

Aprendizaje combinado en la enseñanza de la materia Modelado y Simulación: experiencia educativa en pandemia

Blended learning in the teaching of Mmodelling and Simulation: an educational experience during the pandemic

Ana Isabel González Santos¹, Leandro Javier Vega Madiedo²

¹⁻² Universidad Tecnológica de la Habana “José Antonio Echeverría” (CUJAE), Cuba

¹Correo electrónico: anita@automatica.cujae.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7969-4070>

²Correo electrónico: leandrovm6@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1725-0439>

Recibido: 3 de mayo de 2022

Aceptado: 9 de julio 2022

Resumen

En este artículo se presenta una experiencia educativa de aprendizaje combinado en la asignatura Modelado y Simulación del plan de estudio del Ingeniero en Automática en la CUJAE en Cuba. El objetivo de la investigación científico metodológica fue rediseñar la asignatura de Modelado y Simulación de la disciplina de Sistemas de Control en la modalidad presencial. Por causa del confinamiento por la pandemia Covid19, en los cursos académicos 2021 y 2022, actividades de autoaprendizaje fueron combinadas con encuentros presenciales y aclaraciones de dudas a distancia. La adecuación realizada transformó horas de conferencia y clase práctica a clases tipo encuentro y pasó a la modalidad no presencial otro conjunto de horas de conferencias, clases prácticas y actividades de laboratorio. Casos de estudio, ejercicios resueltos y propuestos y guías de aprendizaje detalladas para los laboratorios fueron desarrollados para el aprendizaje no presencial. Las actividades no presenciales tuvieron el soporte electrónico en el sistema de mensajería electrónica de Telegram con ChatBots especiales con gasto de datos móviles en el año 2021. El sistema de mensajería electrónica RocketChat, con soporte gratuito en el servidor de la universidad, fue el soporte del año 2022. Los materiales didácticos estuvieron disponibles y gratuitos en la nube de la universidad. La evaluación fue adaptada a un sistema de evaluación por portafolio con entregas parciales y retroalimentación sistemática y empleo de casos de estudio basados en la realidad industrial.

Los resultados de promoción y el sistema de cuestionarios aplicados permitieron evaluar el impacto de las adecuaciones en los estudiantes.

Palabras clave: aprendizaje combinado, adecuación curricular, modalidad presencial, portafolio digital, clase encuentro

Abstract

This article presents an educational experience of combined learning in the subject Modeling and Simulation of the study plan of the Automatic Engineer in CUJAE in Cuba. The objective of the methodological scientific research was to redesign the subject of Modeling and Simulation of the Control Systems discipline in the face-to-face modality. Due to the by the Covid19 pandemic, in the 2021 and 2022 academic years, the self-learning activities were combined, with face-to-face meetings and clarification of doubts at a distance. The adaptation carried out transformed hours of lectures and practical classes into meeting-type classes and passed another set of hours of lectures, practical classes and laboratory activities to the non-contact modality. Study cases, solved and proposed exercises and detailed learning guides for the laboratories were support for distance learning. Non-face-to-face activities had electronic support in the Telegram electronic messaging system with special ChatBots with mobile data expense in the year 2021. The RocketChat electronic messaging system with free support on the university server was the support of the year 2022. The teaching materials were available and free in the cloud of the university. The frequent and partial evaluation was adapted to a portfolio evaluation system with partial deliveries and systematic feedback using modeling case studies based on industrial reality. The results of promotion and the system of questionnaires applied allowed to evaluate the impact of the adaptations in the students.

Keywords: Blended learning, curricular adequacy, face-to-face modality, digital portfolio, meeting type class

Licencia Creative Commons



Introducción

Durante el primer trimestre del año 2020 se encendieron las alarmas en todo el mundo sobre el aseo de un evento que cambiaría de forma radical el modo de vida del planeta. Una enfermedad infecciosa denominada COVID-19, causada por el virus SARS-Cov-2, provocaría una crisis sanitaria global.

El sector de la educación, al igual que otros sectores, fue fuertemente afectado por este fenómeno. La asistencia presencial a los centros educativos supuso un alto riesgo para los estudiantes y maestros de todos los niveles de enseñanza. El modo predominante de impartir clases tuvo que ser descartado. A todos los niveles de enseñanza se afectó el desarrollo de los procesos docentes educativos directamente y aún ante rebrotes, no cesan las afectaciones y por consiguiente las adecuaciones.

Según la ONU, los cierres de los espacios educativos y de aprendizaje afectaron al 94% de la población estudiantil mundial. El problema más acentuado estuvo en los países con escasos recursos. Las brechas de acceso se vieron incrementadas con motivo de la pandemia, al reducir las posibilidades de masas de estudiantes de poblaciones vulnerables o ya vulneradas. Esto se muestra en la figura 1 y fue tomado por [1] de la página Web de la UNESCO.

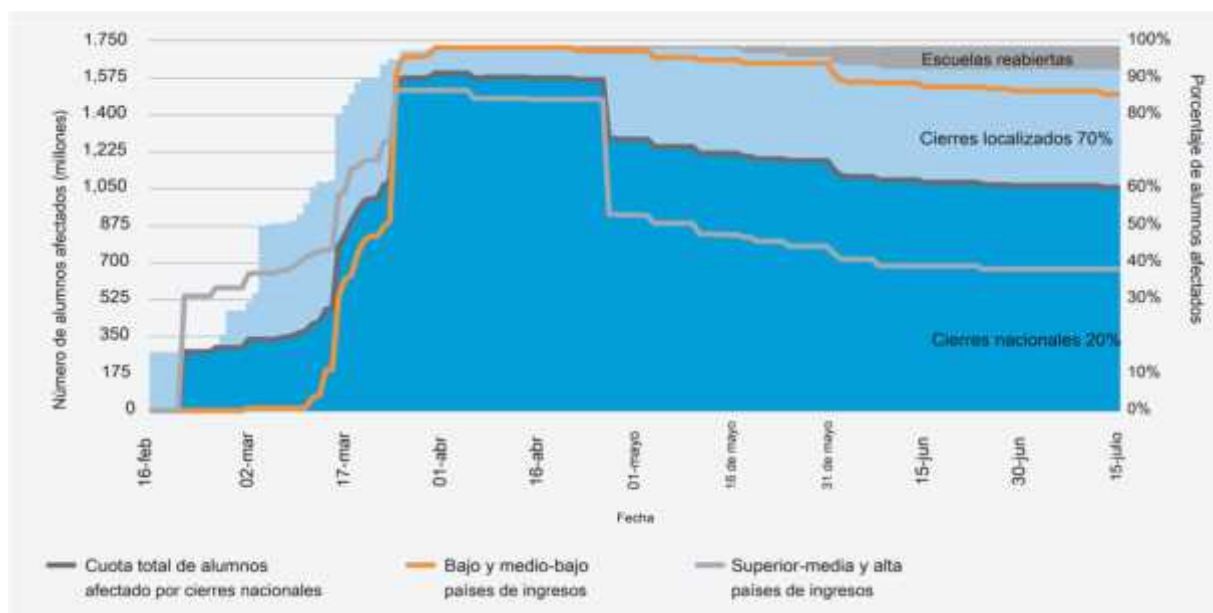


Figura 1. Alumnos afectados por la pandemia COVID19. Fuente: [1]

La pandemia se convirtió también en un catalizador para que las instituciones educativas de todo el mundo buscaran soluciones innovadoras en un período de tiempo relativamente corto [2]. Muchos de esos millones de alumnos, privados de la asistencia a la formación presencial en sus habituales centros de estudios, mantuvieron un nivel de trabajo que pretendió

acercarse al anterior a la epidemia, con una gran exigencia en cuanto al esfuerzo y rigor exigidos. Clases emitidas en directo por internet, radio y televisión y, sobre todo, centenares de materiales educativos, aplicaciones y programas informáticos crecieron en progresión geométrica para atender las necesidades educativas en todos los niveles del sistema educativo mundial [3].

Las tecnologías sin dudas también dieron soporte a las soluciones. Al desarrollo de programas educacionales que no tienen barreras espaciales ni temporales, se agregó la interactividad entre el emisor del mensaje educativo y el receptor. Por tanto, el mensaje educativo pudo ser recibido en toda su integridad y riqueza. El uso de las redes y satélites para la comunicación mediante dispositivos electrónicos permitieron y permiten la realización de conferencias electrónicas, reuniones y discusiones a distancia. La consulta a bases de datos u otras formas de almacenamiento y recuperación de información, el trabajo en grupos y su consiguiente intercambio permite la proyección hacia una universidad virtual con todas las posibles funciones de una universidad real. Los centros de información y las bibliotecas virtuales así como el uso de la multimedia, hipertexto e hipermedia para dichos propósitos se integran a la instrucción y entrenamiento asistidos por computadoras o dirigidos por ella [4-5]. El uso de plataformas, de sitios web de la docencia en páginas, servidores de FTP, comunicación por canales WhatsApp o Telegram y otras plataformas online, eran usadas por profesores y estudiantes con menor frecuencia que la impuesta por la pandemia [6]. Al cerrarse las fronteras entre países, los intercambios académicos internacionales, talleres y eventos tuvieron modificaciones para realizarlos de forma diferente. Hubo que improvisar estrategias de comunicación y de conexión entre todas las partes. Se pudiera decir que se ha innovado, en cuanto a modos y métodos de gestión de los procesos docente y de investigación en las universidades.

Un grupo de términos en inglés ya conocidos como e-learning, b-learning y m-learning empezaron nuevamente a retormarse con fuerza. El e-learning es el término abreviado en inglés de electronic learning, que se refiere a los procesos de enseñanza-aprendizaje que se llevan a cabo a través de Internet, caracterizados por una separación física entre el profesorado y los estudiantes, pero con el predominio de una comunicación tanto síncrona como asíncrona, a través de la cual se lleva a cabo una interacción didáctica continuada. Además, el alumno pasa a ser el centro de la formación, al tener que auto gestionar su aprendizaje, con ayuda de tutores y compañeros [7-9]. E-learning representa más una etiqueta de marketing que un concepto académico, pero en la actualidad, ha sido ya asumido como el referente del ámbito de la formación a través de redes de ordenadores.

En sus inicios el concepto surgió vinculado con el de la gestión del conocimiento [7] en la organización de las empresas.

Dentro de los principales beneficios que propicia el e-learning se encuentran la eliminación de las barreras físicas y temporales, de espacio y tiempo, utilizando Internet como un canal de acceso a cualquier tipo de formación de cualquier organización del mundo en el momento que se quiera; y la oportunidad de acceder a "life long learning", el aprendizaje permanente a lo largo de la vida, adaptado a las necesidades personales [8].

Esta modalidad formativa a distancia a través de Internet o semipresencial ha contribuido a que la formación llegue a un mayor número de personas. Entre las características más destacadas del e-learning están:

- Formación flexible. La diversidad de métodos y recursos empleados, facilita el adaptarse a las características y necesidades de los estudiantes.
- El alumno es el centro de los procesos de enseñanza-aprendizaje y participa de manera activa en la construcción de sus conocimientos, teniendo capacidad para decidir el itinerario formativo más acorde con sus intereses.
- El profesor, pasa de ser un mero transmisor de contenidos a un tutor que orienta, guía, ayuda y facilita los procesos formativos.
- Las novedades y recursos relacionados con el tema de estudio se pueden introducir de manera rápida en los contenidos, de forma que las enseñanzas estén totalmente actualizadas.
- La comunicación es constante entre los participantes, gracias a las herramientas que incorporan las plataformas e-learning (foros, chat, correo-e, entre otros).

Existen diferentes tipos de plataformas o entornos de aprendizaje virtual que se denominan LMS (Learning Management System) donde se desarrolla el curso, se gestionan los contenidos, y se mantiene la relación y comunicación de los alumnos y docentes [8].

- LMS de software propietario, como, por ejemplo, Blackboard, E-ducativa, Edmodo, entre muchas otras del sector.
- LMS propias desarrolladas a medida para la organización por una empresa.
- LMS de código abierto o libre (opensource) como Moodle, y otras como: Chamilo, Claroline, entre otras.

El b-Learning es el aprendizaje conocido como blended learning o aprendizaje combinado o mixto. Es un método de enseñanza que integra tecnología y medios digitales con actividades tradicionales en el aula dirigidas por un instructor. Brinda a los estudiantes mayor flexibilidad y apertura de opciones para experiencias dinámicas de aprendizaje [10-12], [16-18].

El aprendizaje mixto o b-Learning utiliza tecnología en línea no solo para complementar, sino también para transformar y mejorar el proceso de aprendizaje.

El poder de los métodos de aprendizaje combinado radica en su capacidad para mejorar la experiencia del estudiante. Los estudios han demostrado que el “b-Learning o aprendizaje combinado” reduce las tasas de fracaso, mejora el aprendizaje y aumenta la participación. El b-Learning combina los mejores aspectos de la enseñanza presencial y la enseñanza en línea de forma que los alumnos aprendan a su propio ritmo. Por ejemplo, un estudiante en un curso de aprendizaje mixto que domina un concepto antes que sus compañeros, puede seguir adelante sin tener que esperar, y, por el contrario, un estudiante que necesita más tiempo no se ve obligado a avanzar antes de comprender completamente el tema. Está demostrando ser un modelo de aprendizaje escalable que simplemente funciona para diversas poblaciones de estudiantes [13].

En el aprendizaje semipresencial los alumnos eligen el tiempo y el lugar para el autoaprendizaje, pero el ritmo es fijado por un instructor y por el horario de actividades en clase. Además, para una experiencia de aprendizaje verdaderamente transformadora, debe haber una oportunidad para alejarse físicamente del trabajo diario, desconectar y actualizar los conocimientos y habilidades. Una sesión de aprendizaje offline bien organizada es una oportunidad para conocer expertos internos y externos, adoptar prácticas innovadoras, experimentar la cultura corporativa y crear una red de contactos con compañeros.

Se destacan dos modelos que se consideran como los más apropiados para el uso académico en el b-learning: el modelo de conductor en línea y el modelo de rotación.

El modelo conductor de línea es totalmente opuesto al estudio presencial, ya que se basa completamente en la entrega digital de la formación. Combina tanto la formación sincrónica (webinarios en vivo, sesiones de formación entre pares, entre otras) como la formación asincrónica (aprendizaje a su propio ritmo con cursos electrónicos). Con el modelo de conductor en línea generalmente no hay necesidad de reuniones presenciales cara a cara, pero se pueden organizar cuando sea necesario.

El modelo de rotación implica dividir a un grupo de estudiantes en grupos más pequeños para realizar diferentes tipos de tareas por turnos en distintas etapas en distintas etapas. Esto permite a los alumnos con diferentes estilos de aprendizaje obtener el máximo beneficio de la formación.

Entre las herramientas que se necesitan combinar sobresalen:

Un servicio de mensajería instantánea que te permite crear canales públicos y privados (tú escribes, otros leen) o grupos (todos pueden escribir). Por ejemplo Telegram donde también se pueden utilizar chatbots especiales para crear encuestas o añadir botones de reacción.

- Plataforma de aprendizaje en la nube: Los sistemas de gestión de aprendizaje (los LMS) se utilizan para alojar los materiales de formación, entregarlos a los alumnos y generar informes que te ayudan a ver si la formación tiene éxito o no. Algunos LMS solo pueden proporcionar a los alumnos cursos electrónicos asignados (el llamado aprendizaje asincrónico). Otras soluciones permiten llevar a cabo sesiones de formación en línea como webinarios.

Machine Learning es una rama de la Inteligencia Artificial (IA) que, en términos simples, se puede definir como un campo de la informática que utiliza técnicas estadísticas para dar a los sistemas informáticos la capacidad de «aprender», permitiendo a la máquina aprender de ejemplos y experiencias. Machine learning ha experimentado un rápido desarrollo en los últimos años, comenzando a tener presencia en el ámbito educativo.

El machine learning en la educación puede ser usado, entre otras finalidades, para obtener un aprendizaje personalizado que podría usarse para brindar a cada estudiante una experiencia educativa más personalizada y una herramienta para profesores y directivos que les ayude a la toma de decisiones automáticas basadas en datos [14]. Esto se traduce en algoritmos que reconocen fácilmente los patrones de aprendizaje de un estudiante y se ajusta. Por ejemplo, si un alumno tiene problemas en aprender un tema en particular (que el algoritmo identificará) optimiza los recursos y contenidos a su alcance para que se ponga a tono con el resto de sus compañeros. Igual puede suceder con estudiantes a quienes los temas se les faciliten.

Como segundo impacto, la publicación [14] señala la posibilidad de dar retroalimentación de forma más regular. En un sistema presencial puede ser complicado que un profesor dé retroalimentación constructiva y bien ajustada a cada estudiante, por supuesto, no por falta de intención o interés. Con tecnología de lenguaje natural y la información que el machine learning permite procesar de cada usuario, este proceso puede ser mucho más eficiente.

El tercer efecto es uno muy importante para los profesores, la automatización de tareas administrativas. Por ejemplo, a ordenar los calendarios y enviar oportunamente el material de clase. Esto permitirá a los maestros tener más tiempo para dedicar al centro de su rol y a lo que más les interesa, enseñar. Finalmente, teniendo en cuenta que los cursos en línea son masivos, hoy es complicado que un profesor responda individualmente preguntas de sus estudiantes. Esto también puede mejorar con el uso de machine learning que reconozca las preguntas y las responda en un lenguaje que el estudiante comprenda.

La ventaja de integrar el machine learning en la educación, es que realiza una predicción de problemas o dificultades en el aprendizaje a través del análisis de su rendimiento. De esta manera puede predecir nuevas rutas de aprendizaje [14-15].

La recopilación de estos datos permite al docente identificar el contenido que el estudiante ha comprendido y el que debe fortalecer. Los docentes deben encontrar una manera de presentar esta tecnología a los jóvenes como una herramienta para que ellos les sorprendan, el sistema se encargará de guiarlos y el docente revisará posteriormente sus avances.

Hay que precisar que esta última tendencia no formó parte de la experiencia, pero despierta el interés dentro del estudio de tendencias realizadas y en un futuro podrá ser empleada.

En la enseñanza universitaria cubana, antes de proceder al confinamiento obligado y por tanto al cierre físico de las universidades, la modalidad presencial era la que desarrollaba un gran porcentaje de la formación de los estudiantes para todas las carreras. La excepción de lo planteado anteriormente está en los modelos educativos que siempre se han desarrollado de forma semipresencial como es el caso del curso por encuentro o las pocas carreras que tienen la modalidad a distancia.

El proceso de formación del Ingeniero en Automática en la Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría (CUJAE) en La Habana, Cuba, no escapó a todo este contexto descrito previamente. Un marcado interés en mantener el desarrollo del plan de estudio con una tendencia hacia adecuaciones curriculares centradas en potenciar los modelos mixtos de aprendizaje fue lo que ha prevalecido.

En este artículo, se expone y valora la experiencia educativa de la impartición con aprendizaje mixto o combinado (blended learning) en la asignatura de Modelado y Simulación que se imparte en el tercer año, primer período del plan de estudio E del Ingeniero en Automática en la CUJAE durante el período de pandemia por Covid19 y en particular en los cursos 2021 y 2022.

Materiales y Métodos

Para el desarrollo de la experiencia que se describe en este trabajo, fueron utilizados métodos teóricos de análisis y síntesis e histórico lógico como parte de toda la revisión de la literatura pedagógica científica al igual que la experimentación y la observación del desempeño.

Entre los materiales utilizados se emplearon los recursos informacionales de bases de datos científicas y académicas (Redalyc, Scielo, Doaj, Dialnet, el Google académico) entre otras fuentes consultadas y la computadora y el teléfono móvil como medios tecnológicos de apoyo a los métodos empleados. También para dar soporte a la experiencia y a los recursos didácticos se emplearon plataformas de mensajería instantáneas y servidores en la nube de la institución.

La muestra utilizada en cada experiencia fueron los estudiantes matriculados en la materia que estuvieron entre 70 y 80 estudiantes de cada curso. Al cierre de la experiencia educativa

los estudiantes fueron diagnosticados y encuestados a través de cuestionarios lo que posibilitó obtener la información necesaria y oportuna para valorar el resultado. Se utilizó en tal sentido las bondades que incorporan los canales de comunicación como Telegram para la instrumentación y desarrollo de los cuestionarios.

Aunque este período de pandemia obligó a la creatividad y al ingenio natural de muchos de los docentes y sus colaboradores, el trabajo científico metodológico se apoyó con autoaprendizaje de conocimientos teóricos y técnicas didácticas. El análisis y revisión de trabajos nacionales e internacionales durante la experiencia desarrollada mostró mucha afinidad a lo que se pretendía hacer en la búsqueda de soluciones educativas.

De acuerdo a las realidades de cada escuela, universidad y situación docente, se potenciaron procesos de tipo aprendizaje electrónico (e-learning), modelos de tipo semipresencial o combinado (b-learning), modelos totalmente a distancia con empleo de plataformas o entornos de aprendizaje e incluso hasta la combinación de técnicas de la inteligencia artificial al proceso de enseñanza (m-learning) de los cuales se abordaron sus rasgos distintivos en la introducción.

La figura 2 muestra una tabla resumen de los modelos que están coexistiendo en la actualidad soportados en dispositivos o plataformas electrónicas. Ninguna de estas técnicas o modelos puede soportarse sin la creación de materiales de aprendizaje y variedad de recursos educativos didácticos. Los materiales son el apoyo pedagógico que refuerza la actuación del docente, optimizando el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Entre los recursos educativos didácticos se encuentran los materiales audiovisuales, medios didácticos informáticos, soportes físicos y otros, que van a proporcionar ayuda al docente para desarrollar su actuación en el aula. Estos recursos son diseñados por los docentes respondiendo a los requerimientos. Motivan y despoertan el interés de los estudiantes para fortalecer el proceso de aprendizaje, permitiendo la articulación de los contenidos teóricos de las materias con las clases prácticas.

Se entiende por recurso didáctico al conjunto de medios materiales que intervienen y facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje. Estos materiales pueden ser tanto físicos como virtuales y asumen como condición, despertar el interés de los estudiantes, adecuarse a las características físicas y psíquicas de los mismos, además que facilitan la actividad docente al servir de guía.

| Modelos formativos apoyados en e-learning | | |
|---|---|--|
| <i>Modelo de enseñanza presencial con apoyo de Internet</i> | <i>Modelo semipresencial o de blended learning</i> | <i>Modelo a distancia o de educación on line</i> |
| Internet y específicamente el aula virtual es un complemento o anexo a la docencia presencial. A veces se utiliza el aula virtual en salas de informática bajo supervisión del docente. En otras ocasiones el aula virtual es un recurso de apoyo para el estudio del alumno en su hogar. | Integración y mezcla de clases presenciales con actividades docentes en aula virtual | Titulaciones on line (asignaturas, cursos, máster, doctorado) ofertados a distancia través de campus virtuales |
| Se mantiene el modelo presencial de docencia: en horarios y en aulas tradicionales | No hay diferenciación nítida entre procesos docentes presenciales y virtuales. Existe un continuum en el proceso educativo | Apenas hay encuentro físico o presencial entre alumnos y profesores. Casi toda el proceso educativo es a distancia |
| En este modelo se utiliza el aula virtual de forma similar a una fotocopiadora: para que los estudiantes tengan acceso a los apuntes/ejercicios de la asignatura | Se innova el modelo presencial de docencia: en los horarios, en los espacios y en los materiales | Lo relevante son los materiales didácticos y el aula virtual |
| El aula virtual se concibe como un espacio de información: se ofrece programa asignatura, horarios, tutorías, calificaciones, apuntes, etc. Existe poca comunicación e interacción social a través del aula virtual | El aula virtual es un espacio para la información, la actividad de aprendizaje y la comunicación entre profesores y alumnos | Cobra mucha importancia la interacción social entre los estudiantes y el docente mediante los recursos virtuales |

Figura. 2 Modelos formativos apoyados en e-learning Fuente: [7].

Los recursos didácticos tienen la gran virtud de adecuarse a cualquier tipo de contenido, bien sea: libros, manuales de estudio, material audiovisual, entornos virtuales de enseñanza, páginas web, weblogs, foros, chats y aplicaciones. La importancia del material didáctico radica en la influencia que los estímulos a los órganos sensoriales ejercen en quien aprende, es decir, lo pone en contacto con el objeto de aprendizaje, ya sea de manera directa o dándole la sensación de indirecta.

Desarrollo

La asignatura Modelado y Simulación que se imparte en el tercer año de la carrera de Ingeniería en Automática en su plan E forma parte de la disciplina de Sistemas de Control. Es una asignatura compleja e integradora de contenidos de disciplinas precedentes de la carrera como la Matemática, la Física, la Química, los Circuitos Eléctricos y la Programación.

La materia Modelado y Simulación le permite al estudiante conocer y aplicar metodologías para la obtención de modelos matemáticos analíticos y experimentales de baja y media

complejidad y describir el comportamiento de las dinámicas de las variables de interés de los procesos que en el ejercicio de su profesión, puede controlar y automatizar.

La materia tiene una total de 80 horas en el plan de estudio con modalidad presencial y tres núcleos temáticos organizados por formas organizativas de la clase (tipo conferencia, clase práctica y laboratorios) como muestra la tabla 1. En esta modalidad no estaba planificado la clase de tipo encuentro.

La clase encuentro es una forma organizativa de la clase que permite revisar, intercambiar y recapitular con los estudiantes el contenido autoaprendido; resolver de manera conjunta algunos de los ejercicios propuestos de mayor nivel de integración y complejidad en el que puedan haberse presentado dudas; evaluar al estudiante dicho contenido e indicar el nuevo contenido a autoaprender. El encuentro constituye el tipo de clase fundamental entre las actividades de la modalidad semipresencial.

Tabla 1. Fondo de tiempo en horas según temas y tipos de clases (antes de experiencia).

Fuente: Elaboración propia

| Temas | Horas Conferencia | Horas de Clase Práctica | Horas de Laboratorio | Evaluaciones parciales | Total Horas |
|---|-------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------------|-------------|
| 1. Generalidades en la obtención de modelos | 12 | 10 | | 2 (PP1) | 24 |
| 2. Modelación matemática de sistemas (Incluye la experimental que es la identificación) | 20 | 14 | | 6 (PP2+2 Sesiones de Tarea) | 40 |
| 3. Simulación de sistemas | | | 14 | 2 | 16 |
| Total | 32 | 24 | 14 | 10 | 80 |

Resultados y Discusión

La adecuación curricular esencial consistió en transformar las horas de actividades de conferencia y clase práctica a clases tipo encuentro; pasar a la modalidad no presencial un conjunto de las horas de conferencias y clases prácticas y todas las actividades de laboratorio.

El pase de los contenidos a la no presencialidad fue conducido por un conjunto de casos de estudio desarrollados, ejercicios resueltos y propuestos y guías de aprendizaje detalladas para los laboratorios.

Esta transformación se muestra en cuanto a fondo de tiempo en la tabla 2. Clasifica claramente como un modelo combinado o mixto que tuvo actividades presenciales y no presenciales con soporte electrónico a través del sistema de mensajería electrónica de Telegram con ChatBots especiales con gasto de datos móviles en el año 2021 y soporte en sistema de mensajería electrónica RocketChat con soporte gratuito en servidor de la universidad en el año 2022 además de espacio de acceso a todos los materiales de la asignatura de manera gratuita en la nube de la universidad en ambos años.

Tabla 2. Fondo de tiempo en horas según temas y tipos de clases (En la experiencia), Fuente: Elaboración propia

| Temas | Fondo de tiempo en horas según temas y tipos de clases | | | | |
|--|--|-----------------------|--------------------------------|--|----------------|
| | Horas de encuentro presencial | Horas no presenciales | Laboratorios (no presenciales) | Evaluaciones | Total de horas |
| Generalidades en la obtención de modelos | 12 | 10 | | 2 (Evaluación frecuente) | 24 |
| Modelación matemática de sistemas | 20 | 14 | | 6 (1Trabajo de control y entregas de portafolio) | 40 |
| Simulación de sistemas | | | 14 | 2 entregas de portafolio | 16 |
| Total | 32 | 24 | 14 | 10 | 80 |

El sistema tradicional de la evaluación se modificó. La evaluación frecuente y parcial fue adaptada a un sistema de evaluación por portafolio con entregas parciales y retroalimentación sistemática que requería de las soluciones de modelado de casos de estudio basados en la realidad industrial. En ocasiones, determinadas entregas fueron discutidas presencialmente. La evaluación tipo prueba parcial fue única.

Los resultados de la experiencia fueron valorados a partir de un sistema de cuestionarios anónimos aplicados a una muestra de 55 estudiantes de los 76 estudiantes que cursaron la asignatura en el curso 2021, lo que representa un 72% de los estudiantes que vivieron la experiencia ese curso y cuyos resultados se muestran en las gráficas a continuación.

Un grupo de cuestionarios estuvieron relacionados con analizar la forma de organizar el proceso de enseñanza aprendizaje de manera mixta, los sistemas evaluativos y los recursos didácticos empleados (Figura 2). Otros cuestionarios estuvieron relacionados con la percepción del estudiante respecto a cómo se sintió en el rol de ser protagonista de su proceso de

aprendizaje (Figura 3) donde también se les pidió valorar el rol del maestro como facilitador y por último la valoración de los temas que más gustaron y el enfoque general de la asignatura (Figura 4).

El análisis de la experiencia muestra que el 68% de los estudiantes consideró entre efectiva y bastante efectiva la forma combinada o mixta de organizar la materia.

Un buen resultado es el 93 % de satisfacción al valorar todos los materiales didácticos que fueron creados o mejorados de los ya existentes para dar un soporte al autoaprendizaje como fueron los casos de estudios de modelado de sistemas desarrollados al detalle, las guías de orientación del autoaprendizaje, los laboratorios guiados con toda su información documental para el tema de simulación de sistemas, los ejercicios propuestos y sus resultados indicados y todos libros básicos y complementarios compartidos.

La evaluación del aprendizaje es siempre difícil al tener que dar un juicio de valor acerca del desempeño integral del estudiante. La asignatura apostó por un sistema integrado donde el mayor peso estuvo en la evaluación frecuente y parcial y donde la evaluación final fue un portafolio digital. El portafolio integraba toda la materia pues era el desarrollo y aplicación de la metodología para obtener y validar un modelo matemático de un subsistema industrial de mediana complejidad. El hecho de que el 89 % de los estudiantes encuestados, como muestra la Figura 3, haya percibido que este sistema de evaluación le permitió avanzar y progresar es buen resultado.

Esta experiencia puede ser instrumentada y potenciada sin dificultad alguna a través de un sistema de gestión de aprendizaje – LMS como MOODLE como se refirió en la introducción. Ya la asignatura con su diseño original y en el propio período de pandemia fue impartida a otra generación de estudiantes través de un sistema autóctono denominado CURSAD con buenos resultados pero que acá no fue comparado ya que en esa experiencia el plan no contó con el rediseño metodológico que acá se reivindica.

El 87 % de los estudiantes sintió que la forma en que se dictó la materia le permitió aprender por sí mismo y el 96 % consideró entre importante y muy importante el rol de facilitador del aprendizaje desempeñado por el profesor de la asignatura. De forma general los contenidos de la asignatura se mostraron interesantes para el 91 % de los estudiantes encuestados, ratificando el nivel de dificultad y complejidad de los mismos para el 85 %. Reconforta el hecho de que el tema más difícil de la asignatura que es el de modelado de sistemas haya tenido el mayor % de preferencia. Esto dice que las estrategias aplicadas para lograr la adquisición de conocimientos y habilidades en la obtención de modelos matemáticos de forma analítica fueron correctas.

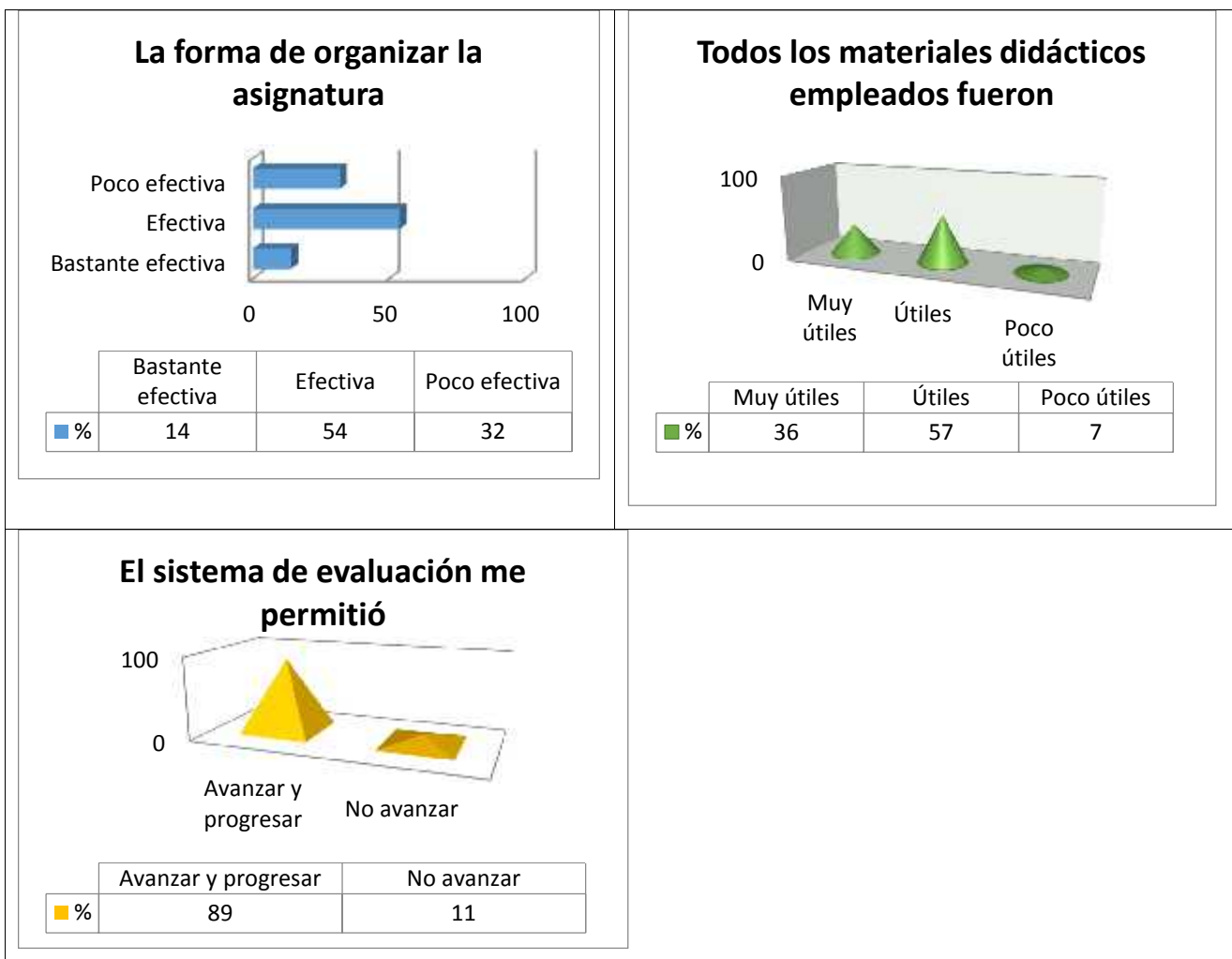


Figura. 3 Resultados valorando toda la organización del aprendizaje combinado. Fuente: Elaboración propia

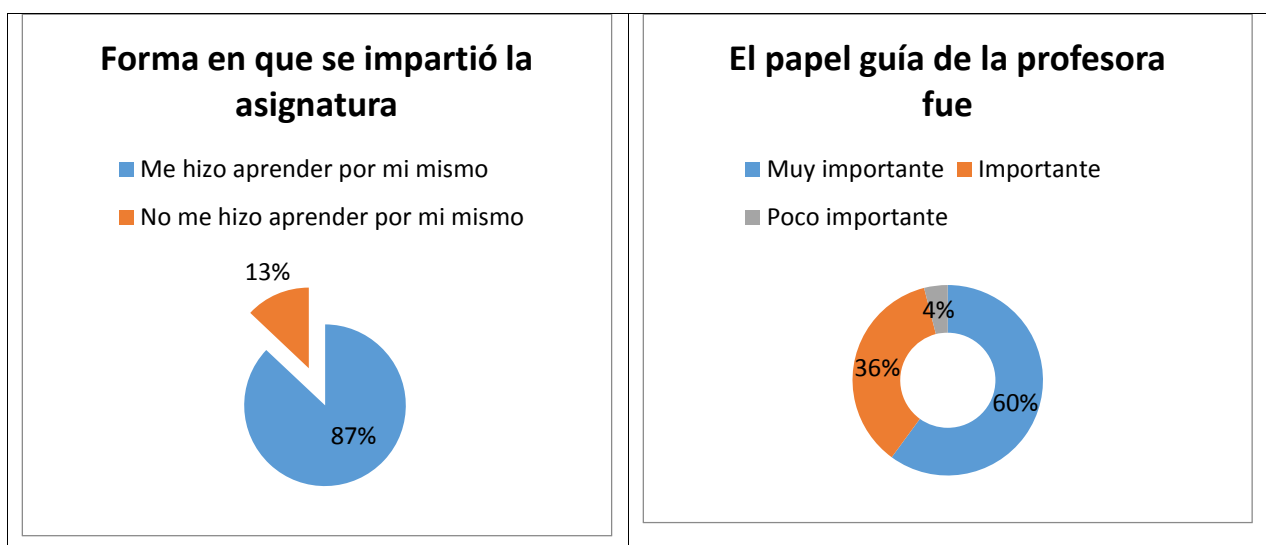


Figura. 4 Resultados valorando el rol del alumno y el profesor. Fuente: Elaboración propia

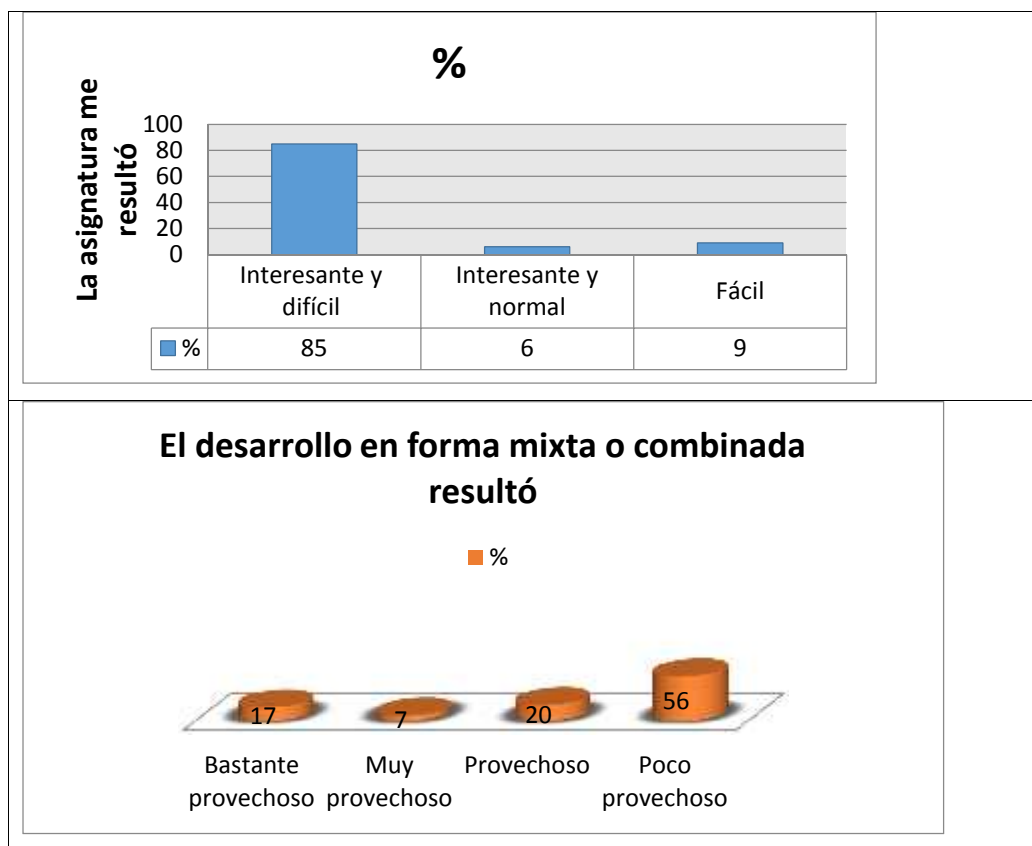


Figura. 5 Resultados valorando el resultado general de la experiencia educativa. Fuente: Elaboración propia

Para el final vamos mostrar una contradicción que posteriormente se analizó con los estudiantes encuestados y es que cuando se les preguntó cómo valoraban el desarrollo de la enseñanza mixta o combinada (blended) el 56% no lo sintió provechoso ante un 44% que si lo hizo en alguna de sus categorías. Los estudiantes en el intercambio sostenido reconocieron que han estado habituados a una forma anterior que no les demandaba tanto sacrificio y horas de estudio como significó esta experiencia y aunque con objetividad valoraron el resto de los aspectos, esa masa de estudiantes que superó el 50 % de los encuestados, aprovechó esta pregunta para dejar claro que toda vía que le sea menos demandante y facilista, a pesar de que sea la que más favorezca su aprendizaje, va a ser su preferida.

Hay que adicionar al resultado que el 70 % de los estudiantes aprobó la materia desde el propio sistema de evaluación de la experiencia y no requirió de las dos convocatorias extraordinarias de la asignatura.

La asignatura en ambas de las modalidades que se impartió previo a esta experiencia era bien recibida por los estudiantes. Sin embargo el nivel de dificultad, el no contar con toda la

riqueza de materiales con los que se cuenta actualmente y las propias formas de enseñanza mostraban indicadores de promoción que en el cierre ordinario rondaba el 60 % de aprobados en la enseñanza presencial y en la semipresencial no superaba el 50 % históricamente.

No se puede dejar de valorar el costo económico indirecto de todas las horas de trabajo metodológico consumidas un resultado de estas características. La producción de los materiales consume tiempo y la interacción con los estudiantes es muy demandante y superior a las formas tradicionales.

Conclusiones

La experiencia educativa que muestra el trabajo fue una necesidad planteada por la pandemia Covid19 de continuar la enseñanza en la carrera de Ingeniería en Automática en la Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría (CUJAE) a pesar del contexto adverso que por más de dos años cambió el ritmo normal de la enseñanza universitaria cubana.

Como proceso de enseñanza y aprendizaje en la asignatura objeto de la experiencia se articularon el maestro, el alumno y el escenario educativo que trascendió el aula física y combinó una multiplicidad de espacios en los que se integraron la casa, el espacio virtual sincrónico y asincrónico, la llamada telefónica y los encuentros reales. Todos los actores en sus roles sacaron provecho y muy en especial los estudiantes, de todos los materiales didácticos creados o perfeccionados para favorecer la adquisición de los conocimientos y habilidades del programa de la asignatura.

El reto tuvo resultados cualitativos y cuantitativos positivos y requirió de un esfuerzo no solo de los estudiantes sino de los docentes y otros alumnos ayudantes que también se transformaron en generadores de contenidos y materiales de autoaprendizaje. A pesar de todo lo anterior hay que seguir trabajando y potenciando con los estudiantes los valores de responsabilidad, entrega y laboriosidad que demanda este tipo de aprendizaje y que sin dudas contribuye a su formación integral y desempeño profesional futuro.

La experiencia puede seguirse generalizando hacia otras de las asignaturas de la disciplina y plan de estudio.

Referencias bibliográficas

1. García LR. COVID-19 y educación a distancia digital: preconfinamiento, confinamiento y posconfinamiento. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*. 2021; 24(1):9-32.
2. Ortiz W, Ruata SA, Rodríguez E, Díaz LB. E-learning y blended learning: Estrategias para enseñar y aprender diferente en tiempos de pandemia. *Neutrosophic Computing and Machine Learning*. 2020; 14:31-40.

3. Finlay MJ, Tinnion DJ, Simpson T. A virtual versus blended learning approach to higher education during the COVID-19 pandemic: The experiences of a sport and exercise science student cohort. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*. 2022; 30:100-363.
4. Area M, Adell J. eLearning: Enseñar y aprender en espacios virtuales. En J. De Pablos (Coord): *Tecnología Educativa. La formación del profesorado en la era de Internet*. Aljibe, Málaga. 2009;391-424.
5. Vargas G. Recursos educativos didácticos en el proceso enseñanza aprendizaje. *Cuadro-Hosp. Clín.* [online]. 2017; 58(1):68-74.
6. Falcón R, Figueredo O, Sifonte YJ, Rodríguez K. Educación Superior en 2021: Los retos de la enseñanza a distancia. *Cubadebate*.
<http://www.cubadebate.cu/noticias/2021/03/09/educacion-superior-en-2021-los-retos-de-la-ensenanza-a-distancia-video/>. 2021, marzo 9.
7. Gross B. La evolución del e-learning: del aula virtual a la red. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*. 2017; 21(2):1390-3306.
8. García FJ, Seoane AM. Una revisión actualizada del concepto de eLearning. *E K S*. 2015; 16(1):119-144.
9. Buenaño, CV, Tenesaca CA, Merino CG. E-Learning como una de las estrategias de TICs y sus efectos en la educación y el aprendizaje en un mundo globalizado. *Pol. Con*. 2020; 50 5 (9): 1336-1354.
10. DerntlIT, M, Motschnig-Pitrik R. The role of structure, patterns, and people in blended learning. *Internet and Higher Education*, 2005; 8:111–130.
11. Salinas J, De Benito B, Pérez A, Gisbert M. Blended Learning: Más allá de la clase presencial. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*. 2018; 21(1): 195-213.
12. Dziuban, C, Graham CR, Moskal PD, Norberg A, Sicilia N. Blended learning: the new normal and emerging technologies. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2018;15(3).
13. Cher L, Wang L. *Blended Learning for Quality Higher Education: Selected Case Studies on Implementation from Asia*. Editores UNESCO France and UNESCO Bangkok; 2016.
14. Mayor R, Gresse C. Findings on Teaching Machine Learning in High School: A Ten - Year Systematic Literature Review. *Informatics in Education*. 2022;21(3):479–500.
15. Ara A, Kumar A, Jani K, Mitra S, García-Tadeo DA, Devarajan A. The Role of Machine Learning and Artificial Intelligence for making a Digital Classroom and its sustainable Impact on Education during Covid-19. *Materials Today: Proceedings*. 2022; 56:3211–3215
16. MORÁN, L. Blended learning a través del modelo de aula invertida: experiencias de prácticas en el nivel superior. *Educativa Virtualidad, Educación y Ciencia*. 25; 13: 9-31.

17. Vázquez JF, Escribano E. La interacción en el aprendizaje combinado. Revista Iberoamericana de Investigación en Educación. RIIED 2022; 2(4):92-102.
18. Sotelo MA, Barrera LF, Echeverría SB, Ramos DY. Aprendizaje percibido de estudiantes universitarios en cursos en modalidad presencial y mixta: un estudio comparativo. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa. 2022; 21(1):115-127.

Contribución de autoría

La concepción del trabajo científico fue realizada por la autora Ana Isabel González Santos. La recolección, interpretación y análisis de datos de la experiencia estuvo a cargo de la misma autora. La redacción/revisión del manuscrito fue realizada por Ana Isabel González Santos. El autor Leandro Javier Vega Madiedo contribuyó en un 10 % al análisis y revisión bibliográfica documental de tendencias educativas en el contexto pandemia como parte de un trabajo de diploma del autor defendido en el curso 2021. Ambos autores revisaron y aprobaron el contenido final.

Conflicto de intereses

Los autores no manifiestan conflicto de interés.

Autores

Ana Isabel González Santos. Doctora en Ciencias Técnicas. Profesor Titular. Dirección de Formación de Pregrado. CUJAE. Directora de Formación Universidad Tecnológica de la Habana “José Antonio Echeverría” (CUJAE), Cuba.

Leandro Javier Vega Madiedo. Estudiante de Ingeniería en Automática. Facultad de Automática y Biomédica, Departamento de Automática y Computación. Universidad Tecnológica de la Habana “José Antonio Echeverría” (CUJAE), Cuba.

