****

**MÁSTER EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA, BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL Y ENSEÑANZAS DE IDIOMAS**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

CURSO 2022-2023

**TÍTULO DEL TRABAJO**

**TÍTULO EN INGLÉS DEL TRABAJO**

**ESPECIALIDAD**: Física y Química

**APELLIDOS Y NOMBRE**: Olivares López Eduardo

**DNI**: 48081621Y

**CONVOCATORIA**: JUNIO/SEPT/FEBRERO

**TUTOR/A:** Ángel Ezquerra Martínez. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación. Centro de Formación del Profesorado.

1. **RESUMEN**

En este trabajo, se caracteriza el cambio conceptual en un grupo de alumnos de 2ºESO en nociones sobre cinemática. En concreto se categorizan las respuestas de los estudiantes en una actividad de aula que consiste en una serie de preguntas acerca de este tema. Se realiza la categorización antes y después de una intervención didáctica fuertemente apoyada en el tema “El Movimiento” del repositorio multimedia Science Bits, basado en el método de enseñanza-aprendizaje 5E.

Los resultados son así por esto y esto.

1. **ABSTRACT**
2. **PALABRAS CLAVE**
   1. concepciones alternativas
   2. concepciones científicas
   3. cambio conceptual
   4. modelo 5E
3. **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, JUSTIFICACIÓN, Y OBJETIVOS**

Siendo los conceptos elementos básicos de construcción de conocimiento en todas las disciplinas académicas, juega un papel crítico la sólida comprensión de estos conceptos en la ayuda de estudiantes a desarrollar las bases y estructuras de su conocimiento, y en la aplicación de concepciones correctas y resolución de problemas, todo para desarrollar competencia en sus profesiones (Streveler, 2008). De hecho, se ha demostrado que las concepciones científicamente incorrectas que los alumnos pueden presentar (también denominadas concepciones alternativas) son una de las causas principales de un desempeño académico y resolución de problemas pobres en muchas disciplinas, pero particularmente en las disciplinas STEM (Brown, 1999). La presencia de estas concepciones alternativas puede disrumpir la formación de concepciones científicamente correctas, también llamadas concepciones científicas.

Es especialmente relevante combatir las concepciones alternativas del tema de cinemática, ya que de él emergen conceptos presentes en toda la física, como el de velocidad, aceleración, o posición (BUSCO AUTOR, AÑO). Al fin y al cabo, los conceptos aprendidos en este tema sentarán la base para el desarrollo de conocimiento futuro en física, más complejo. Sumado a esto, y por numerosos testimonios de docentes y estudiantes por igual, en demasiadas ocasiones, los alumnos se preocupan de resolver exámenes sin entender realmente a nivel profundo los conceptos físicos que subyacen de los problemas resueltos. Así convierten la Física en la habilidad para resolver problemas más que en el saber a través del cual entender el universo que nos rodea.

Por todo ello, considero de vital importancia que se facilite el cambio conceptual de los estudiantes al máximo. Debido a que las concepciones alternativas pueden ser robustas y difíciles de corregir (*’ID ME DEPARTMENT OF EDUCAIVN*, n.d.), la dimensión de un trabajo que investigue como facilitar el cambio conceptual exceder la de un TFM, tanto en extensión como en tiempo. En su lugar, el objetivo general de este TFM será estudiar cómo una intervención didáctica basada en el repositorio multimedia Science Bits afecta al cambio conceptual de los estudiantes.

Los objetivos concretos son:

* Caracterizar la corrección y justificación de respuestas de los alumnos antes y después de la intervención.
* Caracterizar la transformación de las respuestas, es decir, el cambio conceptual tras la intervención.
* Proponer conjeturas sobre la relación entre las concepciones alternativas o científicas emergentes y los contenidos de la intervención didáctica.

1. **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y ESTADO DEL ARTE**
   1. **Concepciones alternativas, científicas, y cambio conceptual.**

En el pasado han se han referido a ellas como preconcepciones (preconceptions), concepciones alternativas (alternative conceptions), ideas equivocadas (misconceptions), intuiciones científicas de niños (children’s scientific intuitions), ciencia de niños (children’s Science), conceptos de sentido común (common sense concepts), o conocimiento espontáneo (spontaneous knowledge) por autores como Novak, Driver & Easley, Helm, Sutton, Gilbert & Watts & Osborne, Halloun & Hestenes, o Pines & West respectivamente. Aunque pueda haber sutiles diferencias en la definición de estos términos, por simplicidad y comodidad del lenguaje, en este trabajo nos referiremos como “concepciones alternativas” a todas aquellas concepciones que existan en la mente de los alumnos que sean científicamente incorrectas. Una variedad de concepciones alternativas ya está presente en los estudiantes antes de llegar al centro educativo (Novak, 2002). Algunas están basadas en su experiencia del mundo físico. Estas experiencias, basadas en el sentido común, se consideran hipótesis razonables basadas en su experiencia cotidiana. A veces, estas experiencias pueden no siempre ser verdad y son a menudo inconsistentes con los conceptos que se aprenden en clases formales, así recibiendo el nombre de concepciones alternativas (Azita Seyed Fadaei & César Mora, 2015). Las concepciones alternativas son altamente resistentes al cambio e influencian el proceso de enseñanza-aprendizaje en cualquier materia de estudio, especialmente en física (Pfundt, 1988). Algunas concepciones alternativas incluso violan los principios científicos y matemáticos enseñados por el docente en el aula (Smith III, 1994).

Por otro lado, el cambio conceptual es el evento en el que los estudiantes realizan cambios en sus concepciones iniciales de tal forma que pasan de ser incorrectas a ser correctas. Pasan así a denominarse concepciones científicas (Makhrus, 2014). El cambio conceptual se produce cuando el conocimiento previo entra en conflicto con la nueva información (Murdani et al., 2018). Aún después del aprendizaje, algunas concepciones alternativas pueden permanecer inherentes al alumno, impidiendo el aprendizaje (Demirci, 2005).

* Una de las difíciles tareas del docente es corregir las concepciones alternativas, pero no puede hacerse mediante aproximaciones tradicionales del aprendizaje (Lee et al., 2005).
* los estudiantes se comprometen a aprender más con e-learning porque puede realizarse en cualquier momento y lugar convenientes para ellos (Kaiyue et al., 2021).
* utilizar simulaciones computacionales son ventajosas ya que los estudiantes pueden repetir muchas veces los experimetnos reduciendo riesgos que puedan derivar de la implementación en un laboratorio real (Garofalakis et al., 2013) y diversos estudios muestran resultados positivos en el desempeño de las clases de ciencias (Adams, 2010; Moore, 2013; Muller & Sharma, n.d.).
  1. **Causas de concepciones alternativas.**

En general, las causas principales de concepciones alternativas son 5: los grupos de estudiantes, los docentes, los libros de texto, el contexto, y la manera de enseñar (Suparno, 2013). La tabla 1 muestra las causas especiales de concepciones alternativas derivadas de las cinco principales anteriormente mencionadas, según (Suparno, 2013).

Tabla 1. Causas principales y especiales de concepciones alternativas (Suparno, 2005).

A picture containing text, document, receipt, screenshot

Description automatically generated

* 1. **Cómo facilitar el cambio conceptual.**

Existen diversos pasos que se deben tomar para superar (o al menos reducir) las concepciones alternativas (Berg, 1990).

Primero se deben detectar las concepciones previas de los estudiantes. Antes de comenzar la clase, el profesor debería tenerlas ya en mente. Esto se puede saber a partir de la literatura, de tests diagnósticos, de observación directa de las actividades de los alumnos, o de la experiencia previa del docente.

Luego, se debe diseñar una experiencia de aprendizaje que empiece con dichas preconcepciones y las refine la parte buena a la vez que corrige la parte mala de cada concepto. El principio característico en la corrección de concepciones previas es que los estudiantes experimenten un aprendizaje que ponga en contraste sus conceptos con eventos naturales. Se espera así que la contradicción entre las nuevas experiencias y los viejos conceptos den lugar a la corrección de las concepciones alternativas. Según (Piaget, 1978), niños y adultos utilizan patrones mentales o esquemas para guiar el comportamiento y la cognición, e interpretar nuevas experiencias o material en relación con esos esquemas previos. Investigaciones por Silva et al. y Scoboria et al. (2006) muestran que, en vez de recordar una muestra de detalles precisos, las personas tienden a recordar eventos que incorporan pocos detalles dentro del esquema del evento complejo. Las concepciones alternativas afloran cuando las experiencias nuevas se interpretan a la luz de las experiencias previas y la nueva comprensión se injerta en los entendimientos previos. Generalmente las memorias se recuperan primero recordando el esquema y luego asociando los detalles. Si un concepto no cabe en un esquema preexistente y no es relevante, muy probablemente será recordado o incluso rechazado de primeras. (Scoboria, 2006; Silva et al., 2006).

El tercer paso es practicar varias preguntas para entrenar los nuevos conceptos adquiridos y refinarlos. Las cuestiones elegidas idealmente deberían poner de claro manifiesto la distinción entre la concepción científica y la concepción alternativa, evidenciando el porqué de la correctitud de la científica.

* 1. **Concepciones alternativas relativas a cinemática de 2ºESO.**

La tabla 2 muestra la codificación de concepciones alternativas encontradas en la literatura reciente acerca del tema de cinemática a nivel de 2ºESO. Es por ello por lo que las concepciones relativas a movimientos circulares o parabólicos se excluyen, así como concepciones relativas a la aceleración como cambio en el sentido (y no módulo) de la velocidad, o a la dinámica (correspondiente al tema siguiente en el currículum de la clase del estudio). Nótese que las concepciones alternativas se codifican según siglas específicas – todas ellas comenzando por “CA(…)”, de Concepción Alternativa. Las siglas que siguen se refieren a la temática relacionada con la concepción en cuestión, cuyo título se elige de manera arbitraria. Por ejemplo, en el caso de la CADD1, la temática se etiqueta como “Distancia – Desplazamiento”. La cifra del final numera cada concepción alternativa. En algún caso se encuentra más de una relacionada con la misma temática (CAVA1 y CAVA2, por ejemplo, tienen que ver ambas con la relación “Velocidad – Aceleración”). De manera similar, las concepciones científicas se codifican comenzando por las siglas “CC(…)”. A partir de ahora, se referirá a las concepciones alternativas y científicas por los códigos mostrados en la tabla 2, por comodidad de escritura y por evitar cargar el documento con información redundante.

Se puede observar que la concepción alternativa CADVA1 carece de concepción científica asociada, ya que se trata de una concepción muy genérica, prácticamente presente en mayor o menor medida a lo largo de la totalidad de los artículos de investigación correspondientes.

Tabla 2. Concepciones alternativas y científicas relativo a los contenidos de Cinemática en 2ºESO.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **código** | **Concepción alternativa** | **código** | **Concepción científica** | **fuente** |
| CADD1 | La distancia recorrida por un móvil es siempre la misma que su desplazamiento. | CCDD | La distancia recorrida por un móvil puede ser igual al desplazamiento, pero también mayor. | (Murdani et al., 2018) |
| CADVA1 | Los conceptos distancia, velocidad, y aceleración no se diferencian bien. |  |  | (Abou Halloun & Hestenes, 1985)  (Trowbridge & Mcdermott, 1981a, 1981b). |
| CASR1 | La velocidad de un móvil es absoluta y no depende del sistema de referencia. | CCSR1 | La velocidad de un móvil depende del sistema de referencia. | Profesoras Alfredo Kraus |
| CASV1 | La rapidez (speed) y la velocidad (velocity) son iguales. | CCSV1 | La rapidez es el módulo de la velocidad. La velocidad es una magnitud vectorial que se define como el cambio de la posición con el tiempo multiplicado por el vector unitario en el sentido del movimiento. s = ||. = ∆d / ∆t \* | (Jones, 1983) |
| CAVA1 | Si la velocidad de un móvil es 0, su aceleración es siempre 0. | CCVA1 | Si la velocidad de un móvil es 0, la aceleración no es necesariamente 0 y si la aceleración es 0, la velocidad no es necesariamente 0. | (Murdani et al., 2018) |
| CAVA2 | Si un móvil va rápido, también tiene aceleración. (pedal acelerador). | CCVA2 | Si un móvil va rápido, no tiene por que tener aceleración si su velocidad es constante, ya que la aceleración se define como el cambio de la velocidad con el tiempo: a = ∆v / ∆t. | (Jones, 1983) |
|  | Acceleration was perceived by the students to be increasing if the speed was increasing. |  |  |  |
| CAITIT | Intervalo de tiempo e instante de tiempo son lo mismo. |  | CCITIT | (Abou Halloun & Hestenes, 1985) |
| CAPCP | Posición y cambio de posición son lo mismo. v = d / t es una expresión correcta, como v = ∆d / ∆t. (Esto sugiere que se confunde velocidad media con velocidad instantánea). | CCPCP | Posición y cambio de posición no son lo mismo. Para calcular la velocidad media se emplea v = ∆d / ∆t. v = d / t es solo correcta cuando la distancia y el tiempo iniciales se toman como 0, siendo d y t la posición y tiempo finales. | (Trowbridge & Mcdermott, 1981a, 1981b).  (Abou Halloun & Hestenes, 1985) |
| CAVCV | Velocidad y cambio de velocidad son lo mismo. a = v / t es una expresión correcta, como a = ∆v / ∆t. | CCVCV | Velocidad y cambio de velocidad no son lo mismo. Para calcular la aceleración media se emplea a = ∆v / ∆t. a = v / t es solo correcta cuando la velocidad y el tiempo iniciales se toman como 0, siendo v y t la velocidad y tiempo finales. | (Trowbridge & Mcdermott, 1981a, 1981b). |
| CAA1 | Si dos móviles están en la misma posición, deben tener la misma velocidad. | CCA1 | Dos móviles no tienen la misma velocidad en la misma posición en un adelantamiento. Sus velocidades coinciden en posiciones diferentes al adelantamiento. | (Murdani et al., 2018)  (Trowbridge & McDermott, 1980)  (Trowbridge & Mcdermott, 1981a, 1981b).  (Jones, 1983) |
| CAA2 | Un móvil puede adelantar a otro si tienen la misma aceleración. | CCA2 | Un móvil puede adelantar a otro si tienen la misma posición. | (Murdani et al., 2018) |
| CAA3 | Si un móvil va por delante de otro significa que es más rápido y si va por detrás significa que es más lento. | CCA3 | Lo lento o rápido que va un móvil en un momento determinado depende exclusivamente de la velocidad instantánea. El móvil con mayor velocidad instantánea es el más rápido, independientemente de la posición que ocupe. | (Trowbridge & McDermott, 1980) |
| CATV1 | Un móvil que se tira verticalmente hacia arriba tiene velocidad hacia arriba pero no tiene aceleración. | CCTV | Un móvil que se tira verticalmente hacia arriba tiene velocidad hacia arriba y aceleración hacia abajo siempre (tanto en la fase ascendente como en la descendente). | (Murdani et al., 2018) |
| CATV2 | Un móvil que se mueve verticalmente hacia arriba tiene aceleración hacia arriba en la fase ascendente. | CCTV | Un móvil que se tira verticalmente hacia arriba tiene velocidad hacia arriba y aceleración hacia abajo siempre (tanto en la fase ascendente como en la descendente). | (Clement, 1982) |

* 1. **Modelo 5E y Science Bits**

La tabla 3, extraída directamente del resumen ejecutivo sobre el modelo 5E por (Bybee et al., n.d.). muestra en qué consiste cada una de las 5 fases de este método de enseñanza-aprendizaje. Se puede observar cómo la metodología propone incitar la afloración de conocimiento previo y concepciones alternativas en las dos primeras fases, en línea con el procedimiento expuesto por Berg (1990). Es la fase “Exploration” la de especial interés para este estudio, ya que es ahí donde se atacan las concepciones alternativas de los estudiantes. En concreto, la apuesta del recurso digital del que ellos disponían apoyaba las explicaciones de la unidad en simulaciones sobre las que se indagará más en los resultados. En esta misma fase también se van integrando ejercicios propuestos para que los alumnos resuelvan en casa, coincidiendo así con el tercer paso para el cambio conceptual propuesto por Berg (1990). Este tercer paso también estaría incluido en la fase “Elaboration” del modelo 5E.

Tabla 3. Resumen de las fases de enseñanza-aprendizaje propuestas en el modelo 5E.

**A picture containing text, screenshot, font, number

Description automatically generated**

1. **METODOLOGÍA**

La metodología propuesta se basa en la aplicación de una intervención didáctica basada en el tema “El Movimiento” del libro digital Science Bits – libro que utilizan los estudiantes de este curso en el IES Alfredo Kraus. Se propone seguir la metodología de las 5 E’s anteriormente descrita - la seguida por el libro en cuestión - como apuesta para transformar con éxito esas concepciones alternativas en conocimiento científico.

* 1. **medida del cambio conceptual**

Para medir esa transformación se emplea una categorización de las respuestas recibidas antes y después de la intervención de tal manera que “muchas palabras se clasificen en muchas menos” (Weber, 1990). Para ello se emplea el CAQDAS (computer assisted qualitative data asnalysis software) gratuito QDA Miner Lite (Provalis Research, 2023). Las respuestas se categorizan en una codificación similar a la codificación por líneas. Se categoriza cada respuesta de la actividad, tanto en la iteración inicial como en la final, para ver claramente la evolución en la respuesta. De esta manera se mantiene una proximidad considerable a los datos. Los códigos empleados no van mucho más allá de lo meramente descriptivo, ya que, al tratarse la física de una materia objetiva, se complica la obtención de códigos más analíticos o teóricos. Sí es cierto que en ocasiones ME TOMO LA LICENCIA DE “INVENTARME” LA RESPUESTA QUE EL ALUMNO QUERÍA PONER, YA QUE LA CAPACIDAD DE REDACCIÓN DE LOS ESTUDIANTES EN ESTE NIVEL ES UN TANTO POBRE, asumiendo que las unidades de análisis se pueden clasificar en la misma categoría si tienen significados parecidos en el contexto en el que se presentan, o en otras palabras, si tienen validez semántica (Krippendorp, 2004).

En una especie de híbrido entre “grounded theory” y “comparación con estudios ya hechos”, primero se inventan códigos propios que luego se intentan ligar con concepciones alternativas presentes en los diferentes estudios. Se trabajó pregunta por pregunta. Tras una primera lectura en la que se fue anotando posibles códigos en los que clasificar la información de cada alumno, se procede a categorizar la información en una segunda y tercera lecturas, refinando códigos, haciéndolos más discriminatorios o combinando códigos que son innecesariamente específicos (Miles, 1994). Este procedimiento se correlaciona con lo que (Cohen et al., n.d.) llama “codificación abierta”, o “open coding”, donde el investigador codifica creando nuevos códigos a medida que lee, incluso a veces creando una jerarquía de categorías (categorías y subcategorías) cuando sea necesario, e integrando códigos cuando se hace relevante hasta completar la codificación.

La actividad de aula propuesta para visibilizar el cambio conceptual general de la clase se muestra con una posible correcta resolución en la figura XXX (Word de actividad), obsérvese que cada pregunta va codificada con la letra “P”, seguida de un número. El orden de las preguntas se eligió de manera arbitraria.

En contraposición a los tests que ya existen y están validados (como por ejemplo el de india este del que no recuerdo el nombre), las preguntas de la actividad de aula no son de respuesta múltiple, sino de respuesta abierta. Con ello se busca que las concepciones, tanto alternativas como científicas, emerjan en la contestación a dichas preguntas. Es por ello por lo que, a pesar de diseñar la actividad para “atacar” concepciones alternativas individuales presentes en la literatura de una en una, en ocasiones, en la pregunta en cuestión, aparecen concepciones alternativas típicas de otras preguntas.

CORRECCIÓN DE RESPUESTAS

* correcta
* incorrecta

JUSTIFICACIÓN DE RESPUESTAS

* NS / NC
* sin justificar
* justificación incorrecta
* justificación incorrecta razonable
* justificación correcta no vista en clase
* justificación correcta vista en clase
  1. **intervención didáctica propuesta para el cambio conceptual**

AQUÍ METO LA PROPUESTA DIDÁCTICA

1. **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

A continuación, se mostrarán los resultados de la categorización con una representación en diagrama de flechas y cajas. Se mostrará un diagrama diferente para cada pregunta, con las categorizaciones correspondientes. Recordemos que la intención de la actividad de aula fue atacar las concepciones alternativas de la literatura de una en una, pregunta por pregunta, por lo que para cada tabla aparecerán observaciones concretas que no compartan las demás preguntas. Además, al finalizar esta sección, se comentarán observaciones generales, presentes en todas las preguntas.

Tomando la figura XXX como referencia, describamos brevemente cómo interpretar cada diagrama y la información que se puede extraer:

* Cada caja encierra una categoría.
* Cada flecha representa un cambio conceptual en un alumno. Si la flecha va acompañada de un número en una caja gris, significa que la flecha representa una cantidad de cambios conceptuales igual al número indicado en la caja gris.
* Las colas de flecha indican las respuestas antes de la intervención.
* Las puntas de flecha indican las respuestas después de la intervención.
* La región verde engloba las categorías que se consideran respuestas correctas.
* La región roja engloba las categorías que se consideran respuestas incorrectas.
* La región amarilla engloba las categorías que corresponden a respuestas incorrectas, pero con justificaciones razonables.
* La corrección de las respuestas se jerarquiza tal y como indica la flecha gruesa del lateral del diagrama: Las respuestas “más correctas” están situadas arriba del todo mientras que las “más incorrectas” se encuentran abajo del todo.
* Por ello, las flechas en color verde indican “cambios conceptuales favorables” - un aumento en la “corrección de la respuesta”. También se usan flechas verdes para indicar cambios conceptuales que no cambian su nivel de corrección, pero que se mueven en la región correcta (la región verde).
* Además, las flechas en color rojo indican “cambios conceptuales no favorables” - una disminución en la “corrección de la respuesta”. También se usan flechas rojas para indicar cambios conceptuales que no cambian su nivel de corrección, pero que se mueven en la región incorrecta (la región roja).
* Contando las colas de flecha en la región verde se puede contar el número de respuestas correctas previas a la intervención.
* Contando las puntas de flecha en la región verde se puede contar el número de respuestas correctas tras la intervención.
* Contando las colas de flecha en la región roja se puede contar el número de respuestas incorrectas previas a la intervención.
* Contando las puntas de flecha en la región roja se puede contar el número de respuestas incorrectas tras la intervención.
* Los códigos en rojo (CASR1 en el ejemplo) corresponden a concepciones alternativas listadas en la tabla XXX de arriba, con las que conectan las cajas de la región roja.
* los códigos en verde (CCSR1 en el ejemplo) corresponden a concepciones científicas, listadas en la tabla XXX de arriba, con las que conectan las cajas de la región verde.

Pasemos a los resultados.

**CATEGORIZACIÓN DE RESPUESTAS A LA PREGUNTA 2:**

**¿La velocidad de un móvil es absoluta o depende del sistema de referencia? Justifica tu respuesta.**

La figura XXX muestra los resultados de la pregunta 2 del cuestionario.

A picture containing text, diagram, plan, screenshot

Description automatically generated

**Observaciones**:

* **Corrección de las respuestas:**
  + Antes de la intervención hay 10 / 21 concepciones correctas. Se han considerado correctas todas las respuestas que indicaban que la velocidad era relativa, teniendo en cuenta las justificadas de manera correcta como las no justificadas, pero sin contar las de justificación errónea.
  + Después, los aciertos ascienden a 14 / 21.

Parece que la hay una evolución global favorable en la corrección de las respuestas.

* **Cambio conceptual:**
  + Se observa que tantas como 15/21 incrementan su nivel de corrección o permanecen correctas.
  + De las 6/21 que disminuyen su nivel de corrección o permanecen incorrectas, se puede apreciar que provienen de respuestas iniciales injustificadas, y que las respuestas finales carecen de justificación también. Esto podría sugerir que los alumnos habrían podido adivinar correctamente la respuesta al inicio y herrar en la adivinación al final. Podría tratarse de estudiantes que no atendieron al ejemplo de Science Bits, aunque no hay manera de confirmarlo.
  + Parece que la simulación vista en Science Bits (figura XXX) ayuda a los pupilos a justificar sus respuestas correctas, ya que antes de la intervención, 2 / 21 son capaces de justificar la respuesta con otros ejemplos, mientras que tantos como 8 / 21 incluyen el ejemplo de la simulación en la segunda iteración.
* **Observaciones puntuales:**
  + Profundizando en el bruto de los datos, se observa que la única respuesta inicial calificada como “ABSOLUTA. Justificación razonable.” es la siguiente:

“Absoluta, ya que un coche va a 120 km/h independientemente de dónde lo mires.”

Se ve que proviene de experiencias previas del alumno, tal y como demostraba TAL (AÑO).

* + La única respuesta final clasificada como “ABSOLUTA. Justificación razonable.” es la siguiente:

“Es absoluta porque aunque lo mires desde diferentes perspectivas la distancia y el tiempo siempre son el mismo.”

Aquí la alumna no acierta la respuesta, pero se ve que integra aprendizaje nuevo en los esquemas anteriores (AUTOR, AÑO), al demostrar que ahora sabe relacionar velocidad con distancia y tiempo. Además, la noción de tiempo absoluto proviene también de experiencias previas (a esta edad los alumnos no han estado expuestos a la relatividad de Einstein). Sí que comete el error de considerar la distancia como absoluta, pero de nuevo se debe a sus experiencias previas. A pesar de haber resuelto ejercicios específicos de sistemas de referencia en clase, todos los demás ejercicios resueltos, tanto aislados, como relativos a laboratorios, coincidían en resultado para toda la clase, ya que siempre se elegía el mismo sistema de referencia y esto no se mencionaba de manera explícita.

Graphical user interface

Description automatically generated

**CATEGORIZACIÓN DE RESPUESTAS A LA PREGUNTA 1:**

**¿La distancia recorrida por un móvil y su desplazamiento son iguales o diferentes? Justifica tu respuesta.**

La figura XXX muestra los resultados de la pregunta 2 del cuestionario.

**A picture containing text, diagram, plan, screenshot

Description automatically generated**

**Observaciones**:

* **Corrección de las respuestas:**
  + Antes de la intervención hay 9 / 21 concepciones correctas. Se han considerado correctas todas las respuestas que indicaban que la distancia y el desplazamiento eran diferentes, teniendo en cuenta las justificadas de manera correcta como las no justificadas.
  + Después, los aciertos ascienden a 20 / 21.

Parece que la hay una evolución global enormemente favorable en la corrección de las respuestas.

* **Cambio conceptual:**
  + Se observa que tantas como 20/21 incrementan su nivel de corrección o permanecen correctas.
  + Solo 1/21 mantiene su nivel de corrección en la región incorrecta.
  + Está claro que la simulación vista en Science Bits (figura XXX) ayuda a los pupilos con el cambio conceptual, ya que todas las justificaciones se podían subclasificar en 3 nociones aprendidas en la simulación:
    - Comparar las definiciones de ambos términos para clarificar por qué son diferentes
    - Acudir al ejemplo visual del movimiento del tractor empleado en la simulación.
    - Comparar las cantidades distancia y desplazamiento, haciendo notar que el desplazamiento siempre será igual o menor que la distancia.

Algunas justificaciones combinaban ideas que entran en dos o más de estas subcategorías.

* **Observaciones puntuales:**
  + Igual que se puede subcategorizar la categoría “DIFERENTES. Justificación vista en clase”, esto se puede hacer también con “DIFERENTES. Sin justificar”. En concreto, las respuestas dentro de esta agrupación se dividían en las que no expresaban ningún intento de justificación; las que, como justificación solo definían uno de los dos términos, dando a entender que el otro se sobreentendía; y las que justificaban con argumentos “vacíos”, como el mostrado en la figura XXX. En cuanto a la categoría “IGUALES. Sin justificar”, esta también se subdivide en las respuestas que carecen de justificación y las que empleaban argumentos vacíos de índole similar al mostrado en la figura XXX.
  + Todas las justificaciones que se etiquetan como razonables en la categoría amarilla argumentaban lo mismo: los conceptos son iguales porque la unidad de medida es la misma. Esto pudo haber sido una idea inducida de sesiones previas del curso en las que la profesora argumentaba que dos magnitudes no eran iguales si no son iguales sus unidades de medida (LO DE LA FALACIA NOSEQUÉ. SOLO UNIDIRECCIONAL).

**CATEGORIZACIÓN DE RESPUESTAS A LA PREGUNTA 9:**

**Un móvil se desplaza a una velocidad muy alta. ¿Es su aceleración también muy alta? Justifica tu respuesta.**

La figura XXX muestra los resultados de la pregunta 9 del cuestionario.

A picture containing text, diagram, plan, screenshot

Description automatically generated

**Observaciones**:

* **Corrección de las respuestas:**
  + Antes de la intervención hay 11 / 21 concepciones correctas. Se han considerado correctas todas las respuestas que indicaban que la velocidad era relativa, teniendo en cuenta las justificadas de manera correcta como las no justificadas, pero sin contar las de justificación errónea.
  + Después, los aciertos ascienden a 13 / 21.

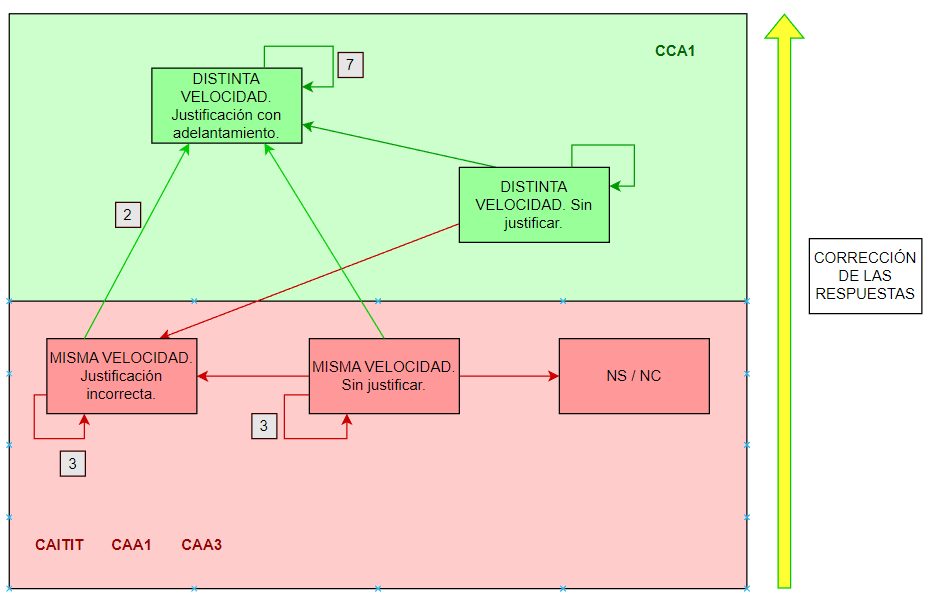
Parece que no se observa una evolución global muy favorable en la corrección de las respuestas.

* **Cambio conceptual:**
  + Se observa que tantas como 13/21 incrementan su nivel de corrección o permanecen correctas.
  + 8/21 disminuyen su nivel de corrección o permanecen incorrectas.
  + El cambio conceptual en esta pregunta se observa más caótico que en las anteriores. No se observa una tendencia clara hacia la respuesta correcta. Esto puede deberse a que la aceleración es un concepto que no entra obligatoriamente en el currículum de 2ºESO según la LOMCE (figura XXX). Es por ello que las nociones de aceleración se aprenden con carácter introductorio y no se trabaja tanto durante la intervención didáctica, como sí se hace con los conceptos que engloban las preguntas anteriores. Otro aspecto especialmente llamativo de la figura XXX es la cantidad de estudiantes que no cambian su tipo de respuesta. En concreto un 8 / 21. Quizá esto tenga relación con la brevedad de contacto con el concepto aceleración. Puede ser que no haya habido un contacto suficiente como para deshacer las preconcepciones de los alumnos. Como último apunte, la categoría de “SÍ. Justificación incorrecta”, obtuvo mayoritariamente un subtipo de respuesta. En concreto un 6 / 8 de las respuestas argumentaban que para que la velocidad fuera alta, la aceleración también debía ser alta. Es posible que se deba a la experiencia cotidiana en la que “ir rápido” en un coche se confunde con acelerar rápido, evento que ocurre mucho especialmente en ciudad, donde se para mucho por los semáforos en rojo. Además, se puede apreciar en la figura XXX, cómo en la simulación de Science Bits se muestra cómo se pisa el acelerador con el pie para acelerar, lo que puede llevar al alumnado a confundir “acelerar” con “tener pisado el aclerador”, concepción alternativa CAVA2 en la tabla XXX, y muy presente en el lenguaje cotidiano.
* **Observaciones puntuales:**
  + En lo relativo a la categoría “NO. Justificación vaga”, la mayoría de las justificaciones (4 / 6) justificaban su respuesta negativa argumentando que la aceleración puede ser baja, o incluso 0, aunque la velocidad fuera muy alta. Esto se debe a que esa idea se mencionó en clase, apoyándose en la ecuación a = incv / inct. Aunque estos alumnos no definían explícitamente la aceleración como el cambio de velocidad con el tiempo, sus justificaciones daban a entender que lo comprendían con profundidad.

**CATEGORIZACIÓN DE RESPUESTAS A LA PREGUNTA 11:**

**En un instante de tiempo encuentro un móvil al lado de otro. ¿Llevan la misma velocidad?**

La figura XXX muestra los resultados de la pregunta 9 del cuestionario.



**Observaciones**:

* **Corrección de las respuestas:**
  + Antes de la intervención hay 10 / 21 concepciones correctas. Se han considerado correctas todas las respuestas que indicaban que la velocidad de los móviles no tenía por que ser la misma, ya que un móvil puede estar adelantendo a otro. Se tuvieron en cuenta también las no justificadas.
  + Después, los aciertos ascienden a tan solo 12 / 21. Un cambio muy poco significativo.

Parece que no se observa una evolución global muy favorable en la corrección de las respuestas.

* **Cambio conceptual:**
  + Se observa que tantas como 12/21 incrementan su nivel de corrección o permanecen correctas.
  + 9/21 disminuyen su nivel de corrección o permanecen incorrectas.
  + En esta pregunta, incluso más que en la pregunta 9, se observa una abundancia de respuestas sin cambio sustancial: un total de 14 / 21. Es probable que haya sucedido porque igual que Science Bits sí tiene un gran volumen didáctico dedicado a algunos conceptos tratados en las otras preguntas de manera explícita, no es el caso con información que ataque de manera más directa esta concepción alternativa. Para añadir a esto, durante las sesiones de la fase de Explicación tampoco se hizo mucho hincapié en ello, ni en la diferencia entre instante de tiempo o intervalo de tiempo.
* **Observaciones puntuales:**
  + En lo relativo a la categoría “MISMA VELOCIDAD. Justificación incorrecta”, la mayoría de las justificaciones (6 / 10) no contemplaban un posible adelantamiento. Probablemente se deba a que estos alumnos no hubieran prestado atención a la palabra “instante” del enunciado, imaginando que los móviles avanzan al lado durante un intervalo determinado de tiempo. El restante de estas justificaciones (4 / 10) sí que muestra directamente la creencia de que en un adelantamiento hay un momento corto en el que los móviles tienen la misma velocidad, como lo expuesto por NOSEQUIÉN Y NOSECUANTO (AÑO). Esas justificaciones pertenecen a solo dos alumnos que no cambiaron su respuesta sustancialmente antes y después de la intervención didáctica.
  + justificaban su respuesta negativa argumentando que la aceleración puede ser baja, o incluso 0, aunque la velocidad fuera muy alta. Esto se debe a que esa idea se mencionó en clase, apoyándose en la ecuación a = incv / inct. Aunque estos alumnos no definían explícitamente la aceleración como el cambio de velocidad con el tiempo, sus justificaciones daban a entender que lo comprendían con profundidad.
  + Como pequeña reflexión acerca de esta pregunta, las posibles concepciones alternativas que puedan aflorar en los alumnos quizá sean más sutiles que en otras, por lo que probablemente habría sido más eficaz hacerlas aflorar con el diseño de otra actividad, tal y como NOSEQUIÉN Y NOSECUANTO en sus entrevistas de laboratorio con alumnos.

*(aquí seguiría con más diagramas similares)*

1. **DISCUSIÓN GENERAL (LO PONDRÉ COMO SUBTÍTULO DE RESULTS)**

Lo importante de todo esto es hacer inferencias especulativas del tipo “esta respuesta resultó muy común probablemente porque los alumnos están acustumbrados a la definición no científica de la palabra acelerar, como antónimo de frenar”.

hablar de cómo en Science Bits se pone el ejemplo del tractor o del avión y mencionar que aparece en las respuestas. Ligar con la parte en la que se habla de los esquemas mentales. por esto estas preguntas son las que más se aciertan al final.

1. dado que la actividad de aula se realizó en horas de clase y quitaba tiempo para el aprendizaje más profundo de la unidad didáctica de “El Movimiento”, el tiempo de resolución se tuvo que limitar a 20 minutos para ambas iteraciones. Esto perjudicó gravemente las respuestas, a la luz de la cantidad de respuestas sin justificación.
2. Hay información que se comprueba observando instancias específicas de resolución de preguntas, por parte de diferentes alumnos, donde se corrobora la teoría de CONSTRUIR CONOCIMIENTO SOBRE EL PREVIO DE (Scoboria, 2006; Silva et al., 2006). La construcción de nuevo conocimiento sobre esquemas preexistentes se puede observar en la comparación entre respuestas de la actividad de aula inicial y final, como es el caso de Sonia Lima y su respuesta de la aceleración. Se observa que en su respuesta tras la intervención didáctica mostrada en la figura XXX, la estudiante recupera el esquema mental previo y lo corrige. Se observa claramente, como en un inicio, la alumna cree que acelerar es solamente incrementar la velocidad, mientras que al final, recupera ese esquema preconcebido y le añade que además, también es disminuir la velocidad. Es importante recordar que los alumnos no tenían acceso a sus respuestas previas hasta no haber completado la actividad de aula por completo en la segunda vuelta.

FIGURA SONIA LIMA Y RESPUESTA DE ACELERACIÓN

1. se ve que les cuesta justificar. no lo han hecho mucho aún.
2. muchos miden la aceleración en km / h. les cuesta entender la unidad m/s2
3. **CONCLUSIONES (incluir POSIBLES implicaciones para la instrucción)**
4. **REFERENCIAS**

**El estrés mola** (Ergin, 2012)