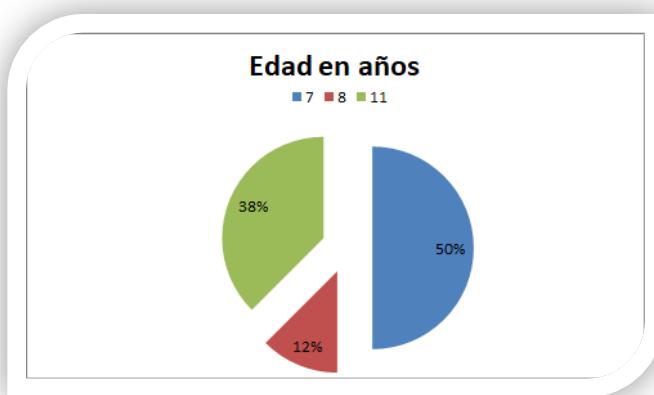


Figura 35. Características de edad de la población de estudio

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura se muestra el grado escolar que cursaban los alumnos al momento del estudio, el 62.5% cursaba el 1º. Grado de primaria, el 12.5% estaba en tercer grado, el 25%

estudiaba el cuarto grado. El 62.5% estaba conformado por 4 niños con 7 años de edad y una niña de 8 años que cursaban primero de primaria, se puede apreciar en la gráfica que el mayor porcentaje de la población de estudio cursa el nivel escolar que le corresponde de acuerdo a sus años de vida, el mayor rezago educativo se encuentra en el cumplimiento de la currícula en los grados de tercero y cuarto.

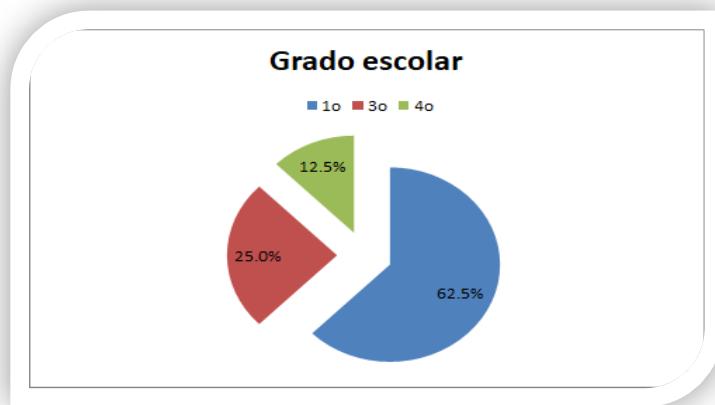


Figura 36. Características de escolaridad de la población de estudio

Fuente: Elaboración propia.

El 100% de los alumnos que participaron en el estudio son invidentes, y todos saben leer y escribir en código Braille.

Con la finalidad de conocer si el niño sabía los conceptos que se pretendían enseñar a través del uso del sistema asistente Tiflo, o si ya contaba con antecedentes sobre el tema al momento de llevar a cabo la intervención educativa, se incorporaron dos acciones preliminares al proceso metodológico, la primera fue, aplicar un examen diagnóstico sobre conocimientos previos, y la segunda, realizar una valoración del estado cognitivo de los niños seleccionados para el estudio, para verificar si son totalmente aptos para interactuar de forma fluida y clara con el asistente virtual.

Caso	Condición	Sabe Leer/Escribir	Conocimientos previos sobre el tema a enseñar	DIAGNÓSTICO			Etapa de desarrollo		Conceptos	
				Etapa M-N	Etapa Perceptiva	Etapa Verbal	identifica	aplica		
A	Ceguera	1	No	1	0	0	no	no		
B	Ceguera	1	No	1	0	0	no	no		
C	Ceguera	1	No	1	0	0	no	no		
D	Ceguera	1	No	1	0	0	no	no		
E	Ceguera	1	No	1	0	0	no	no		
F	Ceguera	1	No	1	0	0	no	no		
G	Ceguera	1	No	1	0	0	no	no		
H	Ceguera	1	Si	0	1	0	no	no		
8	8	8	8	7	1	0	8	8		

Tabla 22. Resultados examen diagnóstico

Fuente: Elaboración propia.

Resultados examen diagnóstico son los siguientes:

En la siguiente figura se presentan los resultados sobre el porcentaje de alumnos que tienen conocimientos previos del tema a enseñar; 7 de 8 niños correspondiente al 88% de la población de estudio no cuenta con antecedentes de saberes al respecto, el 12% restante tiene conocimientos generales sobre los seres vivos, pero no acerca de la clasificación particular de los animales vertebrados motivo de esta intervención educativa.

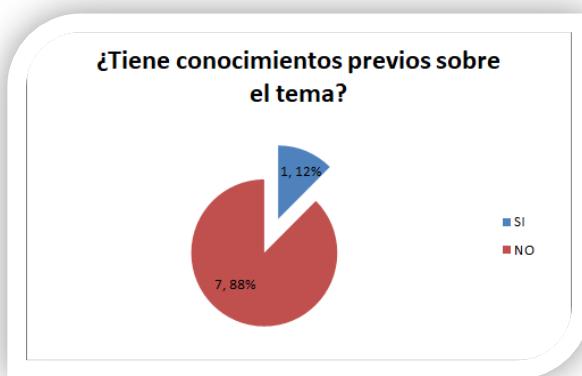


Figura 37. Resultados de examen diagnóstico sobre conocimientos previos

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura se muestra qué porcentaje de niños se encuentra en la primera etapa de desarrollo cognitivo para el aprendizaje de conceptos acerca de la clasificación de los animales vertebrados de acuerdo a los niveles de desarrollo cognitivo especificado en la teoría de la actividad en la enseñanza empleada como sustento en este trabajo, que de acuerdo a las etapas del desarrollo planteadas por Nina Talízina, 7 de los 8 alumnos correspondiente al 88% se encuentran en la

primera etapa denominada Material-Materializada, es decir, la etapa menos desarrollada cognitivamente hablando, donde el alumno requiere utilizar el tacto para conocer un objeto, que en este caso, se trata del reconocimiento de las características físicas de los animales de acuerdo a la clasificación de los cordados, como son: mamíferos, aves, peces, reptiles, anfibios; y sólo un alumno que representa el 12% de la población de estudio se encuentra en la segunda etapa denominada perceptiva-simbólica.

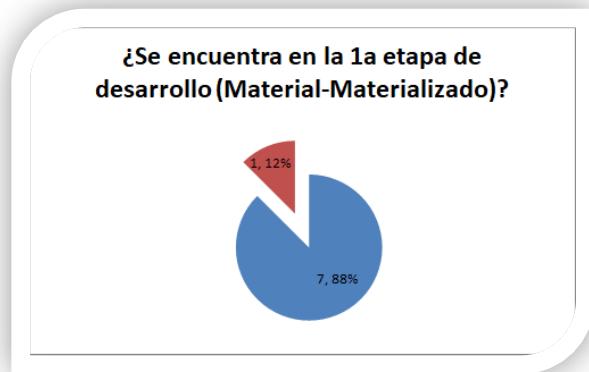


Figura 38. Resultados de examen diagnóstico sobre etapa de desarrollo inicial

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura, en contra parte a lo anteriormente expuesto, se presenta el porcentaje de alumnos que se encuentran en la etapa de desarrollo perceptiva-simbólica que es 1 de los 8 niños que representan el 12% del total de la población de estudio. En esta fase el alumno está en proceso de adquisición del concepto, cuenta con una representación mental del objeto de conocimiento y ya no precisa de tocar el objeto físico para saber de qué se trata, aunque el niño no tenía claras las características básicas de los animales, y aunque había cierta confusión entre unos y otros representa un avance importante y eso facilita la apropiación del conocimiento con menos acciones mentales.



Figura 39. Resultados de examen diagnóstico sobre alumnos en etapa perceptiva

Fuente: Elaboración propia.

Antes de la intervención educativa con el AVI-STI Tiflo, durante la evaluación diagnóstica del grupo de investigación se detectó que ningún niño tenía apropiado ninguno de los conceptos de la clasificación de los animales vertebrados que se pretendían enseñar, que de acuerdo a las etapas del desarrollo de la teoría de la actividad, no se ubicó a nadie en la etapa denominada lógico-verbal, porque no fue capaz de reconocer las características básicas de cada uno de los animales vertebrados, por lo tanto al no identificar dichos conceptos tampoco puede aplicarlos, es decir, verbalizarlo en una historia o cuento corto, donde aplicara el concepto a partir de las características elementales de cada animal, que fue el método elegido para evaluar los conocimientos previos.

La segunda acción previa al estudio estuvo guiada por el investigador, que consistió en realizar una valoración del estado cognitivo de los niños seleccionados para el estudio, con la finalidad de verificar si eran totalmente aptos para interactuar de forma fluida y clara con el asistente virtual, ya que, se partía de la premisa de que el sistema necesitaba recibir los comandos de forma clara y precisa, utilizando un lenguaje lo más natural posible.

Para lo anterior, el alumno primero debe construir mentalmente los comandos de las acciones a realizar por el asistente Tiflo usando palabras o frases de forma fluida, sin titubeos; pronunciar con buena dicción cada una de las palabras que componen el comando, ya que, el nivel de comunicación oral es muy importante para interactuar adecuadamente con el sistema, implica hablar con cierta fluidez utilizando un lenguaje claro y preciso, con entonación normal, sin caer en la exageración, eso significa, emplear un volumen y velocidad normal, ni tan bajo que no se escuche, ni tal alto que suponga gritar, ni tan lento, ni tan rápido que no entienda el asistente lo que el usuario quiere decir.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la valoración cognitiva previa de cada uno de los estudiantes que participaron en el estudio, en la primera columna las letras representan a cada uno de los casos. Se tomaron en cuenta 7 aspectos que están relacionados de manera directa con el nivel de comunicación oral que deberían asegurar una interacción adecuada con el sistema asistente.

Caso	Construcción mental (Lento,Fluido,Rápido)	Tipo de construcción (Coherente,Incoherente)	Producción oral en segundos	Velocidad promedio para hablar (Palabras Por Segundo)	Dicción (Regular/Buena/Excelente)	Lenguaje (Claro/Preciso)	Volume (Bajo/Moderado/Alto)
A	Lento	Coherente	4 Palabras en 3 Segundos	1.30	Buena	Claro/Preciso	Moderado
B	Lento	Coherente	5 palabras en 4 segundos	1.25	Buena	Claro/Preciso	Moderado
C	Fluido	Coherente	6 palabras en 3 segundos	2.00	Buena	Claro/Preciso	Moderado
D	Lento	Coherente	3 Palabras en 3 Segundos	1.00	Buena	Claro/Preciso	Moderado
E	Fluido	Coherente	5 palabras en 3 segundos	1.60	Buena	Claro/Preciso	Moderado
F	Lento	Coherente	3 Palabras en 3 Segundos	1.00	Buena	Claro/Preciso	Moderado
G	Lento	Coherente	3 Palabras en 2 Segundos	1.50	Buena	Claro/Preciso	Moderado
H	Fluido	Coherente	3 Palabras en 2 Segundos	1.50	Buena	Claro/Preciso	Moderado

Tabla 23. Resultados de valoración cognitiva de los alumnos

Fuente: Elaboración propia.

En la segunda columna aparece la velocidad de construcción mental del estudiante acerca de la idea del comando que quiere darle al asistente, por ejemplo, “Tiflo, abre el Word”, “Tiflo, que día es hoy”, “Tiflo, abre mi curso de ciencias naturales” representada con tres posibles valores: lento, fluido y rápido.

Como se indica en la siguiente gráfica, 5 de los 8 sujetos de estudio representan el 62% de la población, que obtuvo una valoración de construcción mental lenta, y 3 alumnos representada con un 38% tuvieron una construcción mental fluida. La mayoría tardó en pensar el comando más del tiempo de lo que puede expresarlo verbalmente, esto significa que piensa *lento* pero puede llegar a expresarlo verbalmente *lento o fluido*, cabe aclarar que ninguno cayó en la valoración de *rápido*.

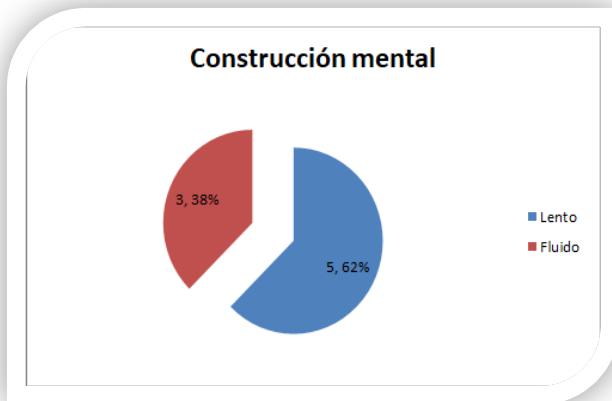


Figura 40. Valoración cognitiva previa en velocidad de construcción mental.

Fuente: Elaboración propia.

En la tercera columna, se muestra el tipo de construcción mental que hace el alumno al momento de pensar el comando que le iba a dar al sistema asistente, el objetivo era identificar si la construcción léxica era correcta y coherente sintáctica y semánticamente, es decir, si las palabras empleadas tenían conexión o relación de significados con lo que quería, así como, respetar la estructura sintáctica de la oración.

Como puede verse en la tercera columna de la tabla 23, todos los alumnos participantes realizaron una construcción sintáctica y semántica coherente del comando que se deseaba ejecutar por el asistente.

En la cuarta columna aparece la producción oral medida en segundos de cada uno de los niños, en la siguiente gráfica se muestra que 2 de ellos representan el 25% de alumnos que pueden producir verbalmente 3 palabras en 2 segundos, otros 2 estudiantes, representan otro 25% de la población total con capacidad de producir oralmente 3 palabras en 3 segundos; un alumno representado con el 12.5% logró hablar 4 palabras en 3 segundos; otro participante representado con el 12.5% alcanzó una producción oral de 5 palabras en 3 segundos, un participante representado con el 12.5% tuvo una producción oral de 5 palabras en 4 segundos, por último, un alumno representado con el 12.5% consiguió pronunciar 6 palabras en 3 segundos.

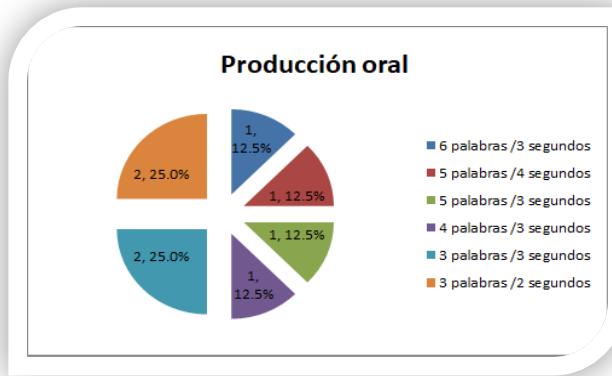


Figura 41. Valoración cognitiva previa en producción oral en segundos

Fuente: Elaboración propia.

Relacionada con la columna anterior, en la quinta columna se muestra la velocidad promedio al hablar por cada participante, medida en palabras por segundo. En la siguiente gráfica se puede ver

que el mayor promedio lo alcanzó el sujeto C con dos palabras por segundo, seguido por el sujeto E que obtuvo 1.6 palabras por segundo, posteriormente los sujetos G y H lograron un promedio de 1.5 palabras por segundo cada uno, el sujeto A consiguió un promedio de 1.30 palabras por segundo, el sujeto B mostró un promedio de 1.25 palabras por segundo, en último lugar los sujetos D y F pudieron producir 1 palabra por segundo respectivamente.



Figura 42. Valoración cognitiva previa en velocidad promedio para hablar

Fuente: Elaboración propia

En la sexta columna, se hace referencia a la calidad de la dicción al momento de hablar de cada uno de los sujetos de estudio. El concepto de dicción de acuerdo con la Real Academia de la Lengua Española se considera como la manera de hablar o escribir, calificándola como buena o mala solamente por el empleo acertado o desacertado de las palabras y construcciones. Por otro lado, hace referencia a la manera de pronunciar, la cual debe ser clara y limpia. Para este caso de estudio, en primer lugar se busca que al hablar se empleen las palabras acertadas, y en segundo lugar, la producción vocal sea clara y precisa como se indica en las siguientes gráficas.

En la tabla 23, también se puede apreciar que todos los alumnos seleccionados para participar en el estudio, tiene buena dicción, por lo tanto, no hay inconveniente con ninguno de ellos para hablar claramente, utilizando las palabras correctas para producir verbalmente los comandos que necesitan darle al asistente para interactuar de la mejor manera posible con el sistema.

En la séptima columna de la tabla 23, se muestra el tipo de lenguaje diagnosticado en los sujetos de estudio. Se detectó que todos los alumnos manejan un lenguaje claro y preciso al hablar, y por lo tanto, se catalogaron como aptos para participar en el estudio.

El último elemento a considerar, para saber si los alumnos seleccionados eran aptos para participar en el estudio fue el volumen de su voz. Considerando que el asistente respondía mejor a un volumen de voz moderado, se diagnosticó en los sujetos de estudio que a pesar de que a veces gritaban al hablar con sus compañeros, si podían producir un tono de voz moderado compatible con las especificaciones técnicas del sistema de inteligencia artificial, que permitiera una buena comunicación entre el usuario y la computadora. Cabe aclarar, que no importaba si el tono de su voz era grave o agudo, ya que, se consideraron hombres y mujeres como participantes.

Variable: Aprendizaje

Categoría de la variable: Base orientadora de la acción (BOA) guiada por el AVI-STI Tiflo

Subcategoría de la variable: Concepto de animales (mamíferos, aves, peces, reptiles y anfibios)

A continuación, se muestran los resultados de aprendizaje para el *concepto de mamíferos* aplicado a cada uno de los alumnos que conformaron el grupo de investigación; para los sujetos de estudio con discapacidad visual, dado que el aprendizaje de este grupo de niños era más lento, y podían consumir hasta el doble de tiempo que los niños sin discapacidad, se planearon 5 sesiones máximo para aprender un concepto, tomando como base que el grupo control se llevaría un máximo de 2 sesiones para aprender el mismo concepto. Los resultados se analizan por nivel de desarrollo cognitivo de acuerdo con las etapas que propone la teoría de la actividad en la enseñanza (1.- Material-Materializado, 2.- Perceptivo-Simbólico, y 3.- Lógico-Verbal).

En la etapa de las acciones materializadas, los alumnos trabajaron con las siguientes tarjetas orientadoras guiadas por el AVI-STI Tiflo, la Base Orientadora de la Acción (BOA) se le dio al alumno de manera preparada y programada en el asistente, las cuales contenían la información esencial de cada concepto a aprender, que se refieren a un tipo de animal vertebrado (mamíferos, aves, peces, reptiles y anfibios). Asimismo, el asistente Tiflo informó a los alumnos las operaciones a realizar con los objetos.

El contenido de la BOA contiene:

- 1) Tarjeta orientadora con el listado de las características necesarias y suficientes para cada concepto.

- 2) Las operaciones que se deben realizar con cada uno de los objetos propuestos (concepto), así comopresentar la secuencia de su ejecución.



Figura 43. Ejemplo de tarjeta orientadora

Fuente: Elaboración propia.

El AVI-STI Tiflo le indica al alumno las siguientes 5 operaciones a realizar:

Ahora, vas a hacer lo siguiente.

1.-Con tus manos, toca tu cabeza, la piel de tu cabeza tiene pelo; o sea que, ¡eres un mamífero!!.

Los mamíferos respiran por pulmones, y tú, tienes pulmones; vamos a ver cómo funcionan.

2.-Ahora, respira profundo, respira profundo y sentirás como tus pulmones se llenan de aire.

También, los mamíferos son vivíparos, es decir, que nacen del vientre de su madre.

3.-Ahora toca tu panza, sóbala, acaríciala; cuando estabas dentro de la panza de tu mamá, ella acariciaba su panza que se abultaba, y se veía grande porque tú estabas ahí dentro antes de nacer.

Para terminar, quiero contarte que cuando eras un bebé; tu mamá te daba de comer pura leche que le salía de sus pechos, hasta que creciste y pudiste comer otra cosa.

Los pechos los puedes encontrar un poco arriba de la panza.

4.-Haz lo siguiente; pon tus dos manos en tu panza, y luego, las mueves un poco hacia arriba, justo ahí, se encuentran los pechos de las madres.

Esas son las cuatro características básicas para identificar a los animales mamíferos.

5.- Ahora intenta recordarlas haciendo memoria de lo que ibas haciendo con las manos.

Para hacer más interesante y dinámico el aprendizaje, se programaron las instrucciones guía en el asistente como un juego, al que le llamamos "*Hazlo y Dilo*" como se indica a continuación:

Preparación del ambiente:

Se colocó el material didáctico de algunos animales de cada tipo en un cesto pequeño y se puso al alcance de la mano del alumno; se ayudó al estudiante a colocarse frente a la computadora donde estaba instalado el AVI-STI Tiflo; el usuario espera indicaciones para interactuar con el asistente y recibir la orientación por parte del asistente sobre las operaciones a realizar.

Notas:

- Cabe aclarar que sólo fue posible conseguir algunos animales más comunes de cada tipo, por lo tanto, solo se probó con los que se contaba en ese momento.
- En esta etapa se planearon sesiones de máximo 20 minutos por cada niño, podían repetir el ejercicio tantas veces como les diera tiempo de hacerlo.
- La finalidad fue adquirir el concepto de la clasificación de los animales vertebrados a través de la guía del AVI-STI Tiflo utilizando representaciones físicas como material didáctico, usar la verbalización al momento de explorar y hacer el reconocimiento físico de cada animal, y concluir con producción verbal de una historia corta utilizando las características esenciales de los animales, esto con la finalidad de comprobar la adquisición del concepto.

7.2.13. Análisis del caso A

En la siguiente gráfica, se presentan los resultados de aprendizaje para el caso A, masculino de 7 años que cursa 1º de primaria en condición de ceguera, inicia en la primera etapa (Material-Materializado) de acuerdo con su diagnóstico de desarrollo cognitivo, esto significa, que el niño no tiene ningún referente cognitivo claro acerca del concepto *animales mamíferos*; se observó que puede identificar algunas de sus características pero no puede diferenciarlos de otros animales.

Necesita usar el tacto para tocar físicamente el material didáctico de apoyo y explorar el objeto con sus manos, reconocer su forma, sus partes y características para crear *una imagen mental* del objeto a asimilar, esta última función cognitiva corresponde a la segunda etapa de formación denominada Perceptivo-Simbólico de acuerdo con la *teoría de la actividad en la enseñanza* utilizada en este estudio.

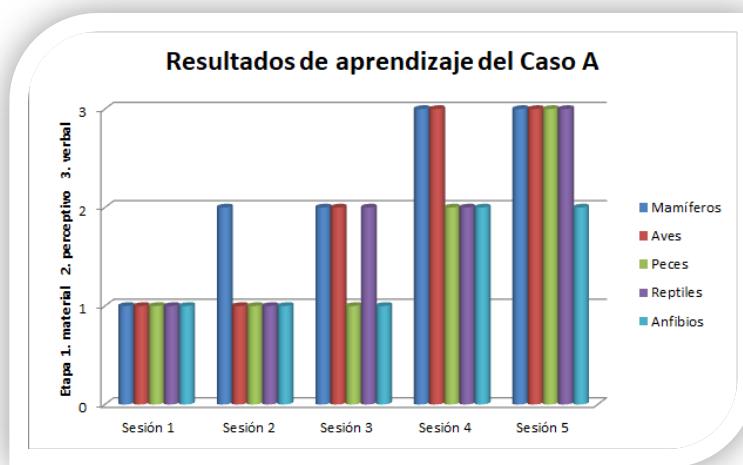


Figura.44. Resultados de aprendizaje del caso A

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la gráfica anterior correspondiente a los resultados de aprendizaje del caso del niño A, la primera sesión sirvió prácticamente para explorar físicamente todos los animales, es decir, se mantuvo en la fase Material-Materializada, en la segunda sesión logró pasar a la siguiente fase de la formación (plano Perceptivo-Simbólico) sólo en el caso de los animales mamíferos, los demás grupos permanecieron en la primera fase del desarrollo.

En la tercera sesión el alumno alcanzó la fase Perceptivo-Simbólica en tres grupos de animales (mamíferos, aves y reptiles) quedando rezagadas en el primer nivel de desarrollo el grupo de los peces y los anfibios; aunque en esta segunda etapa, se prepara al estudiante para dar el paso a la forma verbal, para lo cual, es necesario acostumbrar a los niños a pronunciar todas las operaciones perceptivo-mentales que iban realizando cuando trabajaban con la forma material-materializada en la exploración del objeto de conocimiento, es decir, con el material didáctico, animales disecados o de juguete; se le olvidaba describir lo que tocaba y constantemente, había que recordarle al niño que debería nombrar todo lo que iba haciendo al explorar con las manos el objeto a asimilar.

En la cuarta sesión logró la adquisición del concepto de mamíferos y aves, mientras peces, reptiles, y anfibios permanecían en la segunda etapa del desarrollo. En la quinta sesión se alcanza la etapa verbal de otros dos grupos, los peces y reptiles, y quedando rezagado el grupo de anfibios, pero está en vías de adquirir el concepto.

7.2.14. Evaluación del proceso de adquisición del concepto

Las siguientes explicaciones derivadas del proceso del proceso de enseñanza-aprendizaje acorde con la teoría de la actividad en la enseñanza, se aplicó para todos los casos. Al finalizar cada repetición por cada una de las sesiones, se le preguntaba al alumno que recordaba de lo que le había enseñado a hacer el AVI-STI-Tiflo para aprender los conceptos, y se observó que, conforme repetía el juego de *Hazlo y Dilo* en la segunda fase, gradualmente, la acción mental de materialización iba desapareciendo, y la acción verbal comenzaba a desarrollarse, aunque no de manera inmediata ni de forma clara, empero se pudo evidenciar que la materialización se transformó poco a poco en acción verbal interna.

La forma de evaluar y evidenciar la adquisición del aprendizaje, fue la descripción verbal de las características básicas del animal en cuestión; y en el mejor de los casos, mediante la *construcción de una historia o cuento corto* relacionado con lo que estaba aprendiendo, poniendo en juego, todas las características básicas definidas en la base orientadora acerca del animal que se pretendía enseñar; si el alumno logra incorporar las palabras detrás del concepto con sus significados, y la construcción del cuento o historia se da con cierta coherencia relacionada con el concepto, éste se ha adquirido hasta el nivel de aplicación de conceptos.

Es así como se evalúa y comprueba el alcance del objetivo de aprendizaje, asimismo, se tiene **control** en la ejecución de la acción; y al hacer presente este elemento de la teoría, se obtienen mejores resultados en el aprendizaje que si sólo se tuviera el diseño instruccional como una secuencia de acciones educativas.

7.2.15. Análisis del caso B

En la siguiente gráfica, se presentan los resultados para el caso del niño B, masculino de 7 años que cursa 1º de primaria en condición de ceguera; inicia en las mismas condiciones de aprendizaje que

el caso A, también necesita usar el tacto para tocar físicamente el material didáctico de apoyo y explorar el objeto con sus manos.

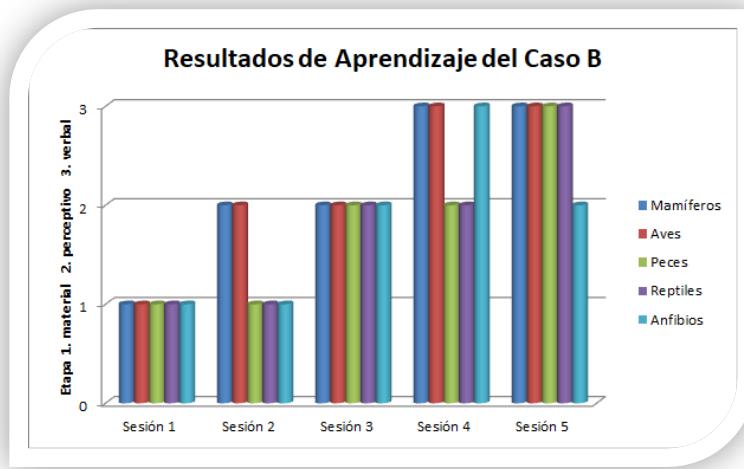


Figura 45. Resultados de aprendizaje del caso B

Fuente: Elaboración propia.

Como puede apreciarse en la gráfica anterior, en la primera sesión, el niño B comenzó por la primera etapa, Material-Materializado, explorando todos los grupos de animales vertebrados, en la segunda sesión logró pasar a la siguiente fase de la formación, al plano Perceptivo-Simbólico en los grupos de mamíferos y aves pero no en los peces, reptiles ni anfibios. En este caso, fue necesario repetirle dos veces que tenía que describir con la voz lo que iba sintiendo al explorar el objeto con sus manos, para que no se le olvidaran las características de los grupos rezagados. Durante la tercera sesión alcanzó la etapa Perceptivo-Simbólica de todos los grupos de animales; en la cuarta sesión comenzó a adquirir el concepto de tres grupos: mamíferos, aves y anfibios, quedando rezagados los conceptos de peces y reptiles. Al llegar a la quinta sesión pudo asimilar el concepto de peces y reptiles, y el concepto de anfibios alcanzado en la sesión anterior retrocedió al nivel Perceptivo-Simbólico, se equivocó en una característica de los anfibios; esto significa que, aún está en proceso de formación del concepto, es decir que, su desarrollo cognitivo avanzó dos estadios de acuerdo a la teoría de la actividad en la enseñanza, pasó de la zona de desarrollo real que era el nivel Material-Materializado inicial, a la creación del concepto mental, nivel Perceptivo-Simbólico, y de éste a la zona de desarrollo potencial que es el nivel Lógico-Verbal, a través de la enseñanza guiada por el docente y por el asistente Tiflo.

7.2.16. Análisis del caso C

En la siguiente gráfica, se presentan los resultados para el caso del niño C, masculino de 7 años que cursa 1º de primaria en condición de ceguera; inicia en las mismas condiciones de aprendizaje que el caso A, también necesita usar el tacto para tocar físicamente el material didáctico de apoyo y explorar el objeto con sus manos.

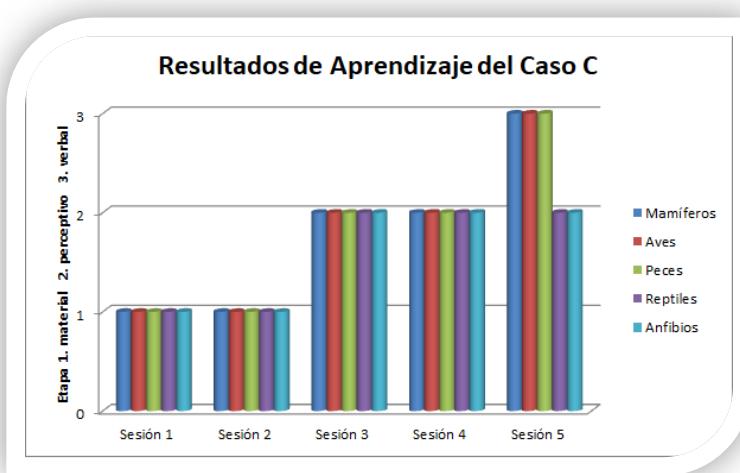


Figura 46. Resultados de aprendizaje del caso C

Fuente: Elaboración propia.

Como puede apreciarse en la gráfica anterior, en la primera sesión, el niño C, con 7 años de edad, cursaba primer año; comenzó en la primera etapa Material-Materializado, en la segunda sesión alcanzó a desarrollar la etapa del plano Perceptivo-Simbólico y se mantuvo en el periodo preconceptual hasta la tercera sesión; se observó que las acciones sensorio motoras (acciones de exploración del objeto) se hacían sin el uso de lenguaje (no describía lo que iba haciendo), por lo tanto, la construcción de las imágenes mentales del objeto era deficiente, y no podía reconocer las características esenciales del animal. En la cuarta sesión alcanzó a desarrollar la etapa verbal y adquisición del concepto.

7.2.17. Análisis del caso D

En la siguiente gráfica, se presentan los resultados para el caso de la niña D, que inicia en las mismas condiciones que el caso A.

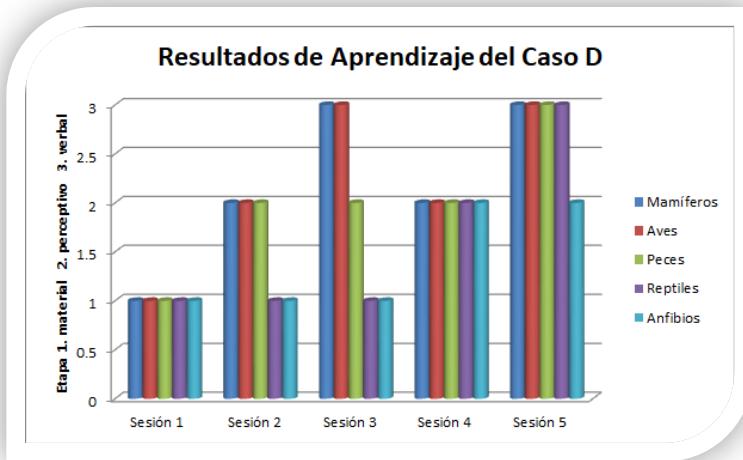


Figura 47. Resultados de aprendizaje del caso D

Fuente: Elaboración propia.

Como puede apreciarse en la gráfica anterior, en la primera sesión, la niña D, con 8 años de edad, cursaba primer año; su desarrollo se diagnosticó en la primera etapa Material-Materializado, y desde la primera sesión alcanzó a desarrollar la etapa del plano Perceptivo-Simbólico y se mantuvo en el periodo preconceptual hasta la segunda sesión; en la tercera sesión se cae a la primera etapa; se observó que al tratar de recordar las características esenciales de los animales mamíferos automáticamente buscó en el cesto donde se localizaba el material didáctico para recurrir a la exploración sensorial, lo que hace pensar, que la construcción de las imágenes mentales del objeto era deficiente. En la cuarta sesión alcanzó a desarrollar la etapa verbal y adquisición del concepto.

7.2.18. Análisis del caso E

En la siguiente gráfica, se presentan los resultados para el caso del niño E, que inicia en las mismas condiciones que el caso A.

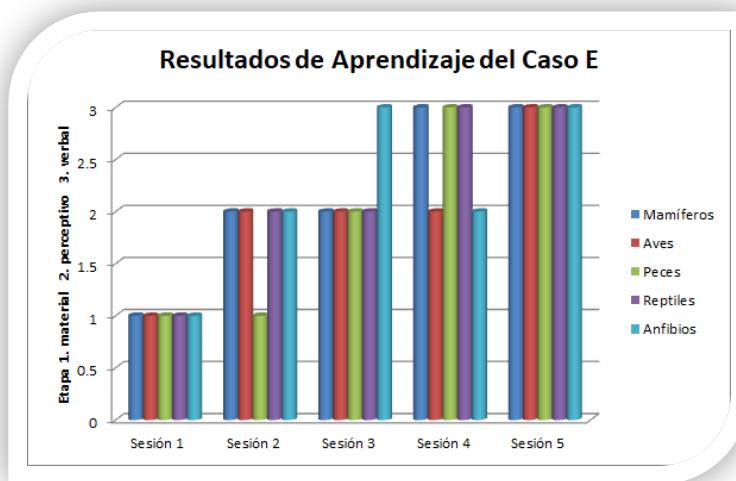


Figura 48. Resultados de aprendizaje del caso E

Fuente: Elaboración propia.

Como puede apreciarse en la gráfica anterior, en la primera sesión, el niño E, con 7 años de edad, cursaba primer año; comenzó en la primera etapa Material-Materializado, en la primera se mantuvo en la etapa Material-Materializado, en la segunda sesión alcanzó a desarrollar la etapa del plano Perceptivo-Simbólico en los grupos de mamíferos, aves, reptiles y anfibios, aunque el concepto de peces se mantuvo en el periodo preconceptual. A partir de la tercera sesión se mantuvo en la etapa Perceptivo-Simbólica y el concepto de anfibios lo consiguió en esta fase. En la cuarta sesión, se mantuvo el concepto de mamíferos, peces reptiles pero el concepto de aves se mantuvo en la segunda fase, y se cayó el concepto de anfibios; sin embargo, la adquisición de todos los conceptos lo logró en la quinta sesión.

7.2.19. Análisis del caso F

En la siguiente gráfica, se presentan los resultados para el caso del niño F, con 11 años de edad, que cursaba tercer año de primaria, inicia en las mismas condiciones que el caso A.

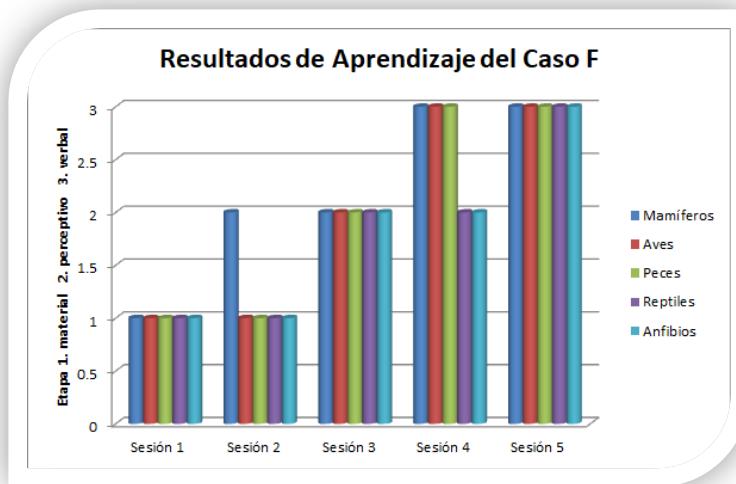


Figura 49. Resultados de aprendizaje del caso F

Fuente: Elaboración propia.

Como puede apreciarse en la gráfica anterior, en la primera sesión, para el niño F su diagnóstico lo ubicó en la primera etapa Material-Materializado, sin embargo, en la segunda sesión alcanzó a desarrollar el concepto mental correspondiente a la segunda etapa del desarrollo, plano Perceptivo-Simbólico en la categoría de mamíferos, y se mantuvo en el periodo preconceptual durante esa sesión para los demás grupos de animales; se observó que a partir de la guía recibida, en la tercera sesión alcanzó el segundo nivel del desarrollo intelectual en todas las categorías de animales; en la sesión 4 se apropió de los conceptos de mamíferos, aves y peces, quedando rezagados los conceptos de reptiles y anfibios; en la sesión 5 adquirió todos los conceptos.

Cabe aclarar, que de acuerdo con la teoría de la actividad en la enseñanza, desde los nueve años los niños alcanzan el nivel Lógico-Verbal, el hecho de que los casos F y G a la edad de 11 años estén cursando el tercer año de primaria y su diagnóstico los haya ubicado en el plano Material-Materializado, muestra cierta discrepancia en su desarrollo cognitivo.

7.2.20. Análisis del caso G

En la siguiente gráfica, se presentan los resultados para el caso de la niña G, con 11 años de edad, que cursaba tercer año de primaria, inicia en las mismas condiciones que el caso A.

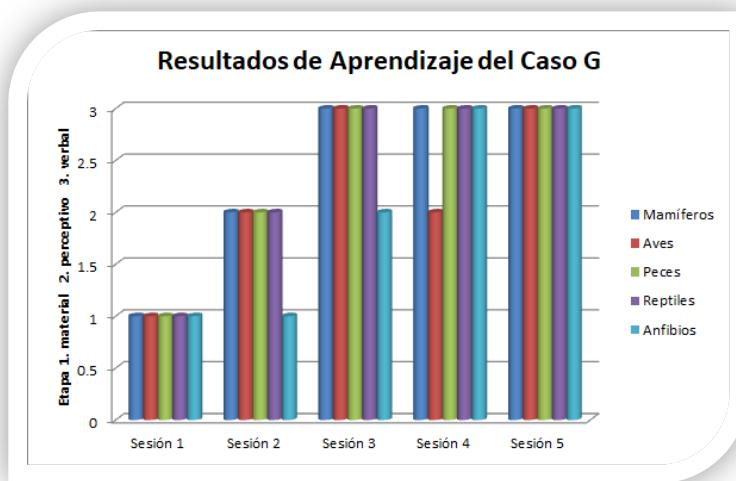


Figura 50. Resultados de aprendizaje del caso G

Fuente: Elaboración propia.

Como puede apreciarse en la gráfica anterior, en la primera sesión, para la niña G su diagnóstico la ubicó en la primera etapa Material-Materializado y se mantuvo ahí durante la primera sesión haciendo la exploración y el reconocimiento de los distintos materiales didácticos acerca de los animales, sin embargo, en la segunda sesión alcanzó a desarrollar la etapa del plano Perceptivo-Simbólico en 4 grupos de animales, mamíferos, aves, peces y reptiles, y la construcción del concepto de anfibios se mantuvo en la fase material-materializada; se observó que en la tercera sesión adquirió los conceptos de mamíferos, aves, peces, y reptiles quedando rezagado en el plano Perceptivo-Simbólico solo el concepto de anfibios; durante la cuarta sesión se mantuvieron los conceptos de mamíferos peces y reptiles, se apropió del concepto de anfibios y el concepto de aves retrocedió al plano Perceptivo-Simbólico; sin embargo en la quinta sesión adquirió todos los conceptos.

7.2.21. Análisis del caso H

En la siguiente gráfica, se presentan los resultados para el caso de la niña H, con 11 años de edad, que cursaba cuarto año de primaria, inicia en las mismas condiciones que el caso A.

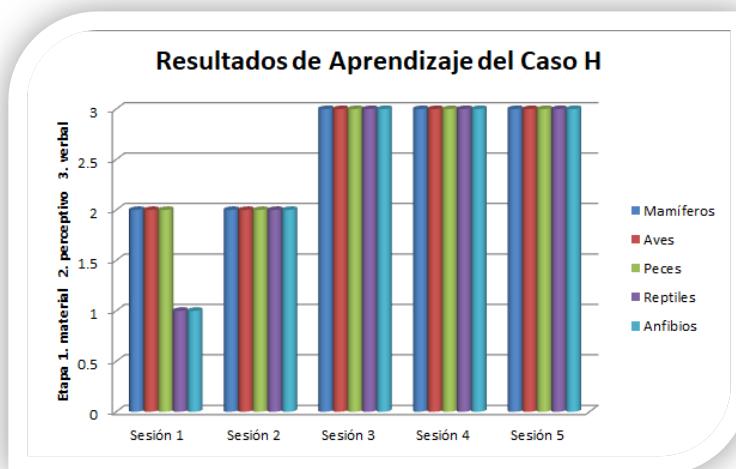


Figura 51. Resultados de aprendizaje del caso H

Fuente: Elaboración propia.

Como puede apreciarse en la gráfica anterior, en la primera sesión, para la niña H su diagnóstico la ubicó en la primera etapa Material-Materializado solo en dos grupos, los conceptos de reptiles y peces, y durante la primera sesión alcanzó a desarrollar la etapa del plano Perceptivo-Simbólico en los grupos de mamíferos, aves y peces; durante la segunda sesión alcanzó a nivelar todos los conceptos, a partir de la tercera sesión adquirió todos los conceptos u se mantuvieron hasta la última sesión.

Cabe aclarar, que de acuerdo con la teoría de la actividad en la enseñanza, desde los nueve años los niños alcanzan el nivel Lógico-Verbal y este caso sólo muestra ligero desfase en su desarrollo cognitivo.

Variable: Aprendizaje.

Dimensión de la variable: Método de formación por etapas de las acciones mentales.

Se midieron los siguientes indicadores: *Operación base orientadora de la nueva acción*, *Operación ejecutora de la acción*, *Operación de control-regulación de la acción*; para los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

El tipo de base orientadora de la acción que se empleó fue la siguiente: característica de generalización concreta, carácter completo y el medio de obtención dependiente; eso significa que el modelo de BOA elegido se caracteriza por brindar la esencia de todas las condiciones necesarias

para la realización correcta de la acción; es decir, que las condiciones de aprendizaje de cada grupo de animales a aprender se le dan al usuario preparadas de antemano, y de forma específica, ésta sólo es útil para un tipo en particular de animal vertebrado. Al ser un tipo de orientación muy concreta se da de forma rápida y sin errores, de tal forma, que los alumnos tienen una guía simple y efectiva mediada por el AVI-STI Tiflo.

Para la teoría de la actividad en la enseñanza, el control constituye un elemento importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje; por lo tanto, con la finalidad de llevar a cabo la operación de control-regulación de la acción, se emplearon los 3 momentos o tipos básicos: control previo, control corriente y control final. El control previo consistió en establecer el nivel inicial o de partida del conocimiento previo que tenían los alumnos sobre los conceptos a aprender, y ubicarlo en cualquiera de las 3 etapas del desarrollo cognitivo (Material-Materializado, Perceptivo-Simbólico y Lógico-Verbal).

Esto permite construir los nuevos conocimientos considerando sus particularidades de discapacidad y de acuerdo a su nivel cognitivo de desarrollo diagnosticado como previo para asimilar adecuadamente los conceptos nuevos. El control corriente se refiere a brindarle apoyo u orientación en el momento que comete un error sobre el concepto que está aprendiendo; de acuerdo a la teoría corregir sus fallas de forma inmediata contribuye a un proceso de asimilación exitoso, de esta manera se evita que los conceptos se asimilen incompletos, insuficientes o mal construidos.

Variable: Aprendizaje.

Dimensión de la variable: Grado de la formación de conceptos.

Se midieron los siguientes indicadores: **Formación del aspecto material de la acción, Formación del aspecto perceptivo de la acción, Formación del aspecto verbal externo;** para los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

Caso	# de conceptos en Etapa Material	# de conceptos en Etapa Perceptiva	# de conceptos en Etapa Verbal
A	0	1	4
B	0	1	4
C	0	2	3
D	0	1	4
E	0	0	5
F	0	0	5
G	0	0	5
H	0	0	5
Totales	0	5	35

Tabla 24. Resultados de los estadíos de las etapas de formación del grupo de investigación

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se muestran el total de conceptos adquiridos que obtuvo cada alumno con la intervención educativa; en total se alcanzó el 87% de apropiación de conceptos (35 conceptos), el 12.5% (5 conceptos) restante pasó de la etapa Material-Materializada al siguiente estadio correspondiente a la etapa Pereptivo-Simbólica, es decir, que está en proceso de adquirir el concepto en su fase más avanzada y en posibilidades de aplicarlo.

Variable: Asistente Virtual Inteligente (AVI).

Dimensión de la variable: Grado de satisfacción del AVI.

Se midieron los siguientes indicadores: *Adaptación del AVI a la población de estudio; Amigabilidad de la interfaz, Utilidad de la herramienta, Necesidad de la herramienta, Innovación en el campo de aplicación*; para los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

La siguiente tabla de resultados corresponde a la evaluación de parte de los expertos en educación para discapacitados visuales y tecnología educativa.

Aspecto	Alto	Moderado	Bajo	Nulo	No Contestó
Adaptación del AVI a la población de estudio	5	3	0		
Amigabilidad de la interfaz	3	4	1		
Utilidad de la herramienta	3	4	1		
Necesidad de la herramienta	6	0	0		2
Innovación en el campo	5	2	1		
Diseño conversacional del AVI	1	7	0		
Nivel de reconocimiento del lenguaje natural	2	4	2		
Nivel de interacción humano-computadora	1	6	1		
Nivel de comunicación y efectividad	1	5	2		
Nivel de rendimiento	2	4	1	1	
Diseño de la personalidad del asistente	2	3	2	1	
Diseño de la empatía del asistente	3	3	2		

Tabla 25. Resultados de evaluación de expertos al AVI-STI

Fuente: Elaboración propia.

Se evaluó con el 62% de adaptabilidad alta a la población de estudio, correspondiente a la aplicación en 5 alumnos, y el 38% restante con adaptabilidad moderada aplicado a 3 alumnos. La amigabilidad de la interfaz fue evaluada en un 50% como moderada aplicada a 4 alumnos, un 37% como amigabilidad alta aplicado a 3 alumnos, y un 13% de baja amigabilidad para un estudiante. La utilidad de la herramienta fue evaluada en un 50% como moderada aplicada a 4 alumnos, un 37% como utilidad alta aplicado a 3 alumnos, y un 13% de baja utilidad para un estudiante.

Se evaluó con el 75% de necesidad de una herramienta como esta para este sector de población de acuerdo a la aplicación con 6 alumnos del grupo de estudio, y el 25% restante no contestó a esta pregunta. Se evaluó con el 62% como un sistema alto en innovación para este campo de estudio de acuerdo a la aplicación con 5 estudiantes del grupo de estudio, un 25% considera una innovación moderada aplicado a 2 alumnos, y un 13% de aplicaciones correspondiente a 1 alumno donde se menciona que es baja la innovación en este sector de población, porque considera que en este ámbito de población si hay aplicaciones de la inteligencia artificial para otras cosas como gafas y bastones para ciegos, aunque no necesariamente para el aprendizaje de conceptos.

Variable: Asistente Virtual Inteligente (AVI).

Dimensión de la variable Grado de usabilidad de la interfaz del AVI.

Se midieron los siguientes indicadores: **Diseño conversacional del AVI, Nivel de reconocimiento del lenguaje natural, Nivel de interacción humano-computadora, Nivel de comunicación y efectividad, y el Nivel de rendimiento del AVI**; para los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

Se evaluó el *diseño conversacional* del AVI con un 88% como *moderado* como resultado de la aplicación de 7 estudiantes del grupo de estudio, y un 12% como *diseño alto* desde la perspectiva de aplicación con un alumno. Se evaluó el nivel de *reconocimiento del lenguaje natural* con un 50% como *moderado* proveniente de la aplicación a 4 estudiantes, el 25% como lo calificó como *alto* derivado de la aplicación de 2 alumnos, y el otro 25% como *bajo nivel de reconocimiento del lenguaje natural* correspondiente a la aplicación de 2 estudiantes.

La evaluación del *nivel de interacción humano-computadora* fue evaluada por la aplicación con 6 alumnos con el 75% como *moderada*, un 13% se consideró como *alta interacción* derivado de la aplicación de un alumno, y otro 13% consideró como *baja interacción* proveniente de la aplicación con un alumno. La evaluación del *nivel de comunicación y efectividad* se dio en un 63% como *moderado* correspondiente a la aplicación de 5 alumnos, y el 12% considera que el *nivel de comunicación es alto*, dato que proviene de la aplicación de un estudiante, y el 25% restante correspondiente a 2 alumnos considera que es *bajo el nivel de comunicación y efectividad del AVI*.

La evaluación del *nivel de rendimiento del AVI* fue del 50% como *moderado* derivado de la aplicación de 4 estudiantes del grupo de investigación, 25% considera como *rendimiento alto*

proveniente de 2 alumnos, el 12.5% correspondiente a la aplicación a un alumno califica como *bajo rendimiento*, y el 12.5% restante de otro alumno como *rendimiento nulo*. Este último por los errores que cometió el asistente para ejecutar el comando que quería el usuario.

Variable: Asistente Virtual Inteligente (AVI).

Dimensión de la variable Grado de accesibilidad de la interfaz del AVI.

Se midieron los siguientes indicadores: *Diseño de la personalidad del AVI*, *Diseño de la empatía del asistente para esta población*, *Diseño atractivo*, *Susceptibilidad de mejoras*, *Diseño recomendable para discapacidad visual*; para los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

La evaluación del *diseño de la personalidad del AVI* fue evaluada con el 37% como *moderada* derivada de la aplicación con 3 estudiantes del grupo de estudio; el 25% como *personalidad alta* proveniente de la aplicación con 2 estudiantes, otro 25% como *personalidad baja* de la aplicación de otros dos alumnos, y por último, de la aplicación de un alumno se consideró como *nula la personalidad del AVI*. Para la evaluación sobre el diseño de la empatía del asistente, se obtuvo que el 37% considera alta empatía con el grupo de investigación, dato derivado de la aplicación a 2 alumnos, el 25% considera la empatía moderada derivado de la aplicación a 2 alumnos, otro 25% considera la empatía baja, dato proveniente de la aplicación a 2 estudiantes, y el 13% considera la empatía nula en dato de la aplicación a un alumno.

El atractivo del diseño se evaluó con una escala Likert, al preguntarles si *¿Considera que el uso de un AVI con interfaz de voz crea un ambiente atractivo para el uso de las TIC y el aprendizaje de estudiantes con discapacidad visual?*, se obtuvo que 3 están totalmente de acuerdo con el diseño atractivo del AVI, 3 están de acuerdo y 1 ni de acuerdo ni en desacuerdo.

Variable: Diseño tecnopedagógico.

Dimensión de la variable: Componentes del método de Sistema Tutor Inteligente.

Se midieron los siguientes indicadores: *Módulo del alumno*, *Módulo pedagógico*, *Módulo del dominio de enseñanza*; para los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

Para los tres ítems utilizados para medir la pertinencia del diseño tecno-pedagógico:

1. *La intervención está graduada en base al grado de evolución del desarrollo cognitivo y estado del conocimiento del alumno?*

2. *El proceso de enseñanza-aprendizaje está organizado de acuerdo a las necesidades cognitivas y físicas del estudiante invitado?*
3. *El cuerpo de conocimientos que se transmite al aprendiz es suficiente y adecuado para la población de estudio?*

Se midió con una escala Likert de (Totalmente de acuerdo, De acuerdo, Ni de acuerdo Ni en Desacuerdo, En desacuerdo, y Totalmente en desacuerdo), y utilizando una ponderación de (100, 80, 60, 40, 20) respectivamente, se obtuvo el 80% de aceptación del diseño instruccional tecnopedagógico.

A continuación se muestran las características del grupo control y se describen los resultados obtenidos en la intervención educativa.

DIAGNÓSTICO DEL GRUPO CONTROL				DIAGNÓSTICO			Etapa de desarrollo			Conceptos	
Caso	Sexo	Edad	Grado	Condición	Sabe Leer/Escribir	Conocimientos previos	Etapa M-M	Etapa Perceptiva	Etapa Verbal	Identifica	Aplica
A'	M	7	1o	Visión normal	1	NO	0	1	0	NO	NO
B'	M	7	1o	Visión normal	1	NO	0	1	0	NO	NO
C'	M	7	1o	Visión normal	1	NO	0	1	0	NO	NO
D'	F	8	2o	Visión normal	1	NO	0	1	0	NO	NO
E'	M	7	1o	Visión normal	1	NO	0	1	0	NO	NO
F'	M	11	5o	Visión normal	1	SI	0	1	0	SI	SI
G'	F	11	5o	Visión normal	1	SI	0	1	0	SI	NO
H'	F	11	5o	Visión normal	1	SI	0	0	1	SI	NO

Tabla 26. Características del grupo control

Fuente: Elaboración propia.

El 62.5% de los alumnos del grupo control tuvieron las características muy parecidas al grupo de investigación, el 37.5% restante aunque tienen la misma edad y pertenecen al mismo género cursan un grado escolar superior que el grupo de investigación, su diagnóstico los ubicó en conocimientos previos sobre el tema a enseñar; dos alumnos se encontraban en la etapa de desarrollo cognitivo Perceptivo-Simbólica y un alumno en la etapa Lógico-Verbal, los tres podían identificar los conceptos aunque solo un estudiante pudo aplicar los conceptos en una historia corta utilizando las características básicas de cada grupo de animales.

Para los primeros 5 estudiantes que coincidían en las características del grupo de investigación se pudo aplicar la intervención con resultados muy satisfactorios, ya que desde la segunda sesión adquirieron todos los conceptos. Se pudo comprobar que los alumnos sin discapacidad visual son más rápidos en la adquisición de nuevos conocimientos, haciéndolo en menos de la mitad del tiempo que un alumno con discapacidad visual.

Capítulo 8. Conclusiones y recomendaciones

En este apartado se abordan las conclusiones derivadas del análisis de la teoría con los datos recolectados en campo, así como su contrastación con los objetivos e hipótesis de investigación planteados. Asimismo, se integran las recomendaciones sobre los rasgos de mayor cuidado al implementar un asistente virtual inteligente como tutor para el aprendizaje, y aquellos elementos que impidieron la implementación de forma adecuada para el sector de población del estudio.

La contrastación de los resultados con los objetivos de la investigación son los siguientes:

El primer objetivo era especificar el nivel de impacto de los sistemas asistentes basados en inteligencia artificial en el uso y aprendizaje de las TIC en niños invidentes o débiles visuales. Al respecto, se encontró que los sistemas asistentes tienen impacto positivo tanto en el uso de la computadora como para el aprendizaje de los niños con discapacidad visual, siempre y cuando el niño no tenga problemas de lenguaje o discapacidad intelectual que impidan una comunicación aceptable entre el usuario y la computadora. Se observó que los niños con baja visión son los que más rápido se adaptan a la intervención educativa mediada por el asistente, y obtienen mejores resultados que los invidentes porque éstos son más lentos que los primeros, sin embargo, funciona para los dos tipos de alumnos.

Los sistemas asistentes vistos como auxiliares en el manejo de un equipo de cómputo, facilitan la interacción usuario-computadora y resultan atractivos para el alumno. Desde el punto de vista del uso, el impacto que tuvo en la población de estudio en cuanto a la aceptación del AVI-STI Tiflo fue del 82%, sin embargo, para la especialista en educación especial en condiciones de discapacidad visual, le merece un 70% de aceptación, aun con esta diferencia, el impacto es positivo y representativo. Desde la perspectiva del aprendizaje, se obtuvo que el 50% de los casos analizados lograron aprender todos los conceptos de la clasificación de animales vertebrados, el otro 50% pudo aprender bien 3 de 5 conceptos, y los otros dos conceptos restantes están en proceso de adquisición.

El segundo objetivo perseguía definir las características del diseño instruccional basado en la metodología de Sistemas Tutores Inteligentes que posibilitara y facilitara la adquisición de conocimientos a través de un sistema de asistencia a niños invidentes. Los componentes que se proponen en los STI tales como el módulo del alumno que considera el estado del conocimiento del receptor (usuario), el módulo pedagógico que se refiere al proceso de enseñanza y el módulo del

dominio de enseñanza que se refiere al cuerpo de conocimientos que se transmitirán al aprendiz fueron suficientes para lograr el objetivo de aprendizaje. La comunicación por comandos de voz resultó una característica importante que posibilitó y facilitó no solo la interacción humano-computadora, sino la adquisición de conceptos de ciencias a través del sistema de asistencia de una forma más natural.

Por último, el objetivo de comparar los resultados de aprendizaje entre los alumnos videntes con relación a los discapacitados visuales, se pudo comprobar que los niños con ceguera y debilidad visual sin problemas de lenguaje ni discapacidad intelectual pueden adquirir conocimientos usando las TIC igual que lo hace un niño vidente del grupo control empleado, excepto que les lleva más tiempo en la adquisición del concepto pero obtienen resultados similares.

Las hipótesis propuestas se han comprobado, la primera sobre el planteamiento de utilizar un Sistema Inteligente con tecnología auditiva y reconocimiento de voz facilita la comunicación e interacción hombre-máquina en alumnos con discapacidad visual. La segunda, el uso de un diseño instruccional (proceso de enseñanza-aprendizaje) basado en sistemas tutores inteligentes y la aplicación de la teoría de la actividad en la enseñanza permitieron la construcción de aprendizajes sobre conceptos de ciencias naturales en estudiantes con discapacidad visual.

Se evidenció que es posible configurar a la computadora como una herramienta tiflotecnológica incorporando la inteligencia artificial que permita crear ambientes interactivos de aprendizaje, personalizados y controlados por voz. Es de gran importancia que al desarrollar herramientas tecnológicas de apoyo a personas con discapacidad visual se privilegien las cualidades del software relacionadas con la *usabilidad* (facilidad de uso) y la *accesibilidad* (apta para personas con discapacidad).

Un asistente virtual inteligente (AVI) puede fungir como un sistema tutor inteligente (STI) para la enseñanza-aprendizaje de cualquier área de estudio siempre y cuando se le dé el mismo peso a la parte didáctico-pedagógica que a la tecnológica. Es necesario planear a detalle la intervención educativa mediada o soportada por TIC con un diseño tecno-pedagógico acorde a las necesidades de los usuarios, considerando el grado o nivel escolar utilizando recursos tecnológicos y pedagógicos adecuados a sus capacidades físicas.

Los niños con problemas de lenguaje no son aptos para aprovechar todo el potencial de esta herramienta tiflotecnológica. El sistema que se plantea en el presente trabajo de investigación, no solo puede ser usado por personas con discapacidad visual, también puede ser de gran utilidad a personas con discapacidad física, por ejemplo, aquellas que no cuentan con extremidades, tanto inferiores como superiores como: brazos, antebrazos, manos o pies, miembros que permiten la movilidad y capacidad para manipular y sujetar objetos, ya que enfrentarían barreras para utilizar la computadora o dispositivos tecnológicos, y por consiguiente, depender de terceras personas para hacer uso de la tecnología y limitación de acceso a nuevos conocimientos.

La opinión de los expertos permitió acercarnos a la atención de las necesidades y retos que enfrenta la comunidad con discapacidad visual, no solo para efectos de comunicación, interacción y aprendizaje de las TIC, sino el aprendizaje a través del uso de las TIC, y sin el apoyo de otras personas resulta prácticamente imposible, se recomienda que se realice trabajo interdisciplinario para generar mayor impacto.

La teoría de la actividad en la enseñanza mostró ser apta para el aprendizaje de conceptos en niños con discapacidad visual mediada y guiada sin la intervención directa del maestro, tan solo utilizando un asistente virtual comandado por voz.

El reconocimiento de patrones de voz para la personalización del sistema a cada niño presenta algunos problemas en el entrenamiento para lograr un reconocimiento efectivo, ya que fue un proceso lento y requiere ser planificado adecuadamente. Los entornos con mucho ruido no ayudan al asistente a tener una buena recepción del mensaje del usuario y puede no entender nada, entender otra cosa, o tardar mucho tiempo en contestar, se recomienda usar el sistema en ambientes bajos en ruido para trabajar adecuadamente con el asistente.

Las pruebas demostraron que en sesiones grupales a micrófono abierto, una respuesta programada en el asistente puede tardar hasta 5 segundos en dar respuesta, y puede no contestar a preguntas sin respuesta, o contestar otra cosa. Crear ambientes personales de aprendizaje apoyados con un asistente virtual o sistema tutor inteligente, brinda soporte tecnológico a la discapacidad visual, posibilitan y potencian su desarrollo personal y contribuyen a su independencia.

Para desarrollar un ambiente personal de aprendizaje atractivo se debe considerar el diseño desde un enfoque lúdico que incluya actividades de aprendizaje acorde a las capacidades de la población que

va dirigido, nivel escolar, y juegos interactivos relacionados a los temas que se pretenden enseñar o aprender. El uso del lenguaje natural en la herramienta tiflotecnológica resultó innovador, intuitivo, accesible y atractivo para los niños, además de que implica menor tiempo para aprender utilizando la computadora y considerando su propio ritmo.

El uso de las TIC en este sector de población los inserta en la era digital y contribuye a la inclusión educativa y social de forma más sencilla. El uso de la herramienta permitió generar dinámicas de socialización entre los integrantes del grupo y aprender jugando en equipo. Para los niños con falta de estimulación no fueron suficientes las 5 sesiones programadas originalmente, por lo tanto es conveniente dejarlos repetir las lecciones tantas veces sea necesario y dejarlos aprender a su propio ritmo.

Las lecciones deben estar grabadas a una velocidad lenta para coadyuvar a la comprensión de los temas, de lo contrario captan muy poco. Se recomienda que la creación de los contenidos sean muy concretos y con una densidad mínima de terminología relacionada con el tema de estudio para evitar confusiones. De manera general, se observó que es viable utilizar un asistente virtual inteligente como tutor para el aprendizaje de niños con discapacidad visual, aunque el tiempo que consumen para tener un aprendizaje significativo depende en gran medida del nivel de desarrollo cognitivo, acercamiento y actitud que tengan frente a la tecnología.

La forma en como la teoría de la actividad en la enseñanza permite ir concatenando las acciones mentales es apta para niños con discapacidad visual; y, con el uso de los artefactos cognitivos (*juego de Hazlo y Dilo* actividad para verbalizar) se propicia el andamiaje cognitivo para pasar del nivel Material-Materializado al Perceptivo-simbólico, y de éste, al Lógico-Verbal, facilitando la construcción de un aprendizaje significativo basado en un verdadero constructivismo.

Cuando el alumno llega al plano Lógico-Verbal, ya es capaz de pasar de la verbalización interna, que es la construcción *mental del objeto de conocimiento más los significados de las palabras básicas detrás del concepto* a la verbalización externa o expresión oral del concepto claramente. Para el caso de los alumnos que se mantuvieron en la segunda etapa porque no podían recordar las características básicas de los animales que les dio el Asistente Tiflo en la base orientadora de la acción (BOA), es un problema inherente al estudiante no al asistente. Se recomienda apoyar a los niños que les cuesta trabajo concentrar su atención en la actividad, ya que en la fase Perceptivo-

Simbólica crean la imagen mental del objeto a aprender de forma débil y no se sostiene para recordarla fácilmente.

Definir las características básicas de los objetos de conocimiento permite hacer abstracciones más concretas y fáciles de aprender para los niños con discapacidad visual. Cabe señalar que los días de aplicación fueron lunes y miércoles, por lo tanto, la sesión 1 y la 2, se llevaron a cabo cada tercer día, y para pasar de la sesión 2 a la 3 pasaron 4 días para retomar las actividades. No se sabe con certeza si esto pudo interferir en el tiempo necesario para la adquisición del concepto.

Los resultados apoyan el rechazo de la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de trabajo

8.1. Limitaciones

Una limitación que es muy importante mencionar, es la capacidad del AVI-STI Tiflo para brindar retroalimentación suficiente y efectiva al alumno ya que se requiere de otras capacidades no programadas propias de un ser humano, como por ejemplo, si el alumno realiza o no la acción correspondiente, requiere de una observación de lo que hace el estudiante tomando en cuenta ciertos criterios de valoración. Otro ejemplo sería, observar si la acción que está ejecutando el alumno corresponde o no a la forma de la acción de la etapa de desarrollo cognitivo actual del estudiante. Por último, se puede mencionar que el AVI-STI no puede saber si la acción se forma o no con la medida adecuada de generalización, o de asimilación; es decir, que pueda observar si ha automatizado el reconocimiento del concepto, si lo hace con la suficiente rapidez o si no comete errores.

Los resultados no son concluyentes como para realizar generalizaciones a partir del estudio realizado. Los problemas asociados a la generalización científica en investigación cuantitativa se da donde existe muy poca población de estudio como es este caso; la cantidad de experimentos realizados resultaron insuficientes para la generalización de los resultados a otras poblaciones o universos de niños con discapacidad visual, sin embargo, se pueden generalizar proposiciones teóricas a partir de una generalización analítica de los casos expuestos aquí.

Bibliografía

- Amador H. L. (1996). Inteligencia artificial y sistemas expertos. Servicio de publicación de la Universidad de Córdoba, Nanuk, s.l. Serie 244. Recuperado de:
http://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/6938/Luis%20Amador_Inteligencia%20artificial_1996-1.pdf?sequence=1
- Área, M. (2015). Reconstruir el discurso pedagógico para la escuela de la sociedad digital. En J. De Pablo (coord) Los centros educativos ante el desafío de las tecnologías digitales (pp.23-53). Madrid: La Murralla.
- Área M. M. (2009). Manual Electrónico Introducción a la Tecnología Educativa. Universidad de La Laguna, España. Recuperado de:
<http://online.aliat.edu.mx/adistancia/TecEducV2/lecturas/Lectura4.pdf>
- Arrieta C. A.; Montes V. D. (2011). Alfabetización digital: Uso de las TIC's más allá de una formación instrumental y una buena infraestructura. Revista Colombiana cienc. Anim. 3(1). 2011. Recuperado de: <file:///C:/Users/erick/Downloads/Dialnet-AlfabetizacionDigitalUsoDeLasTICsMasAllaDeUnaForma-3691443.pdf>
- ANUIES (2011). Innovación Curricular en las Instituciones de Educación Superior. Pautas y procesos para su diseño y gestión. Colección documentos. 1a. Edición, México DF. Recuperado de: <http://publicaciones.anuies.mx/pdfs/libros/Libro79.pdf>
- Ávila C. R. (2014). Ciudadanía y Discapacidad. Tesis de posgrado. Universidad del País Vasco. Departamento de filosofía de los valores y antropología. recuperado de: <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/18313/9082-419-1-AvilaTH.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arellano M. y Coca P. (2012). Futbol para ciegos: los Murciélagos poblanos. Recuperado de: http://www.conapred.org.mx/index.php?contenido=noticias&id=875&id_opcion=&op=447
- Alzate P. M.V. (2003). La infancia: Concepciones y Perspectivas. Ed. Papiro. 1^a. Ed. Risaralda, Pereira, Colombia.
- Ajayu, 12(2), Agosto 2014, 135- 186, ISSN 2077-2161. Recuperado de:
<http://www.scielo.org.bo/pdf/rap/v12n2/v12n2a1.pdf>
- Alvarado M. de L. (2004). La educación "superior" femenina en el México del siglo XIX: demanda social y reto gubernamental. Primera edición. Centro de Estudios sobre la Universidad / Plaza y Valdés, S. A. de C.V.
- Aguado Díaz, A. L. (1995). Historia de las Deficiencias. Colección Tesis y Praxis. Madrid: Escuela Libre Editorial, Fundación ONCE. Recuperado de: <https://sid.usal.es/idocs/F8/8.1-5051/Libro%20Historia%20de%20las%20deficiencias.pdf>
- Aquino Z. S. P.; García M. V.; Izquierdo J. (2012). La inclusión educativa de ciegos y baja visión en el nivel superior. Un estudio de caso Revista Sinéctica no.39 Tlaquepaque jul./dic. 2012. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-109X2012000200007

Archundia S. E.; Cerón G. C. (2018). Objetos de Aprendizaje digital para personas con discapacidad visual en estructuras de datos: grafos. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo (RIDE). Vol. 8, Núm. 16 Enero – Junio 2018. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/ride/v8n16/2007-7467-ride-8-16-00289.pdf>

Anderson J. A., Rosenfeld E. (1988). Neurocomputing: Foundations of Research (v. 1). Cambridge, MA. MIT.

Acuña G. E. (2012). Análisis y diseño de la interfaz para un sistema de aprendizaje colaborativo apoyada por un agente tutor inteligente. Tesis para optar por el grado de Doctor en Diseño Línea de Investigación: Nuevas Tecnologías. Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco. DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO Especialización, Maestría y Doctorado en Diseño. Recuperado de: http://kali.azc.uam.mx/clc/02_publicaciones/tesis_dirigidas/Dr_Enrique_Acuna_Garduno.pdf

Anguera M. T. (1986). La investigación cualitativa. Recuperado de: <https://www.raco.cat/index.php/Educar/article/view/42171/94904>

Alva De la Selva, Alma Rosa (2012). Brecha e inclusión digital en México: hacia una propuesta de políticas públicas. UNAM, México.

Ariés, P. (1986). La infancia. En Revista de Educación, 281, 5-17.

Brüggen, F. (2001) «Perfectibilidad y educación: la construcción de la naturaleza en el pensamiento de Jean Jacques Rousseau» En: Echeverri Sánchez, J.A (Editor) Encuentros Pedagógicos Transculturales. Desarrollo comparado de las conceptualizaciones y experiencias pedagógicas en Colombia y Alemania. Medellín: Editorial. Universidad de Antioquia, 249-262.

BBC (2019). Braile: la historia del ingenioso niño que inventó el sistema para los invidentes. Recuperado de: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-49207740>
Bruni C. J.F., Aguirre L.N.; Murillo T. F.J.; Díaz D. H.; Fernández L. a; Barrios Y. M. (2008). Una mejor educación para una mejor sociedad. Propuestas para el diálogo y la transformación educativa en América Latina y el Caribe Federación Internacional de Fe y Alegría. Madrid, España.
Recuperado de: file:///C:/Users/erick/Downloads/mejor_educ_mejor_sociedad%20(1).pdf

Bautista M. C., Maestre P. RP. (SF). Significado de crianza, pautas y prácticas: un estudio de cinco familias en el área rural. Recuperado de: file:///C:/Users/erick/Downloads/Dialnet-SignificadoDeCrianzaPautasYPracticas-4817175.pdf
Brooker Liz; Martin Woodhead (2013), “El derecho al juego”, La Primera Infancia en Perspectiva, núm. 9, Reino Unido, The Open University/Fundación Bernard van Leer,
Recuperado de: <http://iin.oea.org/pdf-iin/RH/El-derecho-al-juego.pdf>

Basave F. del V. A. (2003). Filosofía del hombre. Bilbioteca virtual universal. Universidad de Génova. Monterrey, NL. Recuperado de: www.biblioteca.org.ar/libros/89958.pdf

Bautista GV. A., Alba P. C.(SF). ¿Qué es tecnología educativa?: Autores y significados Recuperado de: https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/45463/file_1.pdf?sequence%3D1&isAllowed=y

- Begoña G. (SF). La inteligencia artificial y su aplicación en la educación. Recuperado de:
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/126244.pdf> Recuperado de
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/219/A7.pdf?sequence=7>
- Béjar A. J. (2012). Introducción a la Inteligencia Artificial. Curso 2011-2012. (LSI-FIB-UPC). Recuperado de: <http://www.cs.upc.edu/~bejar/ia/transpas/teoria/1-IA-introduccion.pdf>
- Belloso M. N. (2013). Entre la ciencia y la técnica del derecho. ¿Hacia una hermenéutica telemática?. Recuperado de: <http://revistaseug.ugr.es/index.php/acfs/article/viewFile/2161/2305>
- Begoña G. (SF). La inteligencia artificial y su aplicación en la educación. Recuperado de:
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/126244.pdf>
- <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/219/A7.pdf?sequence=7>
- Belloso M. N. (2013). Entre la ciencia y la técnica del derecho. ¿Hacia una hermenéutica telemática?. Recuperado de: <http://revistaseug.ugr.es/index.php/acfs/article/viewFile/2161/2305>
- BUAP (2015). Estudiantes de la BUAP diseñan bastón inteligente para invidentes. Recuperado de: http://cmas.siu.buap.mx/portal_pprd/wb/comunic/estudiantes_de_la_buap_disenar_baston_inteligente_
- BUAP (2015). Los derechos humanos. Piso 15 Editores. Recuperado de:
<https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/9/4304/4.pdf>
- BUAP (SF). Clasificación de las discapacidades. Recuperado de:
<https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/9/4304/4.pdf>
- Bisquerra A. R. (2008). Educación para la ciudadanía y convivencia, el enfoque de la Educación Emocional. Editorial Wolters Kluwer España, S.A. Madrid, España
- Barbuzano J. (2015). 5 ejemplos de tecnología para personas ciegas. Recuperado de:
<https://www.bbvaopenmind.com/tecnologiapara-invidentes-mas-allá-del-braille/>
- Boladeras M. (2010). ¿Qué dignidad?. Filosofía, Derecho y práctica sanitaria. Edición Margarita Boladeras Cucurella. Editorial Proteus. Sant Pere de Ribes.
- Bosco, Hernández, Martha Diana y Héctor Barrón Soto (2008). La educación a distancia en México: Narrativa de una historia silenciosa. Colec. Biblioteca Crítica Abierta. Serie Pedagogía, 1. México: SUAFyL.
- Brown, S. (2010). From VLEs to learning webs: the implications of Web 2.0 for learning and teaching. Interactive Learning Environments 18(1), 1-10.
- Castañeda L., Adell J. (2013). Entornos personales de aprendizaje: Claves para el ecosistema educativo en red. Editorial Marfil, S.A. Impresión Artes Gráficas Alcoy, S.A.U.
- Chacón Á. P., Covarrubias Vi. F. (2012). El sustrato platónico de las teorías pedagógicas. Tiempo de Educar, vol. 13, núm. 25, enero-junio, 2012, pp. 139-159. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/311/31124808006.pdf>

- Charniak E. McDermott D. (1987). *Introduction to Artificial Intelligence*. Reading, Addison-Wesley, 1987.
- Carbón S. María Isabel. (2016). La observación y la experimentación en la construcción del conocimiento. proyecto del huerto escolar para el aula de 5 años. Universidad Internacional del a Rioja.
Recuperado de:
<https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/3559/CARBON%20SEIJAS%2C%20MARIA%20ISABEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Coello V. E., Blanco B. N., Reyes O. Y. (2012). Los paradigmas cuantitativos y cualitativos en el conocimiento de las ciencias médicas con enfoque filosófico-epistemológico
Revista EDUMECENTRO vol.4 no.2 Santa Clara Mayo.-ago. 2012. Recuperado de:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-28742012000200017
- Bocanegra A. E. M. (2007). Las prácticas de crianza entre la Colonia y la Independencia de Colombia: los discursos que las enuncian y las hacen visibles. Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud, vol. 5, núm. 1, enero-junio, 2007. Recuperado de:
<http://www.redalyc.org/pdf/773/77350107.pdf>
- Checa G. A. (2002). Historia de la prensa pedagógica en España. Serie: Ciencias de la Comunicación. No. 1.
Universidad de Sevilla, Secretariado de publicaciones. Impresor Grafitrés, S. L. Sevilla.
- Candia V. C. H. (2015). Anteproyecto de ley de uso de perros guía para personas ciegas y su derecho de acceso al entorno físico. Tesis de grado. Recuperado de:
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/13883/T4770.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Casado, F. J., Díaz G. J.A., Martínez G. C. (1997). Niños maltratados. Ediciones Díaz de Santos, S. A. Madrid, España.
- Cabero, A. J. (1998): Impacto de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en las organizaciones educativas, en LORENZO, M. y otros (coords): Enfoques en la organización y dirección de las instituciones educativas formales y no formales, Granada, Grupo Editorial Universitario, pp. 197-206.
- Cabero A. J. (2006). Tecnología educativa: su evolución histórica y su conceptualización. Capítulo 2. Universidad de Sevilla. Recuperado de:
http://novella.mhhe.com/sites/dl/free/8448156137/471653/Capitulo_Muestra_Cabero_8448156137.pdf
- Celedonio Castanedo Bases Psicopedagógicas de la Educación Especial
- Carolina Marty M. y César Carvajal A. (2005) Maltrato infantil como factor de riesgo de trastorno por estrés postraumático en la adultez. Recuperado de: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-92272005000300002&script=sci_arttext&tlang=en Revista chilena neuro-psiquiatr. v.43, n.3, Santiago, septiembre 2005.
- Castillo J. M. (2012). La composición de la imagen del renacimiento al 3D. Ediciones Paraninfo, CimaPress. S.A. España.

Cabero, A. J. (1998): Impacto de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en las organizaciones educativas, en LORENZO, M. y otros (coords): Enfoques en la organización y dirección de las instituciones educativas formales y no formales, Granada, Grupo Editorial Universitario, pp. 197-206.

Cárdenas A. T de J.; Barraza M. A. (2014). Marco Conceptual y experiencias de la educación especial en México. Primera edición, México (2014). Editor Instituto Universitario Anglo Español. Recuperado de: <http://www.upd.edu.mx/PDF/Libros/MarcoConceptual.pdf>

Collado S., Giménez J. A. (2017). El origen de la palabra Tiflotecnología. Fundación ONCE, España.

Recuperado de: <https://web.ua.es/es/cae/documentos/noticias/2017/tiflotecnologia-para-deficit-visual-once-juan-antonio-gimenez-sonia-collado.pdf>

CERMI. Comité Español de Representantes de Personas con Discapacidad. G.I. HUM-782 Diversidad, Discapacidad y Necesidades Educativas Especiales. Editorial Universidad de Almería. Impresión Escobar Impresores, S. L. Almería, España.

Corporación para ciegos (SF). Travesía hacia la luz: exposición de arte realizado por personas ciegas. Recuperado de: <http://www.corporacionparacieglos.cl/travesia-hacia-la-luz-exposicion-de-arte-realizado-por-personas-ciegas/>

Corporación para ciegos (SF). Las artes florecerán en 2018 gracias a fundación amancay. Recuperado de: http://www.corporacionparacieglos.cl/las-artes-floreceran-en-2018-gracias-a-fundacion-amancay/#post_content

Checa G. A. (2002). Historia de la prensa pedagógica en España. Serie: Ciencias de la Comunicación. No. 1. Universidad de Sevilla, Secretariado de publicaciones. Impresor Grafitrés, S. L. Sevilla.

CONEVYT Consejo Nacional de Educación para la vida y el trabajo (SF). 1961. La fundación del Instituto Nacional de Protección a la Infancia. Revista Siglo Mexicano. Recuperado de: <http://www.cursosinea.conevyt.org.mx/cursos/mexico/contenidos/recursos/revista2/1961.htm>

Cesar C. D. (2005). RÁDIO - A MÍDIA DA EMOÇÃO. Editorial Summus Editorial, Sao Paulo

Código Social SGB (2019). Rehabilitación y participación de personas con discapacidad. Recuperado de: <https://www.sozialgesetzbuch-sgb.de/sgbix/210.html>

Cala W. O. E. (2014). Estudio comparativo del funcionamiento de Sistemas tutores inteligentes orientados a la enseñanza de los fundamentos de Control Automático
Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial, Bogotá, Colombia. Recuperado de:
http://bdigital.unal.edu.co/49152/1/Estudio_comparativo_del_funcionamiento_de_Sistemas_tutores_inteligentes_orientados_a_la_ense%C3%B1anza_de_los_fundamentos_de_Control_Autom%C3%A1tico_v3.pdf

CINADE (SF). Antología. Corrientes Contemporáneas de la pedagogía. Centro de investigación para la administración educativa. Maestría en administración. Segundo semestre. Recuperado de: <http://www.cinade.edu.mx/antologias/corrientesContemporaneasdeLaPedagogia.pdf>

Chica F. M. y Rosero P. A.L. (2012). La construcción social de la infancia y el reconocimiento de sus competencias. Revista Itinerario Educativo. Vol. 26, N.^o 60. Universidad de San Buenaventura. Colombia.

Cortes H.; Leyte A. (2000). Martin Heidegger, Carta sobre el humanismo. Traducción. Alianza Editorial, Madrid 2000. Recuperado de: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/241-2015-06-16-Carta%20sobre%20el%20humanismo.pdf>

Delgado S. (2014). Situación de las TIC en educación especial. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/265467759_Situacion_de_las_TIC_en_educacion_especial

DOF (SF). BREVE HISTORIA DEL PERIÓDICO OFICIAL EN MÉXICO
Recuperado de: <https://dof.gob.mx/historia.php>

DOF (2011) ley general para la inclusión de las personas con discapacidad. <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/pdf/wo61725.pdf>.

DOF (2011). Convenio de Colaboración que celebran la Secretaría de Gobernación y la Auditoría Superior de la Federación, para la implementación y desarrollo del Sistema de Compilación y Consulta del Orden Jurídico Nacional, así como para la realización de acciones como integrantes del mismo. Recuperado de:
http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5189035&fecha=18/03/2011.

Durand Ponte, Víctor Manuel, 2010, Desigualdad social y ciudadanía precaria: ¿Estado de excepción permanente?, México, Instituto de Investigaciones Sociales/ UNAM-Siglo XXI Editores.

Domingo B. I. (2013). Para qué han servido los libros. Zaragoza: Prensas de la Universidad de Zaragoza. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/296598775/Para-Que-Han-Servido-Los-Libros>

Dirección de Presupuestos gobierno de Chile (2003). Evaluación Comprehensiva del gasto. Servicio Nacional de Capacitación y Empleo (SENCE) Informe Final. Recuperado de:
https://www.dipres.gob.cl/597/articles-141017_informe_final.pdf

DOF (2017). Acuerdo número 27/12/17 por el que se emiten las Reglas de Operación del Programa para la Inclusión y la Equidad Educativa para el ejercicio fiscal 2018. Recuperado de:
http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5509736&fecha=29/12/2017

De la Laguna (2012). Estudio de los mecanismos cognitivos del procesamiento táctil. Ampliación para el proyecto solicitado. Recuperado de: <http://nf.ull.es/research/eav/interfaz-tactil/documentos/neurobiologia-del-tacto?lang=en>

Demause Ll. (1974). The evolution of childhood" Chapter 1, The Psychohistory Press, New York, 1974. Versión en español disponible en:
http://www.psicodinamicajlc.com/articulos/varios/evolucion_infancia.pdf

DeMouse L. (1976). The history of childhood. London: Souvenir Press, 1976, pp. 1-54.

DeMause, L. (1982). Historia de la infancia. Alianza Editorial, Madrid, 1982.

- Demause, Ll. (1991). Historia de la infancia. Madrid: Alianza.
- Depaepe M. (2002). The Practical and Professional Relevance of Educational Research and Pedagogical Knowledge from the Perspective of History: reflections on the Belgian case in its international background European Educational Research Journal, Volume 1, Number 2, 2002. p.364. Recuperado de: <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.2304/eerj.2002.1.2.10>
- DGIE (2019). Perfiles de la planta docente del Doctorado en Sistemas y Ambientes Educativos. Recuperado de:
<http://www.dgie.buap.mx/dsae/images/dsae/2019Perfiles/JGuerrero/2019CVUJGuerrero.pdf>
- DOF (2016). Acuerdo número 22/12/16 por el que se emiten las Reglas de Operación del Programa para la Inclusión y la Equidad Educativa para el ejercicio fiscal 2017. Recuperado de:
http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5467934&fecha=28/12/2016
- Domínguez B. R. E.; Ibarra C. E. (2017). La psicología positiva: Un nuevo enfoque para el estudio de la felicidad. Revista Razón y Palabra, Vol. 21. Núm. 1_96. Recuperado de:
<http://www.revistarazonypalabra.org/index.php/ryp/article/view/865/pdf>
- Domingo B. I. (2013). Para qué han servido los libros. Prensas de la Universidad de Zaragoza. Libros y lecturas 2, Libros - Historia. 1a. edición. Colección de humanidades No. 103. Impreso en España.
- Diario Oficial de la Federación (DOF) (2014). Programa Nacional para el Desarrollo y la Inclusión de las Personas con Discapacidad 2014-2018. Recuperado de: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5343100&fecha=30/04/2014
- Delval J. (1985). La escuela, el niño y el desarrollo intelectual. Colección: El niño y el conocimiento, serie básica. 1a. Edición, Editado por el Servicio de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid, España.
- Diputados Gobierno de México (2019). Constitución política de los estados unidos mexicanos. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf_mov/Constitucion_Politica.pdf
- DIF CDMX (2020). Directorio de Asociaciones y organizaciones no gubernamentales que apoyan la discapacidad. Portal Intranet de Ciudad de México. Recuperado de:
http://intranet.dif.df.gob.mx/transparencia/new/art_15/10/_anexos/08%20dir%20nal%20de%20asoc%20de%20y%20para%20personas%20con%20disca%202.pdf
- Domínguez M. N. (2016). 60 % de maestros no acudieron a cursos de actualización.
- De Ketele, Jean-Marie (1984). Observar para educar: Observación y evaluación en la práctica educativa. Editorial Aprendizaje Visor, Madrid, España.
- Domínguez B. R. E., Ibarra C. E. (2017). La psicología positiva: Un nuevo enfoque para el estudio de la felicidad. Razón Y Palabra, 21(1_96), 660-679. Recuperado de
<http://www.revistarazonypalabra.org/index.php/ryp/article/view/865>
- Dick W. (1987). A history of instructional design and its impact on educational psychology. In J. A. Glover R. R. Ronning (Eds.) Historical foundations of educational psychology (pags. 1983-202). Nueva York: Plenum Press.

- Encyclopeia Británica (2020). Machine programming. Recuperado de:
<https://www.britannica.com/technology/automation/Development-of-robotics>
- Esteban S, S. (2011). Introducción a la historia de la química, cuadernos de la UNED. UNED Ediciones, Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid. Edición digital.
- Emilio Herrera-Basto (1999). Indicadores para la detección de maltrato en niños. Salud pública Méx vol.41 n.5 Cuernavaca Sep./Oct. 1999. Recuperado de:
http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36341999000500011
- Euronews en español (2014). Gafas para invidentes, una realidad - hi-tech. Recuperado de:
<https://www.youtube.com/watch?v=xzSNYZBGkvE>
- Eraso J.; Bravo Y; Delgado M. (2006). Creencias, actitudes y prácticas en crianza en madres cabeza de familia en Popayán: Un estudio cualitativo. Revista de pediatría No. 41, (3), PP 23-40.
- Expósito G. C. y Ávila A. R. (2008). Aplicaciones de la inteligencia artificial en la Medicina: perspectivas y problemas. Recuperado de: <http://scielo.sld.cu/pdf/aci/v17n5/aci05508.pdf>
- FUENTES REYES, GABRIELA; MORALES REYNOSO, MARIA DE LOURDES (2015). RevisiOn TeOrica del Concepto de abandono: Una mirada multidisciplinaria. Colección Argumentos. Universidad Autónoma del Estado de México, UAEM, México, DF. Recuperado de:
<http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/40594/REVISI%c3%93N%20TE%c3%93RIC A%20DEL%20CONCEPTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- FEDC-ONCE Federación Española de Deportes para Ciegos y la Fundación ONCE (2013). Ajedrez, Deportes Recuperado de: <https://www.fedc.es/deportes/ajedrez>
- Feigenbaum E. A., Feldman J. (1963). Computers and Thought. Serie: American Association for Artificial Intelligence. New edition (1995). AAAI Press
- Fernando Betancourt Serna (1997). El libro anónimo "De interdictis". Codex Vaticanus Latinus No. 5766. Universidad de Sevilla, Secretariado de publicaciones. Serie: Derecho. Núm. 65. Europa Artes Gráficas, S.A. Salamanca
- Fries L., Matus V. (2000). La ley hace el delito. LOM Ediciones / La Morada 1a. ed. Santiago de Chile
- Fuenzalida Fernando (sf). La tecnología nos quita la dependencia de terceras personas. Recuperado de: <http://www.corporacionparaciegos.cl/fernando-fuenzalida-director-de-la-corporacion-para-ciegos-la-tecnologia-nos-quita-la-dependencia-de-terceras-personas/>
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia UNICEF (2015). Seminario Internacional: Inclusión social, Discapacidad y Políticas públicas. Educación nuestra riqueza, Gobierno de Chile, Ministerio de educación. Recuperado de:
http://www.unicef.cl/archivos_documento/200/Libro%20seminario%20internacional%20discapacidad.pdf

Formas de manipulación de un objeto por medio del tacto. Recuperado de:
https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/1380/MPCS_TESIS.pdf?sequence=1

Fernández M. C. (1994). Enfoques objetivo y subjetivo del concepto de información. 1994, Revista española de documentación científica. vol. 17, No. 3, pp. 320-331 Recuperado de:
<http://search.proquest.com/openview/9daf92a2ec26f795a79cebabbf2c864f/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1817250>

Fernández I. J. L. (2008). Historia, discapacidad y valía. En J. A. Ledesma (Ed.), La imagen social de las personas con discapacidad (pp. 177-210). Madrid: CERMI, Colección cermi.es, Ediciones Cinca. Recuperado de:
http://www.codajic.org/sites/www.codajic.org/files/Laimagensocialdelaspersonascondiscapacidad_0.pdf

García M. H. J., Ortiz C. A. M., Martínez M. J., Tintorer D. O. (2009). La teoría de la actividad de formación por etapas de las acciones mentales en la resolución de problemas. revista Interscience Place. Año 2 - N ° 09 Setembro/Outubro - 2009. Recuperado de:
<http://www.interscienceplace.org/isp/index.php/isp/article/viewFile/94/93>

García M. F. (2008). Comunicación y deconstrucción. el concepto de comunicación a partir de la obra de Jacques Derrida. 1a edición, Universidad Iberoamericana, A.C. México, D.F.

García M. F. (2008). Comunicación y deconstrucción. el concepto de comunicación a partir de la obra de Jacques Derrida. 1a edición, Universidad Iberoamericana, A.C. México, D.F.

García M. F. J. (1998). El concepto de información: una aproximación transdisciplinar. Revista General de Información y Documentación, Vol. 8, nº 1. Servicio de Publicaciones Universidad Complutense, Madrid, 303 – 326 pp. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/27575728_El_concepto_de_informacion_Una_aproximacion_transdisciplinar_I_Hacia_una_definicion_objetiva/citations

García A. L. (2020). Blog de García Aretio. Monográficos RIED (Revista Iboeroamericana de Educación a Distancia) <http://aretio.blogspot.com/>

Gallego, Alonso, Cocheiro, Atrio, Brazuelo, Durán, Mansilla, Martín, Real, Rodríguez, Sánchez y Temprano (SF, p. 268)

Gil R. E.P. (2002). Identidad y nuevas tecnologías: repensando las posibilidades de intervención para la transformación social. Recuperado de:
<http://www.uoc.edu/web/esp/art/uoc/gil0902/gil0902.html>

Gobierno de México (2014). Alistan ciegos y débiles visuales cinco competencias internacionales Como preparación rumbo a los Juegos Parapanamericanos Toronto 2015. Recuperado de:
<https://www.gob.mx/conade/prensa/alistan-ciegos-y-debles-visuales-cinco-competencias-internacionales>

Gondra R. J. M. (1986). EL STATUS CIENTÍFICO DE LA PSICOLOGÍA Y PSICOTERAPIA HUMANISTA. Anuario de Psicología. No. 34. Departamento de Psicología. Universidad del País Vasco. San Sebastián. Recuperado de:
<https://www.raco.cat/index.php/anuariopsicologia/article/viewFile/64550/88512>

Guzman L. J. (2002). Los inventos que cambiaron al mundo. Editorial Quarzo. Primera edición

Gracia E. (1995). Visible but unreported: A case for the "not serious enough" cases of child maltreatment. *Child Abuse Negl* 1995;19:1083-1093.

Guerrero G. J.; González C. J. M.; Muñoz A. J.; Collazos C. A. HCI for children with Disabilities. Capítulo FlowagileXML: An HCI-Agile Methodology to Develop Interactive Systems for Children with Disabilities (p. 1-30). Editorial Springer,

Gallino L. (2005). Diccionario de sociología. Siglo veintiuno editores, S.A. de C.V. 1a. edición en español. México.

Gobierno de México (2019). Constitucion 1917. Recuperado de:
<https://www.gob.mx/cultura/es/articulos/constitucion-de-1917-el-camino-hacia-a-la-democracia?idiom=es>

Gobierno de México (2020). Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado. 60 años de actividad ininterrumpida. Recuperado de:
<https://www.gob.mx/issste/articulos/60-anos-de-actividad-ininterrumpida>

Garrido B. J. M. (1997). El legado espiritual de la Madre Teresa. Recuperado de:
<https://www.aceprensa.com/religion/el-legado-espiritual-de-la-madre-teresa/>

García M. (2019). Efemérides: 23 de junio de 1912 – Nacimiento de Alan Turing, matemático y precursor de la informática. Recuperado de: <http://www.udg.mx/es/efemerides/23-de-junio-de-1912-nacimiento-de-alan-turing-matematico-y-precursor-de-la-informatica>

García M. H. J., Ortiz C. A. M., Martínez M. J., Tintorer D. O. (2009). La teoría de la actividad de formación por etapas de las acciones mentales en la resolución de problemas. Recuperado de: <http://www.interscienceplace.org/isp/index.php/isp/article/viewFile/94/93>

Galperín, P.Y. (1995). Teoría de la formación por etapas de las acciones mentales. Editorial MGY Moscú, Rusia.

Gabriel GÓMEZ MARTÍN (2017). DISCAPACIDAD Y ALIMENTACIÓN EN EL MUNDO ANTIGUO: SACRIFICIOS, MALNUTRICIÓN Y BANQUETE DISABILITY AND FOOD IN THE ANCIENT WORLD: SACRIFICES, MALNUTRITION AND SYMPOSIA Revista Antesteria, Nº 6 (2017), 119-132. Recuperado de: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/106-2017-05-02-10.%20Gomez%20Martin.pdf>

Gallardo-López J.A. (2018). TEORÍAS DEL JUEGO COMO RECURSO EDUCATIVO. Conference: IV Congreso Virtual Internacional sobre Innovación Pedagógica y Praxis Educativa Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/324363292_TEORIAS_DEL_JUEGO_COMO_RECURSO_EDUCATIVO

Gonçalvez, Teresa N. R. (2012). EL SUJETO NEURONAL: APORTACIONES PARA UNA PEDAGOGÍA DE LA POSIBILIDAD Teoría de la Educación. *Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, vol. 13, núm. 2, 2012, pp. 273-298. Universidad de Salamanca. Salamanca, España

Ham J. C. (SF). Nietzsche, El humanismo y la voluntad del poder. Revista de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM. Recuperado de:
<http://revistafyl.filos.unam.mx/index.php/nietzsche/>

Hernández J. D.V., Aquino Z. S.P., García M. V. (2015). Educación a distancia para alumnos con discapacidad visual: estado actual en el ámbito de la educación superior en México Recuperado de:
<https://www.researchgate.net/publication/303035156>

Haraway D. J. (1991). Ciencia, cyborgs y mujeres: la reinvenación de la naturaleza. Trad. Manuel Talens, Ediciones Cátedra, Universitat de València / Instituto de la Mujer. Impreso en Frácticas Rógar, S.A. Madrid, España.

Harmon P., King D. (1988). Sistemas expertos: aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 1988, 373 p.

Haugeland J. (1985). Artificial Intelligence. The Very Idea. The Massachusetts Institute of Technology. First MIT Press paperback edition, 1989.

Herrera B. E. (1999). Indicadores para la detección de maltrato en niños - Autores. Revista Salud Pública de México, Vol. 41, Núm. 5 (1999). Recuperado de:
<http://saludpublica.mx/index.php/spm/rt/printerFriendly/6180/7317>

Hernández M.; Lemlij, M. (2007). Re-vuelta psiconalítica. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú: Perú, 2007, p. 139

Heredia V. (2017). El ‘profesor sombra’, soporte de los chicos con discapacidad. Diario El Comercio.
<https://www.elcomercio.com/tendencias/profesorsombra-soporte-estudiantes-discapacidad-ensenanza.html>

Heidegger M. (1996). Lettre sur l’humanisme, en Questions iii. París, Gallimard, 1996, p. 71

Haugeland J. (1985). Artificial Intelligence: The very idea. Cambridge, Mass. MIT, Press 1985.

Hayes P. J. (1973). Some comments on Sir James Lighthill’s Report on artificial intelligence. AISB (Artificial Intelligence and Simulation of Behaviour) Study Group European Newsletter, julio, No.14, p.40

Halten P. (2003). Texas School for the Blind and Visually Impaired. Learning from History: Part One. See/Hear Newsletter. Recuperado de: <http://www.tsbvi.edu/seehear/spring03/history.htm>

Hidalgo B. M. C. (2011). Técnicas medievales en la elaboración del libro: aportaciones hispanas a la fabricación del pergamino y del papel y a los sistemas de encuadernación. Anuario de estudios medievales. Instituto del patrimonio cultural de España. pp. 755-773. Recuperado de:
<http://estudiosmedievales.revistas.csic.es/index.php/estudiosmedievales/article/download/370/376>

Hernández G. R. (2001). Antropología de la discapacidad y la dependencia. Recuperado de: http://www.iin.oas.org/Cursos_a_distancia/Lectura%203.8.18.antrop.discapac.pdf

ILCE (2018). 25 de Junio 1921 Decreto de la creación de la Secretaría de Educación Pública. José Vasconcelos. Recuperado de:
https://redescolar.ilce.edu.mx/sitios/micrositios/25_julio_SEP_creacion/

IT User (2017). La Inteligencia Artificial ayuda a las personas con discapacidad visual. Recuperado de: <http://www.ituser.es/it-user/2017/08/la-inteligencia-artificial-ayuda-a-las-personas-con-discapacidad-visual>

Instituto de Negocios Alemán (2018). Innerstädtische Mobilitätsunterstützung für Blinde und Sehbehinderte (InMoBS). Recuperado de: https://www.rehadat-forschung.de/de/spezielle-zielgruppen/blinde-und-sehbehinderte/index.html?infobox=/index.html&serviceCounter=1&wsdb=FOR&connectdb=forschung_detail&referenznr=R/FO125472&from=1&anzahl=70&detailCounter=17&suche=index.html?ob=%22Spezielle+Zielgruppen%22&ub=%22Blinde+und+Sehbehinderte%22

Instituto de Negocios Alemán (2018). Telekooperationszentrum als Fortentwicklung des Kooperationsverbundes von BBW und BFW zur Erfassung und Entwicklung von interaktiven, multimedialen Systemen in der Ausbildung. Recuperado de: https://www.rehadat-forschung.de/de/ausbildung-qualifizierung-und-berufliche-reha-massnahmen/konzepte/index.html?infobox=/index.html&serviceCounter=1&wsdb=FOR&connectdb=forschung_detail&referenznr=R/FO2465&from=1&anzahl=40&detailCounter=31&suche=index.html?ob=Ausbildung*&ub=%22Konzepte%22

INEE (SF). 5 Espacios y personal docente capacitado para atender a niños con necesidades educativas especiales. Recuperado de:
http://publicaciones.inee.edu.mx/buscapublicaciones/P1/D/232/P1D232_11E11.pdf

Ibarra C. E. (2010). Diagnóstico para la implementación de un modelo de educación a distancia en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Tesis de maestría. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Filosofía y Letras. Maestría en Educación Superior.

Ibarra C. E.; Náfate A. R. I. (2017). Historia, desarrollo e impacto de la educación a distancia en México. Revista electrónica de investigación y divulgación científica Edumas. Vol. 3. No. 1. Innovación, Cultura y Educación. Recuperado de: https://a5a2825d-44e3-429d-9215-7543b703fa67.filesusr.com/ugd/0ee358_c3f75627873e4caa971da90ae276e4cf.pdf

ISLA G. D., Matus B. K. (2018). Protección jurídica en materia de integración social de personas en situación de discapacidad en Chile. Memoria de grado. Recuperado de:
<http://repositorio.uft.cl/xmlui/bitstream/handle/20.500.12254/803/Isla-Matus%202018.pdf?sequence=1>

INEGI (2004). Las personas con discapacidad en México: una visión censal. México, Aguascalientes: INEGI.

INEGI (2013). Las personas con discapacidad en México, una visión al 2010. Recuperado de: https://www.ipomex.org.mx/recursos/ipo/files_ipo3/2018/44257/4/b202c98e9a2106f4c0f427b64f542c93.pdf

INEGI (2014). La discapacidad en México. Datos al 2014. Aguascalientes, México.

INEGI (SF). Clasificación de tipo de discapacidad – Histórica. Recuperado de:
https://www.inegi.org.mx/contenidos/clasificadorescatalogos/doc/clasificacion_de_tipo_de_discapacidad.pdf

Iyanga P. A. (2000) Historia de la Universidad en Europa. Universitat de Valencia. Dpt. Educación comparada e Historia de la Educación. Martín Impresores, S.L.

Infante M. (2005). Sordera, mitos y realidades. 1a. Edición. Editorial Universidad de Costa Rica. San José C.R.

Jaeger W. (1980). Humanismo y Teología. Editado por el Fondo de la Cultura Económica, México.

Justo Marcelo (2016). El secreto de Alemania para ser la economía más sólida del mundo.
Recuperado de:
http://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/01/160127_economia_modelo_alemania_mj

Jordan Kushins (2014). This Ring Scans Text And Reads It Aloud For Visually Impaired People.
Recuperado de: <https://gizmodo.com/this-ring-scans-text-and-reads-it-aloud-for-visually-im-1525373479>

Juárez A. F., Holguín A: E. J., Salamanca S. A. (2006). Aceptación o rechazo: perspectiva histórica sobre la discapacidad, la rehabilitación y la psicología de la rehabilitación. Psicología, 16, (002), 187-197. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/26472813_Aceptacion_o_rechazo_perspectiva_historica_sobre_la_discapacidad_la_rehabilitacion_y_la_psicologia_de_la_rehabilitacion

Jiménez S. G. (2012). Teorías del desarrollo III. Red Teercer Milenio, Estado de México.
Recuperado de:
http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/Educacion/Teorias_del_desarrollo_III.pdf

Jusidman, C. (2009). Desigualdad y política social en México. Nueva Sociedad, (220), 190-206.
Recuperado de: https://nuso.org/media/articles/downloads/3602_1.pdf

Koon R. A.; De la Vega M. E. (2000). El impacto tecnológico en las personas con discapacidad.
Recuperado de:
http://repositoriocdpd.net:8080/bitstream/handle/123456789/363/Pon_KoonRA_ImpactoTecnologicoPersonas_2000.pdf?sequence=1

Lafarga C. J., Gómez del C. J. (2010). Desarrollo del potencial humano. Volumen 1. Aportaciones de una psicología humanista. Editorial Trillas.

Loranca C. R. (2014). Jorge Lanzagorta: Un goleador que no ve sus goles. Periódico E-consulta-RE
Recuperado de: <https://www.e-consulta.com/nota/2014-02-12/sociedad/jorge-lanzagorta-un-goleador-que-no-ve-sus-goles>

Limón O. S. (2017). Sacrificio y poder entre los incas. Revista Dimensión Antropológica, Año 24, vol. 70, mayo-agosto, 2017, pp. 7-32. Recuperado de:
<http://www.dimensionantropologica.inah.gob.mx/?p=14109>

Lafarga y Gómez (2010). El potencial humano. Vol. 1. Editorial.

- Luger, G. F. (1994). Cognitive science : the science of intelligent systems. San Diego: Editorial Academic Press. University of Michigan
- Leavit D. (2006). Alan Turing. El hombre que sabía demasiado: Alan Turing y la invención de la computadora. Editor Antoni Bosch. King College, Cambridge. Barceloma, España
- Labonte Ronald (1994). Health promotion and empowerment reflections on professional practice. *Health Education Quarterly*, 21(2), 253-268.
- Leslie Freitas (2016). La Educacion especial galega: El Colegio de Sordomudos y de Ciegos de Santiago de Compostela, VII Congresso Brasileiro de Educacao Especial, 2016. ISSN: 2359-2109. Recuperado de:
https://www.academia.edu/39048123/LA_EDUCACI%C3%93N_ESPECIAL_GALLEGA_EL_COLEGIO_DE_SORDOMUDOS_Y_DE_CIEGOS_DE_SANTIAGO_DE_COMPOSTELA?auto=download
- López N. (1863). Bases y Reglamento para el Establecimiento y Régimen del Colegio de Sordomudos y de Ciegos del Distrito Universitario de Santiago. [S.I.:s.n.], 1863.
- López N. (1867). Memoria sobre el Estado Actual del Colegio de Sordomudos y de Ciegos de Santiago. [S.I.: s.n.], 1867.
- López N. (1870). Memoria sobre el Estado Actual del Colegio de Sordomudos y de Ciegos de Santiago. [S.I.: s.n.], 1870.
- Loranca y C, R. 2014. Jorge Lanzagorta: Un goleador que no ve sus goles. Recuperado de:
<http://www.e-consulta.com.mx/nota/2014-02-12/sociedad/jorge-lanzagorta-un-goleador-que-no-ve-sus-goles>
- López S. A. Morales H. I., Silva B. E. E. (SF). La estructura del sistema educativo mexicano. Cuaderno de investigación. Cuarta época/38. Universidad Autónoma del Estado de México. UAEM. Dirección de difusión y promoción de la investigación y los estudios avanzados.
- LMI (2020). Antonio R. Bartolomé Laboratori de Mitjans Interactius (LMI), Universitat de Barcelona (UB). <http://161.116.23.180/cgi-bin/personal/bartolome.cgi?idioma=1>
- Luntz BK, Spatz WC. (1994). Antisocial personality disorder in abused and neglected children grown up. *Am J Psychiatry* 1994. N. PP. 151:670-674.
- Lago C. P., Ponce de León B. L. F., Sánchez R. C. (2012). Manos a la obra y ¡¡¡a trabajar!!! (Prácticas profesionales I). Editorial Club Universitario, Alicante.
- López J., Hernández L. (2016). Personas con discapacidad; trasladarse es todo un desafío. Periódico Excelsior. Recuperado de: <https://www.excelsior.com.mx/comunidad/2016/12/03/1131915>
- Liesen B. (2002). El braille: origen, aceptación y difusión Revista de traducción sobre discapacidad visual Entre Dos Mundos. N° 19, agosto 2002 Recuperado de:
<https://www.researchgate.net/publication/267025288>
- Márquez A. A.M, Acevedo M. JA., Castro L. D. (2016). BRECHA DIGITAL Y DESIGUALDAD SOCIAL EN MÉXICO. Recuperado de:

https://www.researchgate.net/publication/305993997_BRECHA_DIGITAL_Y_DESIGUALDAD_SOCIAL_EN_MEXICO_DIGITAL_GAP_AND_SOCIAL_INEQUALITY_IN_MEXICO

Mucio-Ramírez J.S. (2007). LA NEUROQUÍMICA DEL ESTRÉS Y EL PAPEL DE LOS PÉPTIDOS OPIOIDES. Recuperado de: <https://www.medicgraphic.com/pdfs/revedubio/reb-2007/reb074b.pdf> Consultado el 09 de agosto de 2020.

Martínez H. L.M., Murillo M. H.V., Martínez L.D.E. Coords. (2017). Vida y obra de los pedagogos más influyentes Recuperado de: <https://redie.mx/librosyrevistas/libros/pedagogos.pdf>

Merca2 (2017). Robot radiología: La Inteligencia Artificial es más eficiente que los humanos en la detección del cáncer cervical. Cuando la inteligencia artificial se pone la bata blanca. Recuperado de: <https://www.merca2.es/inteligencia-artificial-cancer-cervical/>

Molina H. Y. E., Pascuas R. Y. S., Millán R. E. E. (2015). Sistemas Tutores Inteligentes como apoyo de aprendizaje. Redes de ingeniería, Vol. 6 Núm. 1 (2015). Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/302477182_SISTEMAS_TUTORES_INTELIGENTES_COMO_APOYO_EN_EL_PROCESO_DE_APRENDIZAJE

Martínez-Salanova S. E. (SF). Comenius. Biografía. Recuperado de: https://educomunicacion.es/figuraspedagogia/0_comenius.htm

Marcos del C. A.M.; Topa C. G. (2012). Salud mental comunitaria. UNED Ciencias sociales y jurídicas. Arabako Foru Aldundia Diputación Foral de Álava, Edición digital, UNED Publicaciones, Madrid 2012.

Martínez D. A. d. (2012). Bastón blanco para prevenir obstáculos. Tesis de grado. Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y eléctrica. Recuperado de: <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/11470/1/21.pdf>

Murillo J. A. (2016). Modernidad como elemento legitimador de la colonización y nuevas propuestas de interrelacionamiento local/global. (Ensayo, Programa de Sociología, Universidad del Atlántico) Recuperado de: <https://www.flacsoandes.edu.ec/agora/62817-modernidad-como-elemento-legitimador-de-la-colonizacion-y-nuevas-propuestas-de>

MINEDUC (2004) Nueva Perspectiva y Visión de la Educación Especial. Informe de la Comisión de Expertos. Santiago de Chile: MINEDUC

Marián L. F. Cao. (2000) Creación artística y mujeres - Recuperar la memoria. Ed. Narcea, S. A. de ediciones. Madrid, España-

Maximiliano A. (2017). Entregan Leyes Audibles a Ciegos de La Serena. Recuperado de: <http://www.laserenaonline.cl/2017/05/16/entregan-leyes-audibles-a-ciegos-de-la-serena/>

Montero J. (2012). La máquina de enseñar de SKINNER. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=NJzu-RKpepc>

Martínez C. D. (2012). El yo y la máquina: Cerebro, mente e inteligencia artificial. Serie pensamiento. Biblioteca Palabra. Ediciones Palabra, S.A. Madrid, España.

Manuel Villegas Besora (1986). LA PSICOLOGÍA HUMANISTA: HISTORIA, CONCEPTO Y METODO. Anuario de psicología. No. 34. Facultad de psicología. Universidad de Barcelona.
Recuperado de: <https://www.raco.cat/index.php/AnuarioPsicologia/article/viewFile/64549/88511>

Marquès P. (2010). Currículum y actividades - Pere Marquès Graells
<http://peremarques.net/curriculum.htm#inves>

Memoria táctil. Recuperado de <http://nf.ull.es/research/eav/interfaz-tactil/documentos/neurobiologia-del-tacto?lang=en>

Maximiliano A. (2015). No videntes se capacitan en computación. Recuperado de:
<http://www.laserenaonline.cl/2015/10/07/no-videntes-se-capacitan-en-computacion/>

Maximiliano A. (2016). Estudiantes no videntes reciben decálogo de los derechos del niño y la niña en sistema Braille. Recuperado de: <http://www.laserenaonline.cl/2016/08/24/estudiantes-no-videntes-reciben-decalogo-de-los-derechos-del-nino-y-la-nina-en-sistema-braille/>

Maddi S. R. (1989). Personality Theories: A comparative approach. 5th ed. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole. p. 419.

Morris Ch. G., Maisto A. A. (2001). Instroducción a la psicología. Décima edición. Pearson Education, México, 2001.

Muñoz L. Y. F., Pérez I. Y. (2011). Infancia, violencia y formas de violencia, aproximación conceptual a un fenómeno invisibilizado. Tesis de grado. Medellinb, Colombia 2011. Recuperado de:
http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/bitstream/10819/850/1/Infancia_Violencia_Formas_Munoz_2011.pdf

Metzler C.; Jasen A.; Kurtenacker A. (2020). Inclusión de la empresa de personas con discapacidad en tiempos de digitalización. Institut der deutschen Wirtschaft. IW-Report NR. 7 • 25. Februar 2020 Recuperado de: <https://www.iwkoeln.de/studien/iw-reports/beitrag/christoph-metzler-anika-jansen-andrea-kurtenacker-betriebliche-inklusion-von-menschen-mit-behinderung-in-zeiten-der-digitalisierung.html>

Maximiliano A. (2017). Entregan Leyes Audibles a Ciegos de La Serena.
Recuperado de: <http://www.laserenaonline.cl/2017/05/16/entregan-leyes-audibles-a-ciegos-de-la-serena/>

Mann. H. (1979). Human potential. En R. Corsini: Current Psychotherapies (2ond. ed.). Itasca 111. Peacock.

Minsky M. (1968). Semantic Information Processing MIT Press, Cambridge, MA, 1968

Naya De Vita Montiel (2008). Tecnologías de información y comunicación para las organizaciones del siglo XXI Vol. 5. Edición No. 1. Recuperado de:
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3217615.pdf>

NotimexTV (2018). La UNAM crea prototipo de lentes inteligentes para débiles visuales.
Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=b3Uy8SV4J5U>

National Geographic (2010). El primer vuelo espacial tripulado. Recuperado de <https://www.nationalgeographic.es/espacio/el-primer-vuelo-espacial-tripulado>

NASA (2001). La Evolución del Cohete. Recuperado de: <https://pwg.gsfc.nasa.gov/stargaze/Mrockhis.htm>

Naya De Vita Montiel (2008). Tecnologías de información y comunicación para las organizaciones del siglo XXI Vol. 5. Edición No. 1. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3217615.pdf>

Núñez J. J. (2001). La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar. Sala de Lecturas CTS+I de la OEI. Recuperado de: <http://www.oei.es/historico/salactsi/nunez00.htm>

Nocks L. (2007). The Robot: The Life Story of a Technology. Greenwood Publishing Group, Inc. United States of América.

OMS (2018). Dispositivos y tecnologías de apoyo a las personas con discapacidad. Recuperado de: <http://www.who.int/disabilities/technology/es/>

ONU Naciones Unidas - Asamblea General (1994). Normas Uniformes sobre la igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad. Recuperado de: <http://www.un.org/spanish/disabilities/standardrules.pdf>

ONU (1979). Año interacional de los impedidos. Declaración de los Derechos de la Persona Sorda y Ciega. Nota del Secretario General. Recuperado de: https://digitallibrary.un.org/record/3960/files/A_34_309-ES.pdf?version=1

ONU (SF). Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad. Recuperado de: <https://www.un.org/esa/socdev/enable/documents/tccconv.pdf>

ONU (SF). La Declaración Universal de Derechos Humanos. Recuperado de: <https://www.un.org/es/universal-declaration-human-rights/>

ONU (1994) Normas Uniformes sobre la igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad. pp 4-12. Recuperado de: <http://www.un.org/spanish/disabilities/standardrules.pdf>

Organización Iberoamericana de Seguridad Social (2000). Medidas para la promoción del empleo de personas con discapacidad en Iberoamérica. Recuperado de: http://www.oiss.org/wp-content/uploads/2000/01/Oiss_Estudio_sobre_medidas_promocion_de_empleo-2.pdf

Organización Mundial de la Salud-Banco Mundial (2011). Resumen Informe mundial sobre la discapacidad. Ediciones de la OMS, Impreso en Malta. Recuperado de: https://www.who.int/disabilities/world_report/2011/summary_es.pdf?ua=1

ONCE (2016). Memoria de responsabilidad social corporativa - Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE). Recuperado de: https://www.once.es/Comprometidos/en-profundidad/documentos-rsc/memoria-de-responsabilidad-social-corporativa/at_download/file

Peydró T. S., Agustí A. J.; Company R. C. (1997). La educación de los alumnos con necesidades educativas especiales, graves y permanentes Generalitat Valenciana, Cancillería de Cultura, Educació I Ciéncia 1997, Collecció Documents de Suport No. 7. Impresor Graphics-3 S.A. Ciudad Mudeco, España

Pacheco P. de L. F. L. (2008). Tesis Análisis Cuantitativo de la Programación de XHCOM 105.9 Mhz SICOM RADIO Puebla. Cholula, Puebla, México. Recuperado de:
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lco/pacheco_p_fl/capitulo1.pdf

Pinto C. J. (SF). Educación Especial, Necesidades Educativas Especiales. Observatorio de la Discapacidad. Instituto de Mayores y Servicios Sociales. Recuperado de:
<http://www.aspergeralicante.com/pdfrecursos/nee.pdf>

Puigdellivol, I. (1998). La EE en la Escuela Integrada. Editorial Graó. Barcelona, España.

Palacios R. A. (2008). El modelo social de discapacidad: orígenes, caracterización y plasmación en la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad. Colección Cermi nº36. Madrid: Ediciones Cinca. Recuperado de:
<https://www.cermi.es/sites/default/files/docs/colecciones/Elmodelosocialdediscapacidad.pdf>

Pereda, C., de Prada, M. Á., Actis, W. (2003). La inserción laboral de las personas con discapacidades. Colección Estudios Sociales, Núm.14.

Pérez F. F.; Peñaranda O. M. (2017). El debate en torno a los manicomios entre los siglos XIX y XX: el caso de Nellie Bly. Revista de la Asociación Española de Neuropsiquiatría vol.37 no.131 Madrid ene./jun. 2017
Recuperado de: <http://scielo.isciii.es/pdf/neuropsiq/v37n131/06.pdf>

Platón (2001). Diálogos, 27a. Edición, Editorial Porrúa, México.

Price, D.J.S. (1980). Ciencia y tecnología: Distinciones e interrelaciones, Estudios sobre sociología de la ciencia (Barnes, B. editor), Editorial Alianza Universidad, Madrid.

Periódico oficial del Estado de Puebla (1997). Reglamento de la Ley de Integración Social de Personas con Discapacidad del Estado de Puebla.
Recuperado de: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatatal/Puebla/wo119071.pdf>

Pérez B. L. C. (2005). Ayudas técnicas y discapacidad. Comité español de representantes de personas con discapacidad CERMI Recuperado de:
<http://www.mancomunidadssierraeste.org/descargas/publico/DISCAPACIDAD/AYUDAS%20TECNICAS%20Y%20DISCAPACIDAD.pdf>

Ramírez A. (2017). Puebla, entidad pionera en futbol para ciegos. Recuperado de:
<https://imagenpoblana.com/17/09/11/puebla-pionera-en-futbol-para-ciegos>

Ramírez R. N. (2018). Seminario de investigación III (Contexto y Teoría). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Filosofía y Letras, Doctorado en Investigación e Innovación Educativa.

Revuelta G. M. (1998). Los colegios de jesuitas y su tradición educativa (1868-1906) Universidad Pontificia de Comillas, Madrid. Editorial Ortega Ediciones Gráficas. España.

- Ríos O. J. (2013). El concepto de información: dimensiones bibliotecológica, sociológica y cognoscitiva
Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/ib/v28n62/0187-358X-ib-28-62-00143.pdf>
- Rivero C. O., Tanimoto M. (2005). El Ejercicio de la Medicina en la Mitad del Siglo XX: Tercera Parte.
Editorial: Siglo XXI Editores. Mexico.
- Riveros A. E. (2014). La psicología humanista: sus orígenes y su significado en el mundo de la psicoterapia a medio siglo de existencia.
- Rossi P. (2008). Tensiones dialécticas en el pragmatismo humanista de William James. Límite. Revista de filosofía y psicología. Vol. 3. No. 18. pp- 71-89. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2797792.pdf>
- Rodríguez G. G. (2005). El Poderoso Sentido del Olfato. Recuperado de:
<http://www.tsbvi.edu/seehear/summer05/smell-span.htm>
- Ruiz-Velazco S. E. (2007). Educatrónica: innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de investigaciones sobre la universidad y educación. Editorial. Díaz de Santos. Madrid - Buenos aires - México.
- Rivero C. O., Tanimoto M. (2005). El Ejercicio de la Medicina en la Mitad del Siglo XX: Tercera Parte. Editorial: Siglo XXI Editores. Mexico.
- Romina Izzedin Bouquet y Alejandro Pachajoa Londoño (2009). Pautas, prácticas y creencias acerca de crianza... Ayer y hoy. Recuperado de:
<http://www.scielo.org.pe/pdf/liber/v15n2/a05v15n2.pdf>
- Restrepo Z. J. (2014). La invención de la imprenta y los libros incunables. Cuadernos para la historia del Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario. Editorial Universidad del Rosario. Bogotá. Primera edición.
- Rodríguez A. E. (2008). ¿Qué es el humanismo? Problemática de la formación humanística. Análisis Revista Colombiana de Humanidades. Núm. 72. Enero-junio, 2008, pp. 89-104. Universidad Santo Tomás. Bogotá, Colombia. Recuperado de
<https://www.redalyc.org/pdf/5155/515551759007.pdf>
- Ríos H. M. (2003). Manual de educación física adaptada al alumno con discapacidad. Segunda edición, Editorial Paidotribo. 1a. edición, España.
- Rich E., Knight K. (1991). Artificial Intelligence. Editorial McGraw Hill, New York, 1996.
- Richey, R. C., Fields, D. C. y Foxon, M. (2001). Instructional design competencies: The standards (3.ª ed.). Syracuse, NY: ERIC Clearinghouse.
- Romero L. O. J. (2002). Análisis, diseño e implementación de un sistema tutor inteligente para la enseñanza asistida de la aritmética en educación básica primaria. Tesis de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Ingeniería, Ingeniería de sistemas, Santafé de Bogotá.

Recuperado de: <http://www.cs.cmu.edu/~oscarr/pdf/publications/BScThesis.pdf>

Rousseau J. J. (2000). Emilio o la Educación. Traducción: Ricardo Viñas
Recuperado de: <http://www.heterogenesis.com/PoesiyLiteratura/BibliotecaDigital/PDFs/Jean-JacquesRousseau-Emilioolaeducacion0.pdf>

Rodríguez A. E. (2008). ¿Qué es el humanismo? Problemática de la formación humanística.
Análisis Revista Colombiana de Humanidades. Núm. 72. Enero-junio, 2008, pp. 89-104.
Universidad Santo Tomás. Bogotá, Colombia. Recuperado de
<https://www.redalyc.org/pdf/5155/515551759007.pdf>

Russell S., Norvig P. (2004). Inteligencia Artificial. Un Enfoque Moderno. 2a. Edición. Editorial Pearson/ Prentice Hall. Trad. Juan Manuel Corchado Rodríguez.

Ruiz Olabuenaga JJ; Ispizua, M. A. (1989). La decodificación de la vida cotidiana. Métodos de investigación cualitativa. Bilbao. Universidad del Deusto.

REDINED (SF). Louis Braille y su sistema. Recuperado de:
<https://redined.mecd.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/82699/00820073001939.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Riveros A. E. (2014). La psicología humanista: sus orígenes y su significado en el mundo de la psicoterapia a medio siglo de existencia. Ajayu vol. 12 No.2. La Paz Recuperado de:
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-21612014000200001

Remuzgo H. S.E. (2016). Las teorías cognitivas y sus implicancias en el desarrollo humano.
Recuperado de:
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/ORVA_25989db2a980690b78a44baa96d95c7b

Santos (2001) pone en evidencia bajo nivel de logro de sus alumnos, así como de la pobre capacidad de la modalidad para compensar las desventajas sociales de sus destinatarios. Muestra también que el sistema de Telesecundaria opera inequitativamente y fortalece las desigualdades preexistentes

Sandoval H., Pérez-Neri I., Martínez-Flores F., del Valle-Cabrera MG., Pineda (2017). Discapacidad en México: un análisis comparativo entre modelos descriptivos y períodos históricos utilizando una línea de tiempo Recuperado de:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342017000400012

Soy A. (BBC News). (2018). Infanticidios en Kenia: "Me dijeron que matara a mi hijo discapacitado" Recuperado de: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-45717111>

Soriano H. C., García B. J., Huesca M. E., Rodríguez R. S. (2007). Integración educativa en México y Enciclomedia Recuperado de: <http://capacidad.es/ciiee07/Mexico.pdf>

Santos A. (2001). Oportunidades educativas en Telesecundaria y factores que las condicionan. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México), vol. XXXI, núm. 3, 3º trimestre, 2001, pp.11-52. Centro de Estudios Educativos, A.C. Distrito Federal, México Recuperado de:
<https://www.redalyc.org/pdf/270/27031302.pdf>

- Sandoval A. R. (2005). Explorando la brecha digital en México: Diagnóstico del proyecto E-México en el Estado de México. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/676/67601717.pdf>
- SEP (2020). Instituciones de educación superior públicas Recuperado de: <https://www.planeacion.sep.gob.mx/principalescifras/>
- SEP (2017). 5to. informe de labores 2016-2017. Primera edición. Ciudad de México. Recuperado de: http://www.planeacion.sep.gob.mx/Doc/informes/labores/2012_2018/5to_informe_de_labores.pdf
- Shapiro S. C. (1992). Encyclopedia of Artificial Intelligence, Vol. 1. A-I. Second Edition. Editer-in-Chief. John Wiley & Sons, Inc.
- Saavedra E. (2019). Usos de la IA en la actualidad. Recuperado de: <https://www.vermislab.com/inteligencia-artificial-educacion/>
- Schalkoff R. J. (1990). Schaums Outline Series in Computers. Editorial McGraw-Hill.
- Saberes y ciencias / La jornada de Oriente (2015). Rob+otica. Suplemento mensual No. 38, año 4. Recuperado de: <http://www.viep.buap.mx/recursos/documentos/dgdc-saberesyciencias-038.pdf>
- Solovieva Y. (2004). El desarrollo intelectual y su evaluación. Una aproximación histórico-cultural. México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Solovieva Y, Quintanar L. (2003). Método invariante para la enseñanza de lectura. Una aproximación histórico cultural. México: Universidad Autónoma de Puebla.
- SENADIS (2015). Personas con discapacidad visual se capacitan en computación a través de SENCE y CAP minería.
- Stewart F., Ranis G., Samman E. (2018). Advancing Human Development: Theory and Practice. Oxford University Press. United Kingdom. First Edition.
- SEP (2015). Historia de la Secretaría de Educación Pública. Recuperado de: <https://www.gob.mx/sep/acciones-y-programas/historia-de-la-secretaria-de-educacion-publica-15650?state=published>
- Sanabria M. A. L.; Cepeda R. O. (2016). La educación para la competencia digital en los centros escolares: la ciudadanía digital. RELATEC Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa. Vol. 15(2) (2016)
DOI: 10.17398/1695-288X.15.2.95
- Salas L. R. (2011). La formación de los profesores para atender a la diversidad. Revista Padres y Maestros N° 338 abril 2011. Recuperado de: <https://revistas.comillas.edu/index.php/padresymaestros/article/download/433/351>
- SEP (2012). Educación pertinente e inclusiva. La discapacidad en educación indígena. guía-cuaderno 5. Atención educativa de alumnos y alumnas con discapacidad visual. Dirección General de Educación indígena. Editorial y Servicios Culturales El Dragón Rojo. México. Recuperado de: https://www.educacionespecial.sep.gob.mx/pdf/tabinicio/2013/indigena/5Discapacidad_Visual.pdf

Santana T. R., Sánchez A. R., Herrera B. E. (1998). El maltrato infantil: un problema mundial. Recuperado de: <https://www.scielosp.org/article/spm/1998.v40n1/58-65/>

Sociedad Mexicana de Historia de la Educación (2005). Memoria, conocimiento y utopía. Anuario de la Sociedad Mexicana de Historia de la Educación. No. 1. Enero 2004-Mayo 2005. Ediciones Pomares, S. A. Barcelona. Impresión y encuadernación: Formación Gráfica S.A. de C.V. Estado de México.

Sánchez P. A. (2009). Integración educativa y social de los estudiantes con discapacidad en la universidad de Almería. CERMI. Comité Español de Representantes de Personas con Discapacidad. G.I. HUM-782. Diversidad, Discapacidad y Necesidades Educativas Especiales. Editorial Universidad de Almería. Impresión Escobar Impresores, S. L. Almería, España.

Shaughnessy, John, Zechmeister, Eugene y Zechmeister, Jeanne (2007) Métodos de Investigación en Psicología. Séptima Edición. Editorial Mc Graw Hill. México

Sánchez C. (2015). El futuro del bastón blanco: tecnología inteligente por y para ciegos. Recuperado de: https://www.eldiario.es/hojaderouter/tecnologia/baston_blanco-ciegos-invidentes-tecnologia-bastones_0_396160531.html

Sánchez P. A. (2009). Integración educativa y social de los estudiantes con discapacidad en la universidad de Almería.

SENSE (2015). No videntes se capacitan con moderna tecnología digital a través del SENSE Coquimbo y Cap Minería. Recuperado de: http://www.sence.cl/601/w3-article-4929.html?_noredirect=1

SEP (SF). La estructura del Sistema Educativo Mexicano. Recuperado de: http://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/1447/1/images/sistemaedumex09_01.pdf

SEP (SF). Modelo Educativo para el Fortalecimiento de Telesecundaria Documento base. Subsecretaría de Educación Básica. Dirección General de Materiales Educativos. Dirección de Desarrollo e Innovación de Materiales Educativos
Recuperado de: <http://www.iddie.edu.mx/documentosrectores/modeloeducativotelesecundaria.pdf>

SEP (2006) Libro Blanco Programa "Enciclomedia" 2006-2012. Recuperado de: [https://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/2959/4/images/LB%20Enciclomedia.pdf](http://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/2959/4/images/LB%20Enciclomedia.pdf)

Sociedad Mexicana de Historia de la Educación (2005). Memoria, conocimiento y utopía. Anuario de la Sociedad Mexicana de Historia de la Educación. No. 1. Enero 2004-Mayo 2005. Ediciones Pomares, S. A. Barcelona. Impresión y encuadernación: Formación Gráfica S.A. de C.V. Estado de México.

Turnbull, A. P., Turnbull, R., Wehmeyer M. L., Shogren K. A. (2012). Exceptional Lives: Special Education in Today's Schools. Sweat Edition. Pearson; 7th Edition

Thompson, A. y Strickland, A. (2004). Administración Estratégica. Editorial Mc Graw Hill, México.

The Royal Society (2013). Royal Society Brian Mercer Award for Innovation 2013 - Dr Stephen Hicks. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?time_continue=196&v=FVaALqBDkEE

TVN 24 horas (2014). Aplicación especial para ciegos lanzan en metro de Santiago en chile. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=DbdJNbLnW24>

Traffano D. (2007). EDUCACIÓN, CIVISMO Y CATECISMOS POLÍTICOS Oaxaca, segunda mitad del siglo XIX RMIE, JULIO-SEPTIEMBRE 2007, VOL. 12, NÚM. 34, PP. 1043-1063. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/html/140/14003411/>

Torres A. (2009). La educación para el empoderamiento y sus desafíos. *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación*, Año 10, Nº. 1, Junio 2009. PP. 89-108. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3175951.pdf>

Torres G. (2010). Pasado, presente y futuro de la atención a las necesidades educativas especiales: Hacia una educación inclusiva. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3579916.pdf>

Tünnermann B. C. (2003). La Universidad ante los retos del siglo XXI. Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. Dirección General de Extensión. Departamento Editorial.

Talízina, N. (1988). Psicología de la Enseñanza. Moscú: Editorial Progreso, Moscú, Rusia.

Talízina N., Solovieva Y., Quintanar R. L. (2010). La aproximación de la actividad en psicología y su relación con el enfoque histórico-cultural de L. S. Vigotsky. *Novedades Educativas*, No. 230, febrero 2010.

Recuperado de:
http://cmas.siu.buap.mx/portal_pprd/work/sites/neuropsicologia/resources/LocalContent/108/1/Actividad_psic.pdf

Talízina, N. (2009). La teoría de la actividad aplicada a la enseñanza. México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Travieso V. D. , Hernández D. A., Cortizas E. Y. (2016). Desarrollo de la definición como operación del pensamiento en estudiantes universitarios *Revista Cubana de Educación Superior*. 2016 (1).51-63. Recuperado de: <http://scielo.sld.cu/pdf/rces/v35n1/rces05116.pdf>

Talízina N. F. (2000). Manual de psicología pedagógica. Facultad de Psicología. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Trad.

UNESCO (1960). New Pathways for the blind. Junio 1960. 13th year. The UNESCO Courier a window open on the world. Recuperado de:
https://unesdoc.unesco.org/in/documentViewer.xhtml?v=2.1.196&id=p::usmarcdef_0000064598&file=/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/attach_import_ac1468f6-b98e-437faa87-1923eb698359%3F_%3D064690engo.pdf&locale=es&multi=true&ark=/ark:/48223/pf0000064598/PDF/064690engo.pdf#%5B%7B%22num%22%3A94%2C%22gen%22%3A0%7D%2C%7B%22name%22%3A%22Fit%22%7D%5D

UNICEF (1999). NIÑOS Y VIOLENCIA. Editorial Arti Grafiche Ticci - Siena/Italia. Recuperado de: <https://www.unicef-irc.org/publications/pdf/digest2s.pdf>

Unesco (1999). Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI: Un nuevo compromiso. DECLARACION SOBRE LA CIENCIA Y EL USO DEL SABER CIENTIFICO. Recuperado de: http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm#progreso

Uno news (2011). Ceguera e integración: un reto. Recuperado de: <https://mx.unoi.com/2011/09/21/ceguera-e-integracion-un-reto/>

Universidad de Sevilla (SF). Vicerrectoría de investigación. Ficha personal - Juan Manuel de Pablos Pons Recuperado de: https://investigacion.us.es/sisius/sis_showpub.php?idpers=1347

UNAM, 2008. Primera edición. México, D.F. Recuperado de: <https://1library.co/document/1y9035dy-la-educacion-a-distancia-en-mexico-narrativa-de-una-historia-silenciosa.html?tab=pdf>

UNESCO-UNICEF (2008). Un enfoque de la educación para todos basado en los derechos humanos. Marco para hacer realidad el derecho de los niños a la educación y los derechos en la educación. New York, EEUU.

Recuperado de: https://www.unicef.org/spanish/publications/files/Un_enfoque_de_la_EDUCACION_PARA_TODOS_basado_en_los_derechos_humanos.pdf

UNESCO (2004). Temario Abierto sobre Educación Inclusiva. Materiales de Apoyo para Responsables de Políticas Educativas. Santiago: UNESCO.

UNICEF (2006). Convención sobre los derechos del niño. UNICEF Comité Español. Imprenta Nuevo siglo, Madrid. España. Recuperado de: <https://www.un.org/es/events/childrenday/pdf/derechos.pdf>

Urretavizcaya L. M. (2001). Inteligencia artificial: Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial, ISSN 1137-3601, ISSN-e 1988-3064, Vol. 5, Nº. 12, 2001 (Ejemplar dedicado a: Tutores Inteligentes), págs. 5-12
Recuperado de: <http://polar.lsi.uned.es/revista/index.php/ia/article/viewFile/292/278>

Universidad Iberoamericana Puebla - IUP (2015). Jorge Lanzagora Gallardo. Recuperado de: https://fcu.uib.es/Servicios/libros/articulos/di_nasso/Edad-Moderna.cid220296

UNICEF (2005). Seminario Internacional: Inclusión Social, Discapacidad y Políticas Públicas. Educación nuestra riqueza. Gobierno de Chile. Ministerio de educación. Editor: Carolina Bañados. recuperado de: https://www.unicef.cl/archivos_documento/200/Libro%20seminario%20internacional%20discapacidad.pdf

Valencia, L. (2014). Breve historia de las personas con discapacidad: de la opresión a la lucha por sus derechos. Ensayo. Manuscrito no Publicado. Argentina. Recuperado de: <http://www.rebelion.org/docs/192745.pdf>

Verdugo M.A., Bermejo B.G. (1995) The maltreatment of intellectually handicapped children and adolescents. Child Abuse Negl 1995; PP. 190:205-215.

Vilches, A., G., Pérez, D., Toscano J.C. y Macías, O. (2009). Agotamiento y destrucción de los recursos naturales. OEI. Recuperado de: <https://www.oei.es/historico/decada/accion23.htm>

Valeroa R., Ko Y.H., Chauhan S., Schatloff O., Sivaraman A., Coelho R.F., Ortega F., Palmer K.J., Sánchez-Salas R., Davila H., Cathelineau X., Patel V.R. (2011). Cirugía robótica: Historia e impacto en la enseñanza. Actas Urológicas Españolas, vol.35 no.9 oct. 2011. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.4321/S0210-48062011000900006>

Vite P. M.A.(2012). La discapacidad en México desde la vulnerabilidad social. Revista Polis vol.8 no.2 México ene. 2012 Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-23332012000200006
Universidad Interamericana para el Desarrollo (SF). Tecnología educativa. La enseñanza programada. Recuperado de: <https://sites.google.com/site/ntaeirving/contenido/tema1>

Wilson Pauwels, L., Akesson, E.J., Stewart, P.A., Spacey S.D. (2013). Nervio olfatorio. En: Nervios Craneales. En la salud y la enfermedad. 3^a Ed. Editorial Médica Panameriana.

Xataka TV (2016). Las gafas con las que Microsoft quiere que los invidentes vuelvan a "ver". Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?time_continue=15&v=2u0Hm63IYHE

Zenteno V. A. (2012). Ciegos aprenden computación en un novedoso taller. Recuperado de: <http://www.diarioeldia.cl/region/ciegos-aprenden-computacion-en-novedoso-taller>

Zaraoui Z. (2000). Modernidad y Posmodernidad. Colección de reflexión y análisis. La crisis de los paradigmas y valores. Noriega editores. Editorial Limusa, S.A. de C.V. México, DF:

Anexos



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Facultad de Filosofía y Letras
Doctorado en Investigación e Innovación Educativa



CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO DIRIGIDO A NIÑOS CIEGOS O DÉBILES VISUALES QUE SE LES INVITA A PARTICIPAR EN LA INVESTIGACIÓN PARA

IMPLEMENTACIÓN DE UN ASISTENTE BASADO EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA AMBIENTES DE APRENDIZAJE DE NIÑOS CON DISCAPACIDAD VISUAL

Patrocinadores del estudio: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Consejo Nacional de Ciencia y tecnología (CONACyT).

Lugar y fecha: _____

Clave de registro del participante: _____

Investigador principal: Erick Ibarra Cruz, BUAP, Puebla, México.

Co-investigador: Dulce Ma. Flores Olvera, BUAP, Puebla, México.

Propósito del estudio: Investigar las distintas necesidades que tienen los niños con discapacidad visual para crear un asistente virtual que funcione como tutor inteligente que ayude al estudiante a usar las TIC de forma más adaptada a su discapacidad, y puedan aprender a través del sistema tutor y otras tecnologías que coadyuven a la inclusión digital; determinar variantes de expresiones orales relacionadas con las experiencias educativas que los niños pueden usar como comandos. Los hallazgos de este estudio permitirán implementar un (prototipo de) ambiente personal de aprendizaje a través del uso del asistente virtual así como usarlo en modalidad de tutor, mediante la aplicación de algunos elementos de inteligencia artificial que le permita a los niños utilizar, interactuar y aprender con la computadora de una manera sencilla utilizando comandos de voz natural.



Elegibilidad: Para participar en este estudio, debe ser estudiante de algún Centro de Atención Múltiple (CAM) del Estado de Puebla, además estar matriculado en el nivel de primaria, saber leer y escribir y cumpla con los criterios de inclusión-exclusión. Todos ellos tienen derecho a participar en el estudio siempre y cuando indiquen que participan voluntariamente y que cuentan previamente con el consentimiento informado firmado por su padre o tutor.

Descripción del procedimiento: Como participante de este estudio, primero debe ser un alumno con asistencia regular, estar dispuesto a participar en la intervención educativa con el asistente virtual durante sus clases normales. En la etapa de prueba del prototipo es necesario que conteste una encuesta de satisfacción de usuario cuestionario, que consta de varias preguntas que le tomará alrededor de 20 minutos. El tipo de información que se recaba se refiere a lo siguiente: información sobre la eficacia del Asistente Virtual, ayudas, aprendizajes de ciencias naturales, actividades del curso, dudas sobre el curso, diseño de la interfaz de usuario, uso de internet y tecnologías de información y comunicación relacionadas, glosario de términos, tipos de actividades que hace con la computadora, y áreas de interés de aprendizaje. Todas las respuestas serán protegidas por la ley de datos personales y serán confidenciales, solo usted y los investigadores las conocen. Se le solicitará no escribir su nombre en el cuestionario; conteste todas las preguntas de acuerdo a como usted habla, utilizando las palabras que usa de manera cotidiana; tiene derecho a no contestar alguna pregunta que no desee o le incomode.



Confidencialidad: Tenga la certeza que la información sobre su identidad personal será mantenida confidencialmente de acuerdo a lo estipulado en el marco normativo y procedural del Comité de Ética del DIIE-FFyL de la BUAP. No se le solicitará información alguna que haga posible que alguien le identifique, solo el equipo de investigadores responsables del estudio tendrá acceso a la información entregada por usted. Los documentos de consentimiento informado, los cuestionarios, diario de campo y audios, serán recolectados, y resguardados de manera separada para asegurar que la información personal solicitada en este consentimiento como el nombre y apellidos no pueda ser relacionada con los cuestionarios y audios grabados durante la investigación de campo. Los cuestionarios serán guardados en contenedores bajo llave solamente accesibles por el equipo de investigación. Tanto los audios como la versión electrónica de la información recabada será protegida en archivos con contraseña; al interior de cada archivo no será posible identificar sus respuestas específicas; los resultados tanto parciales como totales serán utilizados para realizar publicaciones y eventos científicos pero las respuestas individuales no serán reportadas. Como política de garantía de la calidad de la investigación de la que usted es parte, los procedimientos pueden ser revisados y verificados por el Comité de Ética del DIIE-FFyL de la BUAP manteniendo la confidencialidad.

Beneficios: Al participar en la investigación usted participa en la recolección de requisitos y necesidades de comunicación para configurar un asistente virtual que servirá para crear un prototipo de soporte de comunicación entre usted y la computadora, así como, la posibilidad de contar con esta herramienta de



comunicación y aprendizaje comandada por voz en un futuro o para futuras generaciones.

Riesgos: Aunque no se anticipen riesgos significativos asociados a su participación en este estudio, existe la posibilidad de que experimente alguna molestia emocional durante la aplicación del cuestionario o entrevista relacionada con alguna de las preguntas, por esa razón, se le proveerá información impresa sobre los servicios a los que usted puede recurrir en caso de necesitar ayuda.

Derecho a negarse o retirarse: Su participación en esta investigación es totalmente voluntaria, si usted, su parent o tutor no desea participar, no le afectará de ninguna manera en ésta u otras escuelas, usted tendrá todos los beneficios que ha tenido siempre. Así mismo, puede dejar de participar en la investigación en cualquier momento que desee sin que sea afectado en ninguna forma.

Información adicional: Si usted tiene preguntas adicionales sobre el estudio que no aparecen en este consentimiento informado, por favor hágalas en este momento. Si tiene alguna pregunta en el futuro, síntase libre de contactar al investigador principal de esta universidad, al Mtro. Erick Ibarra Cruz, al número de teléfono celular personal 2224642413, o a las oficinas de la Coordinación del Doctorado en Investigación Educativa de la Facultad de Filosofía y Letras de la BUAP al 229 55 00 extensiones 3531 y 3522. Incluso, usted puede contactar al Presidente del Comité de Ética de la BUAP, Dra. Dulce Flores Olvera, al número 229 55 00 Ext. 3531.

Los hallazgos de esta investigación estarán disponibles al término del estudio.



CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

DIRIGIDO A NIÑOS SIN DISCAPACIDAD QUE SE LES INVITA A PARTICIPAR EN LA INVESTIGACIÓN PARA

IMPLEMENTACIÓN DE UN ASISTENTE BASADO EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA AMBIENTES DE APRENDIZAJE DE NIÑOS CON DISCAPACIDAD VISUAL

Patrocinadores del estudio: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Consejo Nacional de Ciencia y tecnología (CONACyT).

Lugar y fecha: _____

Clave de registro del participante: _____

Investigador principal: Erick Ibarra Cruz, BUAP, Puebla, México.

Co-investigador: Dulce Ma. Flores Olvera, BUAP, Puebla, México.

Propósito del estudio: Investigar las distintas necesidades que tienen los niños con discapacidad visual para crear un asistente virtual que funja como tutor inteligente que ayude al estudiante a usar las TIC de forma más adaptada a su discapacidad, y puedan aprender a través del sistema tutor y otras tecnologías que coadyuven a la inclusión digital; determinar variantes de expresiones orales relacionadas con las experiencias educativas que los niños pueden usar como comandos. Los hallazgos de este estudio permitirán implementar un (prototipo de) ambiente personal de aprendizaje a través del uso del asistente virtual así como usarlo en modalidad de tutor, mediante la aplicación de algunos elementos de inteligencia artificial que le permita a los niños utilizar, interactuar y aprender con la computadora de una manera sencilla utilizando comandos de voz natural.



Elegibilidad: Para participar en este estudio, debe ser estudiante de algún Centro de Atención Múltiple (CAM) del Estado de Puebla, además estar matriculado en el nivel de primaria, saber leer y escribir y cumpla con los criterios de inclusión-exclusión. Todos ellos tienen derecho a participar en el estudio siempre y cuando indiquen que participan voluntariamente y que cuentan previamente con el consentimiento informado firmado por su padre o tutor.

Descripción del procedimiento: Como participante de este estudio, primero debe ser un alumno con asistencia regular, estar dispuesto a participar en la intervención educativa con el asistente virtual durante sus clases normales. En la etapa de prueba del prototipo es necesario que conteste una encuesta de satisfacción de usuario cuestionario, que consta de varias preguntas que le tomará alrededor de 20 minutos. El tipo de información que se recaba se refiere a lo siguiente: información sobre la eficacia del Asistente Virtual, ayudas, aprendizajes de ciencias naturales, actividades del curso, dudas sobre el curso, diseño de la interfaz de usuario, uso de internet y tecnologías de información y comunicación relacionadas, glosario de términos, tipos de actividades que hace con la computadora, y áreas de interés de aprendizaje. Todas las respuestas serán protegidas por la ley de datos personales y serán confidenciales, solo usted y los investigadores las conocen. Se le solicitará no escribir su nombre en el cuestionario; conteste todas las preguntas de acuerdo a como usted habla, utilizando las palabras que usa de manera cotidiana; tiene derecho a no contestar alguna pregunta que no desee o le incomode.



Confidencialidad: Tenga la certeza que la información sobre su identidad personal será mantenida confidencialmente de acuerdo a lo estipulado en el marco normativo y procedimental del Comité de Ética del DIIE-FFyL de la BUAP. No se le solicitará información alguna que haga posible que alguien le identifique, solo el equipo de investigadores responsables del estudio tendrá acceso a la información entregada por usted. Los documentos de consentimiento informado, los cuestionarios, diario de campo y audios, serán recolectados, y resguardados de manera separada para asegurar que la información personal solicitada en este consentimiento como el nombre y apellidos no pueda ser relacionada con los cuestionarios y audios grabados durante la investigación de campo. Los cuestionarios serán guardados en contenedores bajo llave solamente accesibles por el equipo de investigación. Tanto los audios como la versión electrónica de la información recabada será protegida en archivos con contraseña; al interior de cada archivo no será posible identificar sus respuestas específicas; los resultados tanto parciales como totales serán utilizados para realizar publicaciones y eventos científicos pero las respuestas individuales no serán reportadas. Como política de garantía de la calidad de la investigación de la que usted es parte, los procedimientos pueden ser revisados y verificados por el Comité de Ética del DIIE-FFyL de la BUAP manteniendo la confidencialidad.

Beneficios: Al participar en la investigación usted participa en la recolección de requisitos y necesidades de comunicación para configurar un asistente virtual que servirá para crear un prototipo de soporte de comunicación entre usted y la computadora, así como, la posibilidad de contar con esta herramienta de



comunicación y aprendizaje comandada por voz en un futuro o para futuras generaciones.

Riesgos: Aunque no se anticipen riesgos significativos asociados a su participación en este estudio, existe la posibilidad de que experimente alguna molestia emocional durante la aplicación del cuestionario o entrevista relacionada con alguna de las preguntas, por esa razón, se le proveerá información impresa sobre los servicios a los que usted puede recurrir en caso de necesitar ayuda.

Derecho a negarse o retirarse: Su participación en esta investigación es totalmente voluntaria, si usted, su parent o tutor no desea participar, no le afectará de ninguna manera en ésta u otras escuelas, usted tendrá todos los beneficios que ha tenido siempre. Así mismo, puede dejar de participar en la investigación en cualquier momento que desee sin que sea afectado en ninguna forma.

Información adicional: Si usted tiene preguntas adicionales sobre el estudio que no aparecen en este consentimiento informado, por favor hágalas en este momento. Si tiene alguna pregunta en el futuro, síntase libre de contactar al investigador principal de esta universidad, al Mtro. Erick Ibarra Cruz, al número de teléfono celular personal 2224642413, o a las oficinas de la Coordinación del Doctorado en Investigación Educativa de la Facultad de Filosofía y Letras de la BUAP al 229 55 00 extensiones 3531 y 3522. Incluso, usted puede contactar al Presidente del Comité de Ética de la BUAP, Dra. Dulce Flores Olvera, al número 229 55 00 Ext. 3531.

Los hallazgos de esta investigación estarán disponibles al término del estudio.



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Facultad de Filosofía y Letras
Doctorado en Investigación e Innovación Educativa



Firma del participante: _____

Cuestionario Diligenciado para expertos DV/TE

Formulario para evaluar el desempeño del sistema AVI y el aprendizaje de los niños discapacitados visuales a través de éste. Primero seleccione a qué alumno va a evaluar y después, para cada aspecto, elige la descripción que más coincida con su apreciación

* Required

Email address *

Your email

Nombre completo del evaluador

Your answer

Alumno a evaluar *

Choose

Condición de discapacidad del alumno

- Débil visual
- Ciego



Adaptación del Asistente Virtual a la población *

ALTO: Se adapta mucho a las necesidades implícitas de los niños con debilidad visual

MODERADO: Se adapta en su mayoría a las necesidades implícitas en los niños con debilidad visual

BAJO: Se adapta a algunas de las necesidades implícitas en los niños con debilidad visual

NULO: No se adapta a las necesidades implícitas en los niños con debilidad visual

Row 1

Amigabilidad de la interfaz *

ALTO: El usuario con debilidad visual interactúa fácilmente con la interfaz de comandos por voz

MODERADO: El usuario con debilidad visual interactúa moderadamente fácil con la interfaz de comandos por voz

BAJO: El usuario con debilidad visual presenta baja interacción con la interfaz de comandos por voz

NULO: El usuario con debilidad visual prefiere no interactuar con la interfaz de comandos por voz

Row 1



Utilidad de la herramienta *

ALTO: La herramienta tecnológica resulta ser de alta utilidad para los niños con debilidad visual

MODERADO: La herramienta tecnológica resulta ser de moderada utilidad para los niños con debilidad visual

BAJO: La herramienta tecnológica resulta ser de baja utilidad para los niños con debilidad visual

NULO: La herramienta tecnológica resulta ser de nula utilidad para los niños con debilidad visual

Row 1

Necesidad de la herramienta *

ALTO: Es una herramienta altamente necesaria en los entornos de aprendizaje actuales para niños con debilidad visual

MODERADO: Es una herramienta medianamente necesaria en los entornos de aprendizaje actuales para niños con debilidad visual

BAJO: Es una herramienta de bajas prestaciones para entornos de aprendizaje actuales para niños con debilidad visual

NULO: Es una herramienta innecesaria en los entornos de aprendizaje actuales para niños con debilidad visual

Row 1



Innovación en el campo *

ALTO: Es una herramienta con altas prestaciones innovadoras para configurar un ambiente inteligente, accesible y amigable niños con debilidad visual

MODERADO: Es una herramienta de moderadas prestaciones innovadoras para configurar un ambiente inteligente, accesible y amigable niños con debilidad visual

BAJO: Es una herramienta con bajas prestaciones innovadoras para configurar un ambiente inteligente, accesible y amigable niños con debilidad visual

NULO: Es una herramienta con nulas prestaciones innovadoras para configurar un ambiente inteligente, accesible y amigable niños con debilidad visual

Row 1

Observaciones adicionales sobre el desempeño

Your answer

Comentarios técnicos acerca del sistema

Your answer



Send me a copy of my responses.

Submit

Never submit passwords through Google Forms.

reCAPTCHA
[Privacy](#) [Terms](#)This content is neither created nor endorsed by Google. [Report Abuse](#) - [Terms of Service](#) - [Privacy Policy](#).



Cuestionario Autodiligenciado para Investigador

Formulario para evaluar el desempeño del sistema AVI y el aprendizaje de los niños discapacitados visuales a través de éste. Primero seleccione a qué alumno va a evaluar y después, para cada aspecto, elige la descripción que más coincida con su apreciación

* Required

Email address *

Your email

Nombre completo del evaluador

Your answer

Alumno a evaluar *

Choose

Condición de discapacidad del alumno

- Débil visual
- Ciego



Adaptación del Asistente Virtual a la población *

ALTO: Se adapta mucho a las necesidades implícitas de los niños con debilidad visual

MODERADO: Se adapta en su mayoría a las necesidades implícitas en los niños con debilidad visual

BAJO: Se adapta a algunas de las necesidades implícitas en los niños con debilidad visual

NULO: No se adapta a las necesidades implícitas en los niños con debilidad visual

Row 1

Amigabilidad de la interfaz *

ALTO: El usuario con debilidad visual interactúa fácilmente con la interfaz de comandos por voz

MODERADO: El usuario con debilidad visual interactúa moderadamente fácil con la interfaz de comandos por voz

BAJO: El usuario con debilidad visual presenta baja interacción con la interfaz de comandos por voz

NULO: El usuario con debilidad visual prefiere no interactuar con la interfaz de comandos por voz

Row 1



Utilidad de la herramienta *

ALTO: La herramienta tecnológica resulta ser de alta utilidad para los niños con debilidad visual

MODERADO: La herramienta tecnológica resulta ser de moderada utilidad para los niños con debilidad visual

BAJO: La herramienta tecnológica resulta ser de baja utilidad para los niños con debilidad visual

NULO: La herramienta tecnológica resulta ser de nula utilidad para los niños con debilidad visual

Row 1

Necesidad de la herramienta *

ALTO: Es una herramienta altamente necesaria en los entornos de aprendizaje actuales para niños con debilidad visual

MODERADO: Es una herramienta medianamente necesaria en los entornos de aprendizaje actuales para niños con debilidad visual

BAJO: Es una herramienta de bajas prestaciones para entornos de aprendizaje actuales para niños con debilidad visual

NULO: Es una herramienta innecesaria en los entornos de aprendizaje actuales para niños con debilidad visual

Row 1



Innovación en el campo *

ALTO: Es una herramienta con altas prestaciones innovadoras para configurar un ambiente inteligente, accesible y amigable niños con debilidad visual

MODERADO: Es una herramienta de moderadas prestaciones innovadoras para configurar un ambiente inteligente, accesible y amigable niños con debilidad visual

BAJO: Es una herramienta con bajas prestaciones innovadoras para configurar un ambiente inteligente, accesible y amigable niños con debilidad visual

NULO: Es una herramienta con nulas prestaciones innovadoras para configurar un ambiente inteligente, accesible y amigable niños con debilidad visual

Row 1

Observaciones adicionales sobre el desempeño

Your answer

Comentarios técnicos acerca del sistema

Your answer



Send me a copy of my responses.

Submit

Never submit passwords through Google Forms.

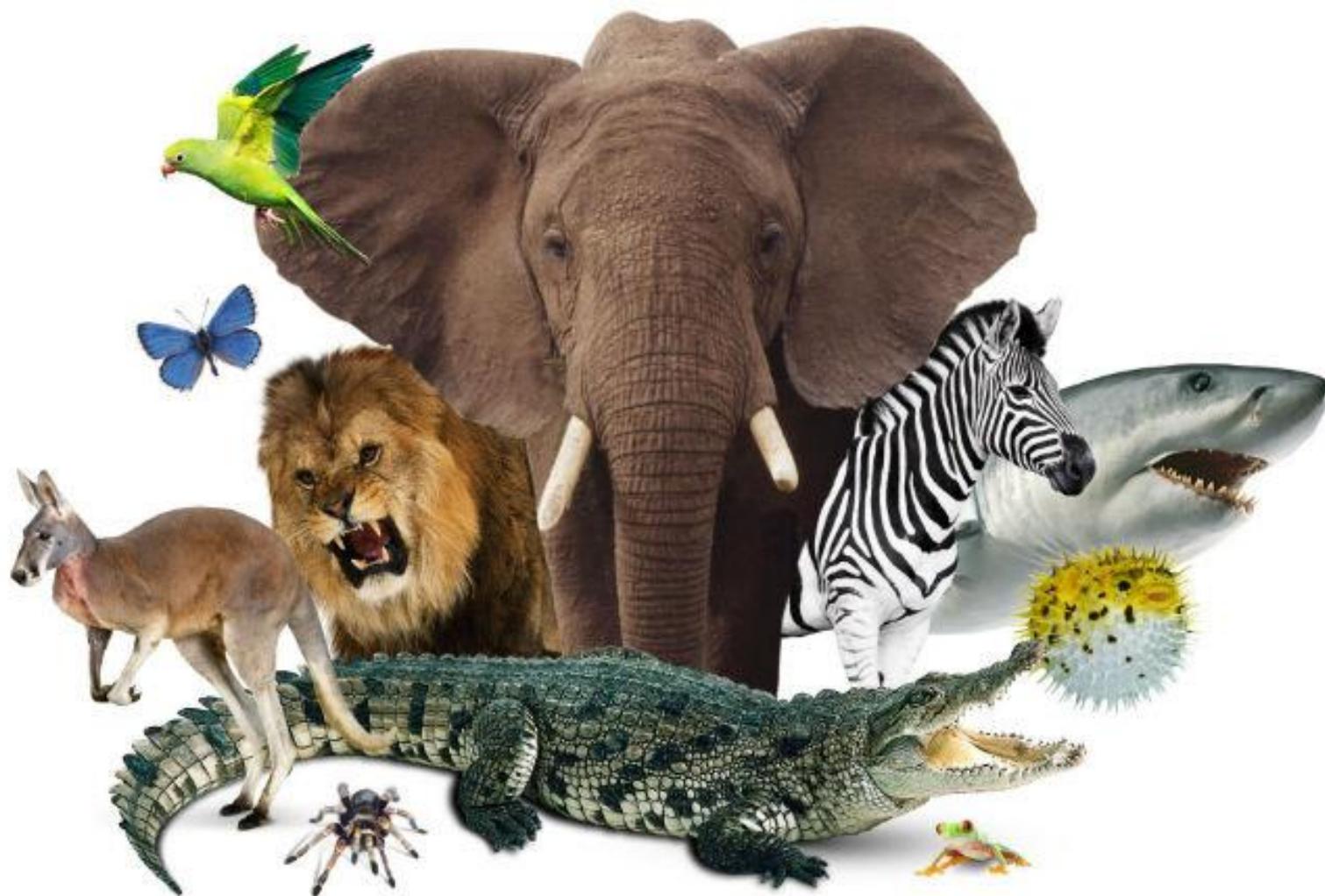
reCAPTCHA
[Privacy](#) [Terms](#)This content is neither created nor endorsed by Google. [Report Abuse](#) - [Terms of Service](#) - [Privacy Policy](#).



Ejemplo del diseño instruccional para el curso de Ciencias Naturales

Animales Vertebrados

CLASIFICACIÓN DEL REINO ANIMAL



Ciencias Naturales

CLASIFICACIÓN EN



Tarjeta orientadora #1

Introducción

OBJETIVO DE LA LECCIÓN

En esta lección, describiremos la clasificación en:

- Animales vertebrados y Animales invertebrados.

Sus características generales son:

- Se alimentan de plantas o de otros animales.
- Los **Vertebrados TIENEN esqueleto óseo**.
- Los **Invertebrados NO TIENEN esqueleto óseo**.
- Se desplazan a través de movimientos
 - Caminan, Vuelan, Nadan, o Se arrastran.



Tarjeta orientadora #1

Introducción

CLASIFICACIÓN DEL REINO ANIMAL.

El reino animal está conformado por todos los animales. Estos pueden clasificarse de distintas maneras. La forma común es, la clasificación de acuerdo a su **Estructura** física, que consta de dos grupos denominados: **Vertebrados e Invertebrados**.

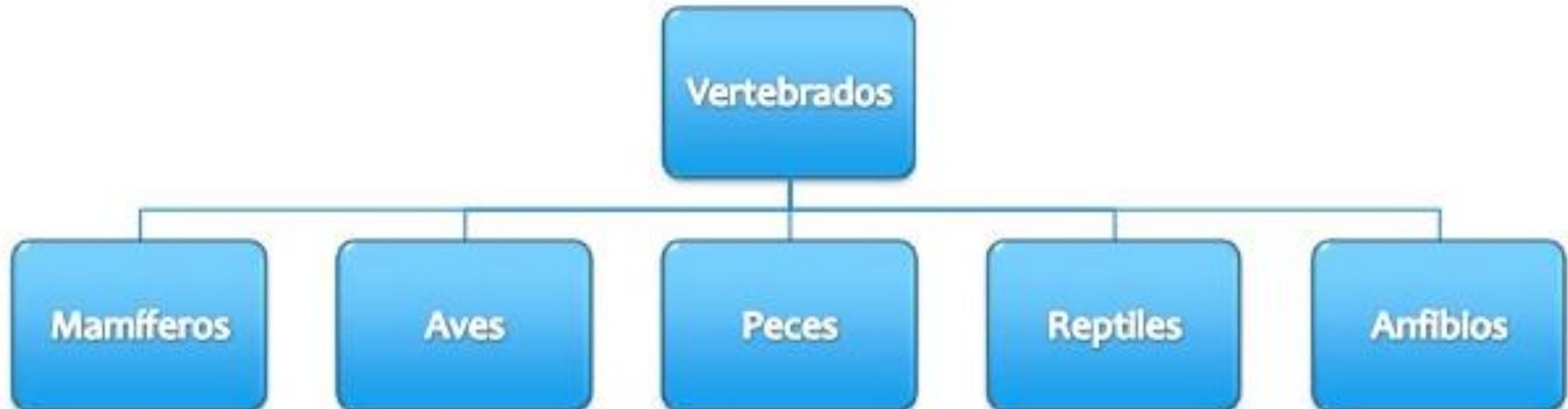
Otra manera es, clasificarlos según su **forma de reproducción**, que pueden ser en **Ovíparos y Vivíparos**.

También se pueden clasificar según su **Tipo de alimentación**, comúnmente se ordenan en **Carnívoros, Herbívoros y Onmívoros**.

Otra forma de clasificarlos, es según el **Ambiente donde viven**. estos pueden ser: **Terrestres, Marinos y Aéreos**.

Pueden utilizarse **otras maneras de clasificarlos**: por ejemplo. **Animales de jardín, Animales de una Granja, Animales Domésticos como Mascotas**, entre otras.

Tarjeta orientadora #3



Características principales de los animales vertebrados: tienen dentro de su cuerpo un esqueleto óseo *formado por una columna vertebral y diferentes huesos llamados vértebras*, los huesos pueden ser duros o cartilaginosos flexibles. Estos animales se **clasifican en 5 grupos**: Mamíferos. Aves. Peces. Reptiles y Anfibios. / seguido de la pregunta para evaluar el concepto

Tarjeta orientadora #4 (MAMÍFEROS)



Características principales de los Mamíferos: * Tienen Piel cubierta de pelos, * Respiran por pulmones, * Su reproducción es vivípara, es decir, nacen del vientre de su madre. Sus características secundarias son: Tienen patas como extremidades y Caminan para desplazarse de un lugar a otro. Excepto los murciélagos que vuelan, o las ballenas, delfines, morsas y focas que nadan, pero también son mamíferos.

Tarjeta orientadora #5 (AVES)



Características principales de las Aves: * Tienen Piel cubierta de plumas, * Respiran a través de los pulmones, Su reproducción es ovípara, es decir, nacen de huevos

Sus características secundarias son: Tienen alas y patas como extremidades, y picos. Vuelan para desplazarse de un lugar a otro. Excepto las avestruces, pingüinos, emús, casuario, kiwis que no pueden volar, pero también son aves.

Tarjeta orientadora #6 (PECES)

Agnatos



Lamprea

Mixino

Condrichtios



Tiburón

Raya

Gnatótonos



Osteíctios

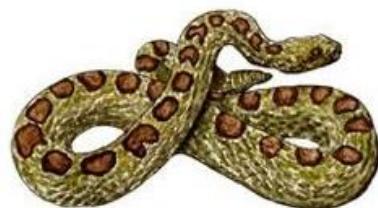
Trucha

Sardina

Características principales de los Peces: * Tienen Piel cubierta de escamas, * Respiran por pulmones, su reproducción es ovípara, es decir, nacen de huevos.

Sus características secundarias son: Tienen o no tienen patas como extremidades. Se arrastran o caminan para desplazarse de un lugar a otro. Su hábitat es el agua y tierra.

Tarjeta orientadora #7 (REPTILES)



Serpientes y Lagartos



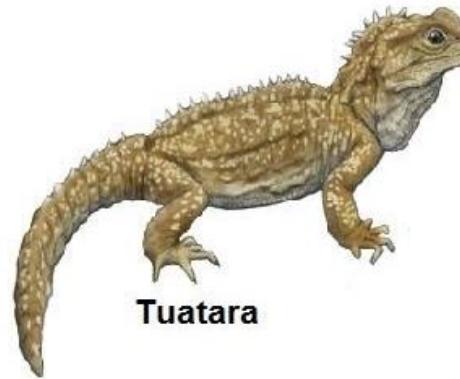
Tortugas



Cocodrilos,
Caimanes y
Gaviales



Iguana



Tuatara

Características principales de los Reptiles: * Tienen Piel cubierta de escamas, * Respiran por branquias, * Su reproducción es ovípara, es decir, nacen de huevos.

Sus características secundarias son: Tienen aletas como extremidades. Nadan para desplazarse de un lugar a otro. Su hábitat es el agua.

Tarjeta orientadora #8 (ANFIBIOS)

**ANUROS
SIN COLA**



RANAS



SAPOS

**URODELOS
CON COLA**



SALAMANDRAS



TRITONES

**ÁPODOS
sin patas**



CECILIA

Características principales de los Anfibios: * Tienen Piel húmeda, suave y viscosa, * Respiran por pulmones, * Su reproducción es ovípara, es decir, nacen de huevos.

Sus características secundarias son: Tienen patas o no como extremidades. Nadan o saltan para desplazarse de un lugar a otro. Su hábitat es el agua y la tierra.

Evaluación del Sitio Web de Aprendizaje

* Requerido

Ciencias Naturales

Clasificación de los Seres Vivos



Escribe tu nombre completo, empieza con tu nombre y luego tus apellidos. *

Tu respuesta

[próximo](#)

Nunca enviar contraseñas a través de Google Forms.

Google no crea ni respalda este contenido. [Informar abuso](#) - [Condiciones de servicio](#) - [Política de privacidad](#)

Google Formularios



ANEXO

Diario de observación sistemática del investigador (Ejemplo)

Fecha Sesión: 15 de febrero/2008

- Respecto a la etapa Material-Materializada de la Teoría de la actividad
- Discapacidad intelectual (DI), los niños con baja DI pueden ser prospectos para usar el asistente siempre y cuando no tengan problemas de lenguaje
- Los Ciegos y deficientes visuales necesitan mucho material con relieve, es la principal fuente de adquisición de aprendizajes
- Tocan para aprender
- De Matemáticas: seriación y clasificación lo adaptan porque tiene que ser tangible
- Ciencias naturales: Necesita descripción auditiva porque no ver el cielo, la luna y las estrellas no significa que no exista
- Hacer introducción de lo general para que sirva a los ciegos como bagaje cultural, que tengan la idea, de ahí la necesidad de enseñanza conceptual
- Trabajan suma, resta y multiplicación en 5o. y 6o.
- Trabajan con dinero real, identificando las peculiaridades de cada billete
- Para geografía usan un globo terráqueo adaptado con bordes
- Se elaboran materiales de aprendizaje para un tipo de discapacidad y que sirvan de apoyo a otro tipo de discapacidad
- Trabajan distintos materiales y observan con que se adapta el niño