

Retos pos-Covid de la educación a distancia en matemática para la formación de ingenieros

Post-Covid challenges of distance education in mathematics for the training of engineers

Tania Diez Fumero^{1*}, Abelardo López Domínguez², Alisbet Martínez Bello³

Resumen La pandemia de Covid-19 provocó cambios significativos en la modalidad de educación a distancia, pues los procesos educativos se realizaron de forma abrupta mediante la interfaz de una computadora personal o un teléfono inteligente, sincrónica y asincrónicamente, para lo cual no todos estaban preparados. Aunque existen antecedentes importantes de estudios científicos sobre esta modalidad en Cuba, legalizados en un modelo de educación a distancia, este es susceptible de ser actualizado para que la didáctica universitaria esté a tono con las demandas mundiales de la educación híbrida. Es por eso, que el objetivo de este trabajo es proponer una concepción didáctica para el desarrollo de la educación híbrida en las carreras de ingeniería del Instituto Técnico Militar “José Martí” (ITM), a partir de las experiencias obtenidas durante la Covid-19 y la indagación científica sobre este tema. Esta concepción propone objetivos, habilidades, valores, materiales didácticos y tecnológicos, formas de evaluar y autogestionar el aprendizaje, además de resaltar el papel que desarrolla la institución, el profesor y el tutor. La propuesta se implementó en la disciplina Matemática Superior de la Ingeniería en Radioelectrónica del ITM con resultados favorables. Se muestran ejemplos de aplicación en esta disciplina, que se imparte en los dos primeros años de la carrera. El estudio realizado tuvo un enfoque cualitativo y exploratorio.

Palabras Clave: educación híbrida, aprendizaje autónomo, matemática superior.

Abstract The Covid-19 pandemic caused significant changes in the distance education modality, since the educational processes were carried out abruptly through the interface of a personal computer or a smart phone, synchronously and asynchronously, for which not everyone was prepared. Although there are important antecedents of scientific studies on this modality in Cuba, legalized in a distance education model, this is susceptible to be updated so that university didactics is in tune with the world demands of hybrid education. That is why, the objective of this work is to propose a didactic conception for the development of hybrid education in the engineering careers of the Military Technical Institute “José Martí” (ITM), based on the experiences obtained during the Covid-19 and the scientific research on this topic. This conception proposes objectives, skills, values, didactic and technological materials, ways of evaluating and self-managing learning, in addition to highlighting the role played by the institution, the teacher and the tutor. The proposal was implemented in the Higher Mathematics discipline of Radioelectronics Engineering at ITM with favorable results. Examples of application in this discipline, which is taught in the first two years of the course, are shown. The study is qualitative and exploratory.

Keywords: hybrid education, autonomous learning, higher mathematics.

Mathematics Subject Classification: 97C70, 97D40, 97D70, 97I40, 97U99.

¹Departamento de Matemática, Instituto Técnico Militar “José Martí”, La Habana, Cuba. Email: taniadiez2010@gmail.com.

²Centro de Estudios para el Perfeccionamiento de la Educación Superior, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba. Email: alopezdom@gmail.com.

³Departamento de Electrónica, Instituto Técnico Militar “José Martí”, La Habana, Cuba. Email: alisbetmartinez88@nauta.com.cu.

*Autor para Correspondencia (Corresponding Author)

Editado por (Edited by): Damian Valdés Santiago, Facultad de Matemática y Computación, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba.

Maquetado por (Layout by): Merling Sabater Ramírez, Facultad de Matemática y Computación, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba.

Citar como: Diez Fumero, T., López Domínguez, A., & Martínez Bello A. (2024). Retos pos-Covid de la educación a distancia en matemática para la formación de ingenieros. *Ciencias Matemáticas*, 37(1), 41–48. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14592249>. Recuperado a partir de <https://revistas.uh.cu/rcm/article/view/9476>.

Introducción

En Cuba existe un modelo de educación a distancia (EaD) para la educación superior, elaborado por el Centro Nacional de Educación a Distancia de la Universidad de las Ciencias Informáticas, con la participación de 34 profesionales de 13 centros de educación superior, el Ministerio de Educación Superior y el Ministerio de Educación de Cuba, como parte del Comité de Expertos en Educación a Distancia.

Este modelo describe cómo debe concebirse esta modalidad de enseñanza a partir de determinar sus fundamentos, principios y componentes [6], y cuenta, además, con documentos complementarios [6], indicadores [7], así como una base legal para su implementación [16].

Sin embargo, el modelo da una visión global de cómo debe desarrollarse este tipo de modalidad en la educación superior cubana, pero no particulariza en el contexto de las disímiles carreras universitarias que se estudian en Cuba, ni en las diferentes disciplinas de los planes de estudio de estas carreras. Por ello, muchas investigaciones han indagado, con bases científicas, cómo implementar el modelo de EaD de la educación superior cubana, qué impacto tiene su ejecución y qué problemas persisten en la universidades cubanas en la actualidad para su óptima aplicación [12, 1, 9, 15, 14].

Por otra parte, la pandemia de Covid-19 y el acelerado desarrollo tecnológico demuestran que es necesario buscar alternativas plausibles que combinen las modalidades presenciales, semipresenciales y a distancia, lo que se conoce como educación híbrida (que forma parte de la educación a distancia), donde se potencie el aprendizaje autónomo y la independencia cognoscitiva de los estudiantes, lo que les permitirá enfrentar los cambios tecnológicos y el volumen de información que las redes sociales ofrecen.

En Cuba, la situación económica que se vive a partir de la pandemia y del férreo bloqueo que el gobierno de Estados Unidos impone, precisa potenciar la educación híbrida, para que en situaciones de contingencias no se detengan los procesos de enseñanza-aprendizaje, tanto en el pregrado como en el posgrado. Para ello, es menester preparar e incentivar a los docentes para trabajar esta modalidad y entrenar a los estudiantes para afrontar un aprendizaje autónomo, con la dirección de los profesores, tutores e instituciones, lo que todavía no alcanza los niveles óptimos en todas las universidades cubanas.

El desarrollo tecnológico alcanzado a nivel mundial ha traído como consecuencia que los profesores de las universidades se enfrenten a nativos digitales, que en su mayoría asisten al centro de estudios con un teléfono inteligente, el que ya para ellos, y también para los profesores, se ha vuelto imprescindible. En las clases presenciales muchos profesores afrontan el problema de que los teléfonos inteligentes no se utilicen por los estudiantes, cuando en realidad el problema debe ser cómo utilizarlos en función del aprendizaje; a esto también contribuye la educación híbrida.

Es por eso que el objetivo de este trabajo está encaminado a proponer una concepción didáctica para el desarrollo de la educación híbrida para las carreras de ingeniería del

Instituto Técnico Militar “José Martí” (ITM), a partir de las experiencias obtenidas durante la pandemia de Covid-19 y la indagación científica sobre este tema.

Esta concepción propone objetivos, habilidades, valores, materiales didácticos y tecnológicos, formas de evaluar y autogestionar el aprendizaje, además de destacar el papel que desarrolla la institución, el profesor y el tutor. La concepción didáctica propuesta se implementa en la disciplina Matemática que se imparte en los dos primeros años de la carrera de Ingeniería Radioelectrónica.

La estrategia metodológica empleada en esta investigación tiene un enfoque cualitativo y exploratorio, ya que es un resultado parcial que se obtuvo durante la pandemia de Covid-19, donde, más que cantidad y estandarización, se buscaron opiniones de profesores y estudiantes sobre las experiencias obtenidas, lo que sirvió de base para un posterior proyecto de investigación institucional.

En el nivel teórico se emplearon los métodos histórico-lógico, el análisis documental, el análisis y síntesis, la inducción, la deducción y la modelación, lo que posibilitó el análisis teórico de diversas investigaciones que abordan el tema de la educación a distancia y, en particular, la híbrida, así como la obtención de la concepción didáctica como resultado científico.

Relevancia del estudio

La pandemia aceleró la adopción de modalidades de enseñanza remota, exponiendo tanto sus potencialidades como sus limitaciones, especialmente en disciplinas como las matemáticas, las que forman parte del currículo base de todas las ingenierías, por lo que es crucial investigar cómo mejorar la calidad de la educación, garantizar la comprensión profunda de conceptos abstractos y mantener el compromiso y la motivación de los estudiantes en un entorno virtual.

El estudio es resultante de una tesis de maestría de una de las autoras, en la que se diseñó una estrategia de dirección desde el trabajo metodológico que establece acciones para el desarrollo de la educación a distancia. Esta investigación es continuidad de una tesis doctoral en curso, que intenciona una estrategia didáctica para la enseñanza híbrida, de manera tal, que la misma devenga en el accionar práctico y cotidiano del proceso y no solo sea una alternativa ante situaciones de contingencias.

1. Desarrollo

1.1 Bases conceptuales de la educación híbrida en la formación de ingenieros

Existen diversidad de términos a nivel mundial para denominar la modalidad de EaD, por ejemplo, enseñanza dirigida, educación abierta, enseñanza no presencial y teleeducación [18, 2, 5, 19]. Sin embargo, casi todos los autores coinciden en que este tipo de modalidad se distingue por la separación física del profesor y el estudiante, de forma sincrónica o asincrónica, el apoyo de una organización tutorial, el aprendizaje

autónomo, la utilización sistemática de medios y recursos técnicos para la comunicación, así como la existencia de una institución que regula, controla y garantiza el desarrollo de esta modalidad.

El modelo de educación a distancia de la educación superior cubana responde a estas características, donde se asume que:

“La educación a distancia es una modalidad educativa en la que el proceso de enseñanza-aprendizaje se caracteriza por la separación del profesor y el estudiante en tiempo y espacio, se apoya en diferentes recursos educativos que propician y estimulan el aprendizaje autónomo del estudiante. Existe una institución que garantiza la comunicación multidireccional.” [6, p.3]

Como principios filosóficos se tiene la dialéctica materialista y el contenido humanista del marxismo. Además, toma:

“Los aportes recogidos en la obra de Félix Varela, José de la Luz y Caballero, Enrique José Varona y José Martí, en lo referido a los principios de la educación para la vida, la educación para todos, la educación científica, la vinculación del estudio y el trabajo y la unidad de la instrucción y la educación.” [6, p.8]

Dentro de sus fundamentos atesora los postulados psicológicos del enfoque histórico-cultural, desarrollado por Vygotsky [6, p.6], complementados con los resultados de otros investigadores que profundizaron en las concepciones de este enfoque.

“Desde el sustento pedagógico, en el modelo de EaD se considera la dirección científica por parte del profesor de la actividad cognoscitiva, práctica y valorativa de los estudiantes.” [6, p.9]

Desde el punto de vista tecnológico, se asume la visión de los estudios de ciencia, tecnología y sociedad en Cuba, que consideran la tecnología como un proceso social de importancia vital para el desarrollo de la humanidad, e integran factores psicológicos, sociales, económicos, políticos y culturales.

Este modelo hace énfasis en que:

“El análisis de la aplicación de la tecnología para la educación a distancia en el contexto nacional, parte de las siguientes premisas esenciales: las condiciones políticas y económicas actuales, las particularidades territoriales y de las instituciones y los segmentos de la población a los que se dirige.” [6, p.10]

Considera entre sus principios la flexibilidad, la interacción y la comunicación, y la convergencia e integración tecnológica [6, p.8]. El principio de la flexibilidad está presente en todos los momentos de la aplicación del modelo, pues permite efectuar ajustes en cualquier etapa de su aplicación, ya que

varían los ritmos, estilos y estrategias de aprendizaje en los estudiantes. Esta flexibilidad debe ser tomada en cuenta también en lo tecnológico, lo organizacional y lo temporal-espacial, en dependencia de los recursos disponibles.

En cuanto al principio de la convergencia e integración tecnológica, este facilita el acceso a una variedad de recursos educativos digitales (un mismo contenido en diferentes formatos o tipologías) a través de distintos dispositivos, como el radio, el televisor, la computadora y los dispositivos móviles, entre otros, para responder a las necesidades de los estudiantes cuando se encuentren en diversos escenarios tecnológicos.

El modelo de EaD consta de cuatro componentes estrechamente relacionados entre sí: recursos humanos, pedagógicos, tecnológicos y organizativos [6, p.12].

La pandemia de Covid-19 obligó a la mayoría de las universidades del mundo y, en particular, a las cubanas a pasar a este tipo de modalidad de forma abrupta, o a modalidades híbridas donde se potenció lo virtual. La modalidad de educación híbrida en este escenario epidemiológico complejo fue un experimento para casi todas las universidades del mundo.

Variedad de autores [13, 10, 4] definen la educación híbrida o aprendizaje combinado (*b-learning*, *blended learning*) a partir de combinar la modalidad presencial con la EaD y potenciar el aprendizaje autónomo, así como, diseñar estrategias educativas para su logro.

Esta es una modalidad que no surgió con la pandemia, pero que durante ese período cobró auge y constituyó reto para la enseñanza universitaria, con énfasis en el pregrado, ya que su utilización era más frecuente en la enseñanza de postgrado. Incluso, esta modalidad ha sido extrapolada a los eventos científicos que se realizan en la actualidad de manera híbrida, sincrónicos y asincrónicos, lo que en opinión de estos autores ha elevado el diapason de socialización de las investigaciones científicas.

Por otro lado, Gómez [11, p.2] plantea que:

“La modalidad híbrida es un modelo de enseñanza que integra la enseñanza presencial con la enseñanza remota. La modalidad remota puede ser sincrónica o asincrónica según las posibilidades de la escuela y los estudiantes. Se considera un modelo híbrido cuando se acerca a un 50 % de presencialidad y 50 % de enseñanza remota.”

En este sentido se tratan de establecer por los autores porcentajes de presencialidad y virtualidad, con opiniones diferentes al respecto, a partir del principio de la flexibilidad, pero existe consenso sobre la necesidad de repensar las actividades presenciales en este tipo de modalidad. De esta forma, se dejan para el autoaprendizaje las actividades que no necesitan de la presencia del profesor, como, por ejemplo, la lectura de un artículo o el visionado de algún material. Por otra parte, se potencia la presencialidad para el debate, la resolución, formulación y discusión de problemas y sus soluciones.

Además, Gómez [11, p.4] esboza que:

“El valor agregado de la modalidad híbrida es que tiene la potencialidad de combinar las fortalezas de ambas modalidades, logrando una experiencia de aprendizaje que ninguna de las dos modalidades – presencial y remota – por sí mismas lograrían. La integración de ambas modalidades en una única experiencia de aprendizaje, puede potenciar las oportunidades de aprendizaje de los estudiantes. Más aún, la modalidad híbrida también es reconocida por optimizar el uso de recursos de las escuelas (espacio físico) y tiempos y costos de transporte hacia las escuelas.”

Este autor coincide con el modelo de EaD cubano en que la flexibilidad debe constituir un principio de la educación híbrida y propone que debe existir una relación pedagógica con mayores espacios para la autonomía de los estudiantes. Sin embargo, enfatiza en que la autonomía no es una habilidad innata que se desarrolla de manera lineal o espontánea, por lo que se opina que es necesario buscar recursos para el desarrollo de esta habilidad en los estudiantes; habilidad que es bien lograda en muchas ocasiones, entre otros factores, porque no siempre se enseña a los estudiantes cómo desarrollarla.

El mismo autor traza 10 claves que se valoran desde la perspectiva cubana [11]:

1. Partir de un diagnóstico realista para conocer el umbral y el rango de brechas digitales de los estudiantes: En este sentido, se considera que en el contexto cubano debe valorarse también las brechas digitales de los profesores, teniendo en cuenta que muchos son nativos analógicos, así como, los niveles de los estudiantes en el desarrollo de la habilidad de aprendizaje autónomo.
2. Cuidar la comunicación y la planificación: Realizar un encuadre del curso para establecer el balance entre la presencialidad y la no presencialidad, así como entregar a tiempo los materiales didácticos que faciliten el autoaprendizaje y verificar que realmente los estudiantes tendrán acceso a ellos.
3. Aprovechar al máximo las instancias presenciales: Se debe valorar en el trabajo metodológico cuáles contenidos necesitan de presencialidad y seleccionar métodos de discusión y análisis que permitan dirigir el proceso y evacuar las dudas de los estudiantes en el proceso de aprendizaje autónomo.
4. Potenciar la autonomía de los estudiantes: Esta debe ser intencionada, no espontánea.
5. Proponer actividades que alienten la interacción: no sobrecargar al estudiante y realizar orientaciones precisas, alentando la comunicación con el profesor, el grupo u otro estudiante.
6. Repensar la evaluación: No se debe cambiar las formas de enseñanza y mantener una evaluación tradicional, se deben buscar vías e instrumentos de evaluación que desarrollen la creatividad, la resolución de problemas, la indagación científica, el uso de las tecnologías, etc.
7. Garantizar la capacitación y los tiempos de planificación: el trabajo metodológico para preparar al profesor juega un papel preponderante, existe resistencia al cambio de muchos profesores en cuanto a migrar a este tipo de educación. En muchas ocasiones esto sucede por la falta de estrategias didácticas que le permitan desarrollar esta modalidad educativa, lo que en ocasiones atenta para obtener niveles óptimos de aprendizaje autónomo.
8. La implementación de una modalidad híbrida requiere de cambios institucionales que posibiliten a los docentes dedicarle tiempo para planificar una propuesta de educación híbrida.
9. Intercambiar con los colegas y autoevaluarse: Buscar vías de autoevaluación, coevaluación y evaluación grupal. Si realmente se quieren obtener niveles adecuados de aprendizaje autónomo, ya que la evaluación utilizando estas formas en combinación con la heteroevaluación constituyen premisas esenciales para el aprendizaje autónomo.
10. Problematicar la presencialidad: Se considera que la educación híbrida precisa de repensar la presencialidad tradicional, lo que requiere de un sistemático trabajo metodológico.
11. Asegurar la continuidad pedagógica de todos: Una de las claves pedagógicas para lograrlo es la capacidad de las escuelas y los docentes de reconocer los fundamentos pedagógicos del modelo híbrido y desarrollar una propuesta educativa que, reconociendo las particularidades de cada comunidad, sea capaz de generar ecosistemas de aprendizaje para todos y todas las estudiantes.

Se considera que este principio es el más importante. La pospandemia demostró que en muchas universidades cubanas, luego de volver a la presencialidad, se retomaron los métodos y formas de enseñanza y evaluación tradicional, donde se minimizó el uso de los entornos virtuales de aprendizaje, lo que conllevó a minimizar las vías para el desarrollo del aprendizaje autónomo en los estudiantes.

1.2 Concepción didáctica para la educación híbrida en las carreras de ingeniería del ITM

El término concepción didáctica es complejo pues abarca ideas, creencias y prácticas que orientan la enseñanza y el aprendizaje. Refleja la visión que un docente tiene sobre el aprendizaje, el rol del estudiante, el contenido, la evaluación, así como los medios y formas de enseñanza y aprendizaje.

Múltiples son los autores que en el último quinquenio han realizado estudios cuya solución ha sido una concepción didáctica [3, 17]. A partir de los aportes de estas investigaciones se asume la concepción didáctica como un sistema organizado de componentes teóricos y prácticos que orientan la actividad docente metodológica en modalidad de educación híbrida, potenciando el aprendizaje autónomo de los estudiantes, el uso de las tecnologías y el papel de orientación del profesor.

Se considera oportuno asumir esta definición porque parte de un sistema de componentes teóricos y prácticos. Además, se basa en los componentes humanos, considera la participación activa de profesores y estudiantes, así como enfatiza en que la concepción logra transformaciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje, que es el objetivo de esta investigación al transitar a la modalidad de educación híbrida en las carreras de ingeniería del ITM.

Debe tenerse en cuenta que estas carreras, por su propio perfil de salida, requieren de fomentar esta modalidad por las misiones que en ocasiones tienen que cumplirse, sin descuidar la formación de futuros oficiales técnicos de perfil superior.

La concepción didáctica parte de los principios y fundamentos del modelo cubano de EaD, que fueron abordados en el epígrafe anterior y que son compatibles no solo con la EaD, sino también con la modalidad presencial. En cuanto a sus componentes, para su análisis se dividen en dos grandes momentos: trabajo metodológico y proceso de enseñanza-aprendizaje. Estos dos momentos asumen, a su vez, los recursos humanos, pedagógicos, tecnológicos y organizativos como componentes del modelo.

Con respecto al trabajo metodológico, se parte del diagnóstico para evaluar el umbral de brechas pedagógicas y tecnológicas del personal docente para implementar la educación híbrida.

En cuanto a los recursos humanos, estos determinan el resto de los componentes. Un papel fundamental juega el personal de dirección ya que:

- La dirección de la institución, a partir del diagnóstico, representada por la secretaría general que es desde donde se dirigen las comisiones metodológicas de carreras, realiza actividades centralizadas en los concentrados metodológicos mensuales que orienten al claustro de las cátedras sobre cómo, a nivel de institución, se puede desarrollar la modalidad híbrida, a partir de diferentes formas de trabajo metodológico para el desarrollo de esta modalidad.

De este diagnóstico, se evalúan, además, las potencialidades tecnológicas institucionales para el desarrollo de esta modalidad y garantiza el personal de apoyo que cree condiciones en los laboratorios para el uso de los recursos tecnológicos, además de capacitar al claustro para su uso.

- La dirección de la cátedra, a partir de la planificación institucional y de los resultados del diagnóstico, traza en el colectivo de la cátedra estrategias por comisiones

de disciplinas para el desarrollo de la modalidad de educación híbrida. También en la Dirección Científico-Metodológica se valoran proyectos de investigación que indaguen en cómo desarrollar esta modalidad y qué vías utilizar para el desarrollo del aprendizaje autónomo.

- Las direcciones de las comisiones metodológicas de asignaturas organizan, planifican, ejecutan y controlan las formas de trabajo metodológico para el desarrollo de los cursos por la modalidad híbrida. A este nivel se decide el porcentaje de clases presenciales y no presenciales.

Además, se determinan las actividades para cada tipo de clases, las que incluyen los objetivos a alcanzar, con énfasis en las condiciones de realización de la acción, las habilidades a desarrollar, las evaluaciones y los diversos recursos tecnológicos a utilizar. Todo esto a partir del principio de la flexibilidad, donde se tiene en cuenta que los ritmos de aprendizajes individuales y grupales son variados.

Por otra parte, los profesores organizan, planifican, ejecutan, controlan y tienen en cuenta los grupos de estudio, el sistema de clases y todos los componentes didácticos para este tipo de modalidad. Con respecto a la tutoría se sugiere utilizar el movimiento de alumnos ayudantes y monitores como tutores, dado que en el ITM todos los estudiantes son internos. Los estudiantes aventajados permiten disminuir la zona de desarrollo próximo de los estudiantes promedio y con dificultades. Los profesores seleccionan en sus grupos quiénes asumirán los roles de tutores y cómo estos grupos serán orientados para el desarrollo del aprendizaje autónomo.

Referido al componente pedagógico, se tienen en cuenta los fundamentos asumidos por el modelo de EaD para desarrollar formas de trabajo metodológico y orientar al colectivo de profesores en cuanto a cómo analizar las características de los diferentes componentes didácticos. Por ejemplo, la formulación de los objetivos debe tener en cuenta las condiciones de realización, pero deben ser redactados de forma tal que el estudiante pueda entenderlos y saber el fin que debe alcanzar.

En cuanto al contenido deben buscarse alternativas de actividades docentes donde se tenga en cuenta los recursos tecnológicos disponibles, las habilidades en el uso de las tecnologías y en el manejo de información de los estudiantes. Además, en el caso de las clases no presenciales se recomienda evitar el exceso de información, para buscar la esencialidad de los contenidos. También se recomienda potenciar la autoevaluación, la coevaluación y la evaluación grupal, como vías para el desarrollo del aprendizaje autónomo.

En el caso de los recursos tecnológicos se debe trabajar con el entorno virtual de aprendizaje (EVA) del ITM, soportado en la plataforma Moodle, el cual se encuentra en la red docente del ITM y al que los estudiantes tienen acceso mediante la red wifi. Se debe tener en cuenta recursos tecnológicos en línea, pero también fuera de línea, para que el proceso no se detenga por falta de conectividad.

Se sugiere la elaboración de diapositivas con audios u otras alternativas que orienten el aprendizaje autónomo, la elaboración de vídeos que ayuden a la comprensión del contenido.

En el plano didáctico se materializan todas estas actividades diseñadas en el plano metodológico, donde debe quedar claro que el papel protagónico es el del estudiante, guiado por el profesor y por el tutor, donde las interacciones a partir del modelo de EaD deben ser:

- Profesor–Estudiante–Grupo–Tutor.
- Estudiante–Contenidos específicos y no específicos.
- Estudiante–Medios tecnológicos en línea y fuera de línea.
- Estudiante–Estudiante–Grupo.

De igual forma, se debe partir del diagnóstico para evaluar el umbral de brechas tecnológicas de los estudiantes y los niveles de aprendizaje autónomo que poseen.

1.3 Implementación de la concepción didáctica en el tema Métodos Numéricos de la asignatura Matemática

El tema Métodos Numéricos es importante para los ingenieros, ya que la mayoría de los modelos matemáticos que resuelven problemas de su perfil profesional se solventan por este tipo de métodos. Los métodos numéricos se basan en las operaciones de suma, resta, multiplicación y división, pero son iterativos; significa que estas operaciones se realizan gran cantidad de veces, por lo que se precisa del uso de medios de cómputo.

El tema es el último de la asignatura y tiene un total de 24 horas/clase. En el trabajo metodológico se determinaron la cantidad de clases presenciales y no presenciales, distribuidas como se muestra en la Tabla 1.

Obsérvese que el 41,6 % de las clases no fueron presenciales y todas fueron clases teóricas, ya que el estudiante debe apropiarse del método mediante el aprendizaje autónomo. Para ello, se pusieron a disposición de los estudiantes, tanto en el EVA del ITM como en grupos de *WhatsApp*, libros en formato digital, presentaciones digitales con audios donde se explicaba el contenido, vídeos elaborados por los profesores de la cátedra un archivo *Excel* con la programación de los métodos.

Además, se utilizaron aplicaciones móviles que permitieron la visualización y la ejecución de los métodos, para comparar con los programados por ellos en *Excel*. A manera de ejemplo, se utilizó el software *Geogebra*¹ (fuera de línea) para la visualización, el software *Symbolab*² (en línea) y para la comparación se utilizó *Numerical Methods Tools*³.

¹<https://www.geogebra.org>.

²<https://www.symbolab.com>.

³<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.chatosolutions.numericalmethodstools&hl=en-US&pli=1>.

Las clases presenciales se dedicaron al debate de los métodos y la comparación, en cuanto a convergencia a la solución exacta de métodos para resolver un mismo problema, mediante ejemplos prácticos vinculados a su perfil profesional.

Para el desarrollo del aprendizaje autónomo y la auto-evaluación, se utilizó el sistema de preguntas de los nodos cognitivos. Estos nodos cognitivos son puntos de acumulación de conocimientos en torno a una habilidad o contenido específico [8]. A manera de ejemplo, en la resolución de problemas se formularon las siguientes preguntas: ¿para resolver el problema de qué dispones?, ¿qué conocimientos, habilidades, procedimientos te evoca este problema para su solución?, ¿cuáles son tus creencias con relación a este tipo de problema?, ¿tiene lógica la respuesta a la que he arribado?

Durante la aplicación de esta modalidad de educación híbrida en la Matemática Numérica se encontraron muchos detractores, tanto profesores como estudiantes. Luego de una encuesta, se obtuvieron las siguientes opiniones:

- Muy acertadas las clases digitalizadas y el resto de los materiales, ya que tenía la información sin la presencia del profesor.
- A veces las clases teóricas presenciales son muy aburridas y así son más motivadores.
- El sistema de evaluación ayudó a superar las dificultades de un curso irregular (refiriéndose al período pandémico).
- Muchos profesores se cuestionen aún cuánto aprenden los estudiantes con esta modalidad.

Al ser un estudio cualitativo y exploratorio, como paso inicial de un proyecto institucional, no se cuantificaron los resultados.

Conclusiones

El desarrollo tecnológico, la pandemia de Covid-19, la necesidad de educación para toda la vida y las situaciones de contingencia que el país y el mundo puedan enfrentar, impone a la educación superior el reto de implementar la modalidad híbrida de enseñanza para fomentar el aprendizaje autónomo y la independencia cognoscitiva.

En Cuba existe un modelo de EaD cuyos fundamentos, principios y componentes pueden ser implementados para la modalidad híbrida en la formación de ingenieros.

Las opiniones sobre la concepción didáctica propuesta permitieron valorar su implementación en la Matemática Numérica para la formación de ingenieros del ITM, lo que indicó que se puede favorecer el desarrollo del aprendizaje autónomo en los estudiantes.

Tabla 1. Distribución de clases presenciales y no presenciales.

Denominación de la clase	Modalidad
1. Teoría de Errores	Presencial
2. Solución Numérica de Ecuaciones. Métodos de Bisección y Newton	No presencial
3. Ejercicios	Presencial
4. Integración Numérica	No presencial
5. Ejercicios	Presencial
6. Ajuste de Curvas. Mínimos Cuadrados	No presencial
7. Ejercicios	Presencial
8. Interpolación Polinomial. Interpolación de Lagrange	No presencial
9. Ejercicios	Presencial
10. Solución numérica de ecuaciones diferenciales. Métodos de Euler y Runge-Kutta 2do y 4to orden	No presencial
11. Ejercicios	Presencial
12. Ejercicios. Clase integradora	Presencial

Suplementos

Este artículo no contiene información suplementaria.

Conflictos de interés

Se declara que no existen conflictos de interés. Los autores declaran que no hubo subvenciones involucradas en este trabajo.

Contribución de autoría

Conceptualización T.D.F., A.L.D., A.M.B.

Análisis formal T.D.F., A.L.D., A.M.B.

Investigación T.D.F., A.L.D., A.M.B.

Metodología T.D.F., A.L.D., A.M.B.

Administración de proyecto T.D.F.

Recursos T.D.F., A.L.D., A.M.B.

Supervisión T.D.F., A.L.D.

Validación T.D.F., A.L.D., A.M.B.

Visualización T.D.F., A.L.D., A.M.B.

Redacción: preparación del borrador original T.D.F.

Redacción: revisión y edición T.D.F., A.L.D.

Referencias

- [1] Aragón, B., Y. Coca, D. González y Y. Zulueta: *Una aproximación a la educación digital en universidades cubanas*. 2021. <https://repositorio.uci.cu/jspui/handle/123456789/9677>.
- [2] Atkins, D.E., J.S. Brown, and A.L. Hammond: *A Review of the Open Educational Resources (OER) Movement: Achievements, Challenges, and New Opportunities*, volume 164. Report to The William and Flora Hewlett Foundation. Creative Common Mountain View, 2007, ISBN 9781894975629. http://oerders.org/wp_content/uploads/2007/03/a_review_of_the_open_educational_resources_oer_movement_final.pdf.
- [3] Ayala, L. Posada de: *Propuesta metodológica: concepción didáctica - pedagógica en la formación continua de profesionales de enfermería en docencia*. Varona. Revista Científico Metodológica, 73:61–73, 2021. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1992-82382021000200061&lng=es&tlng=es.
- [4] Bonk, C.J and C.R. Graham: *The Handbook of Blended Learning: Global Perspectives, Local Designs*. Wiley + ORM, 2012. https://books.google.com.cu/books/about/The_Handbook_of_Blended_Learning.html?id=2u2TxK06PwUC&redir_esc=y.
- [5] BouJaoude, S.: *Thinking collaboratively: Learning in a community of inquiry*. International Review of Education, 62(1):123–125, 2016, ISSN 1573-0638. <https://doi.org/10.1007/s11159-016-9538-9>.
- [6] Ciencias Informáticas, Centro Nacional de Educación a Distancia de la Universidad de: *Modelo de Educación a Distancia de la Educación Superior Cubana*, 2016. https://aulacened.uci.cu/pluginfile.php/13407/mod_page/content/7/Modelo%20de%20Educaci%C3%B3n%20a%20Distancia%20de%20la%20Educaci%C3%B3n%20Superior%20Cubana_CENED%202016.pdf.
- [7] Ciencias Informáticas, Centro Nacional de Educación a Distancia de la Universidad de: *Indicadores de referencia para la implementación del Modelo de Educación a Distancia de la Educación Superior Cubana*, 2018. Recuperado de: <http://uci.cu>.
- [8] Díez Fumero, T. y H. Hernández Fernández: *Un sistema de evaluación del aprendizaje para la matemática superior en perfiles ingenieros*. Editorial Universitaria,

2008. <http://repositorio.eduniv.cu/files/original/24ac8d63dffa09124a407473c9ff98ec.pdf>.
- [9] Estrada, R. et al.: *Implementación de un diseño metodológico para la educación médica a distancia en tiempos de Covid-19*. SciComm, 1(2), 2021. <https://doi.org/10.32457/scr.v1i2.1480>.
- [10] Garrison, D.R. and N.D. Vaughan: *Blended learning in higher education: Framework, principles, and guidelines*. Jossey-Bass, 2008. <https://doi.org/10.1002/9781118269558>.
- [11] Gómez, E.: *¿Qué es el modelo híbrido y cómo ponerlo en práctica? Documento No. 15. Proyecto Las preguntas educativas: ¿qué sabemos de educación?*, 2021. <http://www.laspreguntaseducativas.com/wp-content/uploads/2021/06/15-Hibrido-nuevo.pdf>.
- [12] González, C. y Y. Aragón: *La educación a distancia en Cuba: Modelo de educación a distancia en la Universidad de las Ciencias Informáticas*. Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas, 13(10), 2020, ISSN 2306-2495. <http://publicaciones.uci.cu>.
- [13] Graham, C.: *Blended learning systems: Definition, current trends, and future directions*, páginas 3–21. Enero 2006. https://www.researchgate.net/publication/258834966_Blended_learning_systems_Definition_current_trends_and_future_directions.
- [14] Hernández, T. y L. Jiménez: *La superación profesional a distancia virtual del docente de la formación académica. Concepción teórica*. Revista Opuntia Brava, 15(3), 2023, ISSN 2222-D81X. <https://biblat.unam.mx/es/revista/opuntia-brava/articulo/la-superacion-profesional-a-distancia-virtual-del-docente-de-la-formacion-academica-concepcion-teorica>.
- [15] Hernández, Y., L. Ruiz y J. Sepúlveda: *Evaluación de la implementación del Modelo de Educación a Distancia de la Educación Superior Cubana*. Revista Referencia Pedagógica, 10(1):76–89, 2022, ISSN 2308-3042. <http://scielo.sld.cu/pdf/rp/v10n2/2308-3042-rp-10-02-79.pdf>.
- [16] Ministerio de Educación Superior: *Resolución 15/23. Normas generales para la implementación del modelo de educación a distancia con el uso de las tecnologías de la información y la comunicación, en la educación superior cubana*, 2023. http://mint.mes.edu.cu/sites/default/files/2023-10/documento/resolucion-de-educacion-a-distancia_no15-de-2023ok_2.pdf.
- [17] Quintana, J., O. Vega, Rosete A. y N. Álvarez: *Desarrollo de la habilidad de resolver problemas combinatorios con ejercicios de demostración. Experiencias de docentes*. Revista Cubana de Educación Superior, 42(2), 2023. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025743142023000200024&lng=es&tlng=es.
- [18] Rosenshine, B.: *Principles of instruction: Research-based strategies that all teachers should know*. American Educator, 36(1):12–20, 2012. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ971753.pdf>.
- [19] Siemens, G.: *Connectivism: A learning theory for the digital age*. International Journal of Instructional Technology and Distance Learning, 2(1):3–10, 2004. https://jotamac.typepad.com/jotamacs_weblog/files/connectivism.pdf.

