

2022-06-21

Uso de recursos educativos digitales y ambientes virtuales de aprendizaje para la enseñanza de matemáticas en ingeniería. Sistematización de la experiencia docente

Luis Alberto Díaz Montes
Universidad de Antioquia, luisa.diaz@udea.edu.co

Rolando Barrera Zapata
Universidad de Antioquia

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/ap>

Citación recomendada

Díaz Montes, L. A., y R.Barrera Zapata. (2022). Uso de recursos educativos digitales y ambientes virtuales de aprendizaje para la enseñanza de matemáticas en ingeniería. Sistematización de la experiencia docente. *Actualidades Pedagógicas*, (77),. doi:<https://doi.org/10.19052/ap.vol1.iss77.5>

This Artículo de investigación is brought to you for free and open access by the Revistas científicas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Actualidades Pedagógicas by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

Uso de recursos educativos digitales y ambientes virtuales de aprendizaje para la enseñanza de matemáticas en ingeniería. Sistematización de la experiencia docente^{*}

Luis Alberto Díaz Montes

Universidad de Antioquia.

luisa.diaz@udea.edu.co  <https://orcid.org/0000-0002-1321-8880>

Rolando Barrera Zapata

Universidad de Antioquia.

rolando.barrera@udea.edu.co  <https://orcid.org/0000-0002-8718-9242>



Resumen: en este artículo se detalla la sistematización de la experiencia relacionada con el uso didáctico de recursos educativos digitales en el curso Matemáticas Especiales, del programa de Ingeniería Química de la Universidad de Antioquia, con el objetivo de evidenciar las ventajas de los recursos implementados en los procesos de enseñanza-aprendizaje en condiciones normales (antes de la pandemia). En este contexto se evidenció que el uso de plataformas virtuales para acceder asincrónicamente a la información de las clases, la utilización de *software* para ilustrar de manera práctica las temáticas del curso y la disponibilidad de video tutoriales son los tres recursos mejor valorados por los estudiantes, a la vez que ayudan al logro de los propósitos de formación del curso.

Palabras clave: ambiente educacional, aprendizaje en línea, innovación pedagógica, material didáctico, tecnología de la información.

Recibido: 20 de diciembre de 2020

Aceptado: 7 de mayo de 2021

Publicación final: 15 diciembre 2021

Cómo citar este artículo: Díaz Montes, L. A. y Barrera Zapata, R. (2022). Uso de recursos educativos digitales y ambientes virtuales de aprendizaje para la enseñanza de matemáticas en ingeniería. Sistematización de la experiencia docente. *Actualidades Pedagógicas*, (77), e1553. <https://doi.org/10.19052/ap.vol1.iss77.5>

^{*} Artículo de investigación científica y tecnológica derivado del proyecto “Matemáticas Especiales para Ingeniería Química en su modalidad presencial con apoyo de recursos educativos digitales en un ambiente virtual de aprendizaje: sistematización de la experiencia docente”, financiado por el Programa de Investigación ConTIC Investigo, Convocatoria 2019/2 de la Vicerrectoría de Docencia de la Universidad de Antioquia, código del proyecto: 2019-31150. Agradecimientos a la Vicerrectoría de Docencia de la Universidad de Antioquia y su unidad Ude@ Educación Virtual, por medio del Programa de Investigación ConTIC Investigo.



Use of Digital Educational Resources and Virtual Learning Environments for Teaching Mathematics in Engineering. Systematization of the Teaching Experience

Abstract: This article details the systematization of the experience related to the didactic use of digital educational resources in the Special Mathematics course of the Chemical Engineering program at the University of Antioquia, aiming to evidence the advantages of the resources implemented in the processes of teaching-learning under normal conditions (before the pandemic). In this context, it was evidenced that the use of virtual platforms to access class information asynchronously, the use of software to illustrate the course topics in a practical way, and the availability of video tutorials are the three resources best valued by students while helping to achieve the training purposes of the course.

2 *Keywords:* educational environment, online learning, pedagogical innovation, teaching materials, information technology.

Introducción

Contexto y justificación de la experiencia educativa

En el marco de la evaluación y la mejora permanente del currículo en el programa de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de Antioquia, en los últimos años se ha venido gestando una reestructuración y adaptación de los procesos de enseñanza-aprendizaje que propendan por espacios de aprendizaje significativo, así como por el logro de competencias de los estudiantes para buscar una mejor preparación para su desempeño profesional en el contexto local e internacional a través de la articulación, en el plan de estudios, de actividades y estrategias de enseñanza-aprendizaje que promuevan el desarrollo y fomento de competencias específicas (Crawley et al., 2001; Lopera Cadavid y Restrepo González, 2015; CDIO, s.f.)¹. En dicho contexto, y particularmente para el curso Matemáticas Especiales, la estrategia de cambio y adaptación curricular pretende abarcar además otros elementos didácticos que estén acordes con las políticas Institucionales (UdeA, 2018), y también con los cambios permanentes de la sociedad en el mundo actual e, inevitablemente, con las nuevas necesidades de adaptación educativas, como lo son la incorporación efectiva en las dinámicas del curso de las tecnologías de la información y telecomunicaciones (TIC).

Desde 2018, la metodología propuesta para el desarrollo del curso ha incluido el uso e implementación de las TIC a través de diferentes herramientas y actividades, en las resalta el uso parcial de plataformas virtuales de aprendizaje como zoom y google meets (antes de la pandemia) y la plataforma educativa Ude@ - Educación virtual para el aprendizaje (ambiente moodle) para sustituir algunas sesiones presenciales de clase; así como el uso de recursos varios (videotutoriales, herramientas computacionales, material didáctico, actividades de práctica, actividades evaluativas, etc.) a través de tales plataformas.

¹ Consúltese <http://www.cdio.org> para encontrar la información sobre la iniciativa CDIO.

Las implementación y uso de los recursos mencionados se evaluó para los años 2018 y 2019 a través de la presente sistematización, para la que se contó con la participación de al menos un centenar de estudiantes y dos profesores. Vale la pena resaltar que la delimitación del estudio excluye los cursos relacionados a partir de 2020, en el que ha sido necesario usar e implementar nuevas estrategias apoyadas en las TIC a propósito de las medidas de aislamiento preventivo por causas sanitarias, lo que ha generado un ambiente educativo completamente diferente.

De acuerdo con la percepción de los docentes, la implementación de las estrategias (uso de las TIC) en la metodología propuesta para el curso resultó significativamente positiva para el logro de los propósitos de aprendizaje; no obstante, “la sistematización de una experiencia docente debe extraerse de la subjetividad de sus actores para someterla a análisis e interpretación” (Barbosa-Chacón, Barbosa y Villamizar, 2017, p. 6), para de esa manera detectar oportunidades de mejora y focalizar o priorizar el desarrollo e implementación de recursos que generen un mayor impacto en el proceso.

4 ■ Por tal razón, en esta sistematización se compila y analiza información que permite evaluar la pertinencia de las innovaciones didácticas, el material de apoyo, las metodologías utilizadas y las estrategias de enseñanza-aprendizaje implementadas en el curso. Inicialmente, se recopiló, de manera sistémica información relacionada con las innovaciones didácticas a partir de la implementación de las TIC en las estrategias de enseñanza-aprendizaje vinculadas al desarrollo del curso. Posteriormente, se elaboraron instrumentos de evaluación para cuantificar el impacto del uso regular de las TIC en el desarrollo de este. Finalmente, se analizó la información para identificar en las diferentes innovaciones didácticas relacionadas con las TIC aquellas que generan un mayor impacto positivo, en cuanto a su aporte para el logro de los propósitos de formación del curso.

Antecedentes y referentes conceptuales

La valoración de una experiencia educativa, sin importar el nivel o la modalidad, es un proceso complejo que responde a estrategias definidas. La sistematización de experiencias permite la comprensión de las prácticas como base para el aprendizaje y la intervención desde y para estas (Ghiso, 2008). Respecto a los diferentes enfoques propuestos en la literatura para la sistematización de experiencias docentes, se resaltan como etapas generales

o transversales el diagnóstico (experiencias propias), el diseño sistemático de la experiencia (preguntas iniciales), la recuperación de vivencias (compilación de la información), el análisis (reflexión) y la comunicación (conclusiones o aprendizajes) (Verger, 2007; De Souza, 2008; Barbosa-Chacón Barbosa y Villamizar, 2017). En cualquier caso, la sistematización puede entenderse como “un proceso reflexivo, analítico e interpretativo que parte de la noción de realidad que poseen los involucrados para comprender la experiencia de la cual forman parte” (Pérez, 2016).

Para el caso de las TIC, entendiéndolas como nuevas formas de mediación pedagógica en la educación (Quiroga-Sichacá, 2011), es importante vincular los saberes propios de cada disciplina, los agentes formativos y los diferentes escenarios de aprendizaje. Particularmente, no se dispone de antecedentes directos relacionados con la implementación de estas y su evaluación o efecto sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje en el Departamento de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería. En los registros de la plataforma digital Ude@ (antes Moodle o Aprende en línea) se evidencia que algunos cursos de matemáticas y de métodos numéricos en la Universidad de Antioquia han hecho uso de la plataforma, pero no fue posible acceder a información sobre la sistematización de tales experiencias ni sobre el impacto de los recursos específicos o estrategias puntuales de enseñanza-aprendizaje mediadas a través de la plataforma.

En un contexto más amplio, en el Departamento de Ingeniería Química de University College de Londres, se aplicó y registró la experiencia con la implementación de una actividad evaluativa en línea, en la que se recopilaron las apreciaciones de los estudiantes en dicha actividad (Sorensen, 2013). En el estudio se entregó una encuesta en línea a todos los estudiantes después de terminada la experiencia, gracias a la que se evidenció que los participantes sentían que esta modalidad agregaba valor a su aprendizaje, manifestando el deseo de verla implementada en otros módulos. De igual forma, desde 2002, se han desarrollado e implementado una amplia variedad de recursos en línea para un curso de métodos numéricos para ingenieros en la Universidad del sur de Florida (Owens, Kaw y Hess, 2012). En este contexto, para determinar, mejorar y refinar la calidad de los recursos en línea se utilizaron diferentes instrumentos de evaluación para la recopilación de comentarios. Los resultados de este estudio proporcionaron una fuerte evidencia de que el uso de los módulos del sitio web es una ayuda valiosa para la mayoría de los estudiantes. También, Delgado Cepeda (2017) presentó

un modelo de aprendizaje combinado para un curso de métodos numéricos que partió de la enseñanza tradicional para convertirse en un laboratorio de investigación en visualización científica. El enfoque de aprendizaje combinado establece un esquema flexible basado en una configuración móvil y sesiones presenciales centradas en una red de desafíos de investigación.

Metodología

La presente sistematización puede clasificarse como un estudio “centrado en un proceso de intervención participativa” (Pérez, 2016, p. 12), ya que involucra en el proceso de sistematización a quienes vivenciaron la práctica no solo como informantes, sino como actores que reflexionan en relación con esta y proponen nuevos cursos de acción; también puede tomarse como una sistematización “retrospectiva” (Pérez, 2016, p. 20) ya que se realiza con el fin de reconstruir la experiencia y replicarla en mejores condiciones.

Inventario de recursos y herramientas

6

Para la recopilación y ordenamiento de la información se siguieron las pautas recomendadas por Barnechea y Morgan (2007), en el sentido de registrar las actividades, los actores involucrados, los objetivos o motivaciones y sus resultados. A partir de allí se obtuvo un inventario de las herramientas o estrategias desarrolladas e implementadas por los docentes y que pueden considerarse innovaciones pedagógicas, toda vez que permiten a los usuarios interactuar en las redes de manera asertiva, y a la vez se sustentan en teorías como el construccionismo y el conectivismo (Arbulú-Pérez y Monteza-Arbulú, 2013).

Para evaluar o cuantificar el efecto de las herramientas y estrategias utilizadas en el curso, se compiló información en la que fuera posible obtener de manera directa (o indirecta) la opinión o percepción de los estudiantes a través de las siguientes fuentes de información.

Registro histórico de las evaluaciones que realizan los estudiantes sobre el curso a través del sistema de matrícula de la universidad

Entre múltiples aspectos que se pide evaluar cuantitativamente a los estudiantes, explícitamente se les solicita asignar una nota global al curso considerando, entre otros aspectos como “el interés y actualidad de los contenidos

del curso o actividad curricular” o “el logro de los objetivos formulados en el curso o actividad curricular”. Si bien la herramienta no indaga directamente sobre las estrategias de enseñanza-aprendizaje, permite obtener una visión generalizada sobre la percepción global de los estudiantes con relación con el curso. Para efectos comparativos, se registró y analizó la información correspondiente a los cursos ofrecidos entre el 2015 y el 2019, ambos incluidos. Dado que en cada periodo o semestre académico hubo entre 2 y 4 grupos diferentes, las calificaciones registradas para cada periodo se ponderaron de acuerdo con las notas asignadas por los estudiantes en los cursos respectivos.

Autoevaluación de los estudiantes registrada en la plataforma Ude@

Consistió en el registro y análisis de las respuestas enviadas por los estudiantes a través de la plataforma Ude@ Educación virtual, a propósito de un cuestionario de autoevaluación que deben diligenciar al final de cada una de las ocho unidades o módulos del curso. Este material solo se consideró en el presente estudio para los cursos que siguieron o usaron la plataforma educativa de manera recurrente durante todo el semestre, esto es un grupo de 25 estudiantes durante el segundo semestre del 2018 y un grupo de 30 estudiantes durante el primer semestre del 2019. El cuestionario (para cada unidad) presenta los propósitos de aprendizaje respectivos acompañados de las siguientes preguntas:

- Autoevaluación: de acuerdo con las estrategias de enseñanza-aprendizaje adoptadas para el curso, es fundamental la retroalimentación y autoevaluación permanente. Estas permiten identificar la percepción sobre la efectividad de las diferentes actividades para el logro de los objetivos. Además, propician la implementación de acciones correctivas, en caso de ser necesarias. A continuación, se presenta un breve cuestionario donde debe seleccionar, para las primeras tres preguntas, la opción que mejor se ajuste según su percepción personal. Para la respuesta de las preguntas 4 y 5 consigne en el cuadro de texto las opiniones, comentarios y sugerencias que considere pertinentes.

1. Percepción del logro de los objetivos propuestos para la Unidad
 - a. Muy alto
 - b. Alto
 - c. Medio
 - d. Bajo
 - e. Muy bajo
2. Pertinencia de la dinámica de la clase para el logro de los objetivos
 - a. Muy alto
 - b. Alto
 - c. Medio
 - d. Bajo
 - e. Muy bajo
3. Calidad y cantidad de recursos e información para el logro de los objetivos
 - a. Muy alto
 - b. Alto
 - c. Medio
 - d. Bajo
 - e. Muy bajo
4. Principal aprendizaje de la Unidad:
5. Recomendaciones para mejorar la Unidad:

Instrumento de evaluación (encuesta virtual)

8 ■ El instrumento se desarrolló para identificar los aspectos generales o globales según los cuales los estudiantes tomaron el curso, recoger sus impresiones u opiniones a propósito de las herramientas de apoyo en la virtualidad, y medir el impacto que estas pudieron tener sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje. El instrumento se aplicó de manera virtual usando la herramienta de Google Forms y el correo institucional para los estudiantes que vieron el curso durante la ventana de observación (2018-2019). La encuesta estuvo habilitada entre el 16 de julio del 2020 y el 8 de agosto del mismo año, y fue respondida por 64 estudiantes (de 172 que fueron invitados); es decir, participó al rededor del 39 % de la población. Si bien era deseable contar con una mayor participación, el porcentaje de respuestas permitió tener una muestra confiable para el análisis estadístico de la información recolectada, pues, suponiendo un nivel de confiabilidad del 95 % y un margen de error del 3 %, alrededor de 40 respuestas hubiesen sido suficientes para considerar una muestra significativa (Montgomery y Runger, 2014). El cuestionario o encuesta incluyó las siguientes preguntas:

El siguiente formulario es una herramienta para estudiar el impacto de las estrategias de enseñanza y aprendizaje, mediados por recursos educativos digitales y AVA en el curso Matemáticas Especiales. Ingrese la respuesta que más se acerque a su situación y realice las aclaraciones que considere. El tiempo de diligenciamiento es aproximadamente 8 minutos. Gracias por su colaboración.

4. Específicamente, ¿cuál (o cuales) de estos recursos, contenidos o estrategias considera que fue importante para el logro de los objetivos del curso y de qué manera? (Incluya tantos como desee)
5. ¿Cree que si la estrategia metodológica del curso hubiese carecido de elementos relacionados con TIC usted habría percibido igual nivel de aprendizaje a través del mismo?
- Sí No
6. ¿Le gustaría que otros cursos del programa implementaran estrategias similares?
- Sí No
7. ¿Considera que sería más conveniente para el programa que el curso matemáticas no incluyera el uso de TIC?
- Sí No
8. ¿Considera que el curso (en su estructura actual) le ha sido útil o importante para abordar o solucionar problemas relacionados con otros cursos del programa?
- Sí No
9. Si su respuesta a la pregunta anterior fue sí, por favor especifique algún ejemplo (tantos como desee)
10. ¿Cuál(es) de las siguientes ventajas percibió al implementar recursos educativos digitales y/o ambientes virtuales de aprendizaje – AVA en el curso de Matemáticas Especiales? (Puede seleccionar varias)
- Respaldo en caso de no poder asistir de manera presencial a la sesión de clase
 - Ritmo personalizado en el desarrollo de actividades
 - Acceso fácil a contenidos desarrollados previamente en el curso (para repasar algún tema que se requería nuevamente)
 - Visualizar conceptos con mayor facilidad
 - Desarrollo de habilidades en el uso de herramientas ofimáticas
 - Otra



11. ¿Qué desventajas percibió al implementar recursos educativos digitales y/o ambientes virtuales de aprendizaje – AVA en el curso de Matemáticas Especiales?
12. Observaciones adicionales sobre su experiencia del uso de TIC en el curso de Matemáticas Especiales.

Resultados y análisis

Inventario de las herramientas o estrategias desarrolladas e implementadas por los docentes

A continuación, se describen los principales recursos apoyados en las TIC que fueron desarrollados o implementados como estrategia metodológica dentro del curso. Es importante resaltar que, con el objetivo de abordar el mayor número de experiencias pedagógicas en el proceso, los dos docentes encargados de los cursos no utilizaron exactamente las mismas herramientas o recursos al momento de abordar los diferentes temas; por el contrario, su uso o implementación fue discrecional y acorde a las particularidades u observaciones (diagnóstico) que cada docente tuvo con sus respectivos cursos al inicio de estos.

11

Diseño y habilitación de material y recursos en la plataforma Ude@ Educación virtual (ambiente Moodle)

El material se diseñó con la intención de sustituir entre 2 y 3 horas/semana presenciales (de 5 horas/semana que incluye el curso regular) por encuentros virtuales (sincrónicos o asincrónicos), con la idea de restringir estos espacios al despeje de dudas, resolución de ejercicios y realización de talleres prácticos alrededor de cada uno de los temas del curso; de manera que se migrara de la parte teórica de los temas (que tradicionalmente se presenta en forma magistral en las clases presenciales) al autoaprendizaje de los estudiantes, mediante las lecturas y recursos dispuestos en la plataforma virtual.

Para cada uno de los 8 módulos o unidades del curso, el material y recursos disponibles en la plataforma incluye lo siguiente:

- Descripción de los objetivos de aprendizaje y la metodología para cada tema.

- Lecturas recomendadas (en su mayoría elaboradas por los docentes del curso) con información, teoría y generalidades para cada clase y cada tema específico.
- Material bibliográfico complementario o sitios web recomendados en los que los estudiantes pueden profundizar los diferentes temas.
- Video tutoriales (desarrollados por los docentes) con explicaciones y paso a paso para la implementación práctica o la aplicación en contexto de los diferentes temas abordados en el curso.
- Talleres de práctica con ejercicios de aplicación propuestos para cada tema.
- Taller virtual a través de la plataforma (evaluación) para cada módulo o unidad.
- Cuestionario de autoevaluación para los estudiantes sobre la cantidad, calidad y pertinencia de los recursos usados en cada unidad, a propósito de los objetivos de aprendizaje propuestos.

Sesiones de clase específicas y asesorías grabadas en la plataforma Zoom, disponibles para la consulta de los estudiantes

12

Esta estrategia, implementada durante los semestres académicos 2018-2 y 2019-1 (antes de la pandemia), permitió a los estudiantes acceder a los contenidos de las clases presenciales de manera asincrónica, y usar los registros como material bibliográfico y de consulta para realizar sus asignaciones. Para su implementación se grabaron algunos ejemplos y ejercicios de aplicación presentados por el docente en el transcurso de la clase; posteriormente se compartió el enlace respectivo con los estudiantes. Resultó ser un recurso ampliamente valorado por los estudiantes que por diversas razones no pudieran asistir a las sesiones de clase presenciales.

Videotutoriales en los que se explican diferentes temas (desarrollados por los docentes), disponibles en la plataforma Ude@ y en canales de YouTube

Hasta la fecha, se dispone de más de 25 videos explicativos con ejemplos y tutoriales paso a paso para su uso como material bibliográfico y de referencia por parte de los estudiantes. Inicialmente, los videos se restringían a la plataforma virtual de aprendizaje, pero los estudiantes manifestaron su interés en poder acceder a estos (como material de consulta) después de finalizado el curso, por lo que se decidió publicar los videos también a través

de canales de YouTube y mantener su disponibilidad para estudiantes activos o no activos en los cursos. De acuerdo con el “contador de visitas” implementado en los videos, desde que se publicaron en canales abiertos los más “populares” (hasta el 7 de noviembre de 2019) fueron:

- Solución ecuación no lineal: visualización gráfica del método de falsa posición (regla falsa) [<https://youtu.be/kZt4HYKqyCc>]. 3,143 vistas. Fecha publicación: 6 de noviembre de 2018.
- Solución numérica de ecuación diferencial mediante diferencias finitas - Excel - Ejemplo [1]. [<https://youtu.be/rVoEvJnwFWk>]. 2,037 vistas. Fecha publicación: 17 de octubre de 2018.
- Solución numérica de ecuación diferencial mediante diferencias finitas - Excel Ejemplo [2]. [<https://youtu.be/XvF6FO6g-PQ>]. 2,867 vistas. Fecha publicación: 19 de octubre de 2018.
- Regresión no lineal mediante mínimos cuadrados: Ejemplo con uso de Solver en Excel [<https://youtu.be/wxdNldGXOBg>]. 1,436 vistas. Fecha publicación: 4 de octubre de 2018.
- Solución Ecuación no lineal: Visualización gráfica del método de falsa posición modificada [<https://youtu.be/dopGgibzIKE>]. 1,228 vistas. Fecha publicación: 7 de noviembre de 2018.

Evaluaciones virtuales (sincrónicas o asincrónicas, individuales o grupales)

A través de diversos tipos de evaluación virtual (que incluyen quices, talleres, consultas, exposiciones y participación en clase, entre otras) se estimula la participación de los estudiantes a través de las TIC, se favorece el seguimiento y evaluación permanente al desempeño del estudiante, y se evidencia el logro de los objetivos propuestos para cada tema o módulo del curso, a la vez que permite “liberar” al estudiante de la presión que usualmente manifiesta frente a las evaluaciones o exámenes parciales presenciales y sobre contenidos acumulativos.

Sustitución de clases teóricas (aula de clase tradicional) por talleres aplicados en salas de cómputo

El objetivo de esta estrategia es facilitar las experiencias de aprendizaje significativo a través del uso de herramientas computacionales, *software* y simuladores para resolver en contexto problemas numéricos asociados a la práctica de la ingeniería.

Uso permanente y recurrente de herramientas computacionales para la implementación y aplicación de métodos numéricos en la solución de problemas de ingeniería

Se destaca el uso de *software* como Excel y Matlab, ambos popularmente masificados, de gran alcance y aplicación y con licencia activa en la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia.

Uso de software desarrollado por los docentes y registrado por la Universidad de Antioquia

Productos desarrollados por los docentes y de marca registrada como RegConSolver® y HomotoSolver® facilitan la resolución de problemas o aplicaciones específicas en la práctica de la ingeniería en el ambiente de Microsoft Excel; además, permite incentivar a los estudiantes a desarrollar y crear sus propias herramientas de cálculo o simuladores mediante el uso racional de los aprendizajes que se logran en el curso.

Análisis del registro histórico de las evaluaciones que realizan los estudiantes sobre el curso a través del sistema de matrícula MARES

14



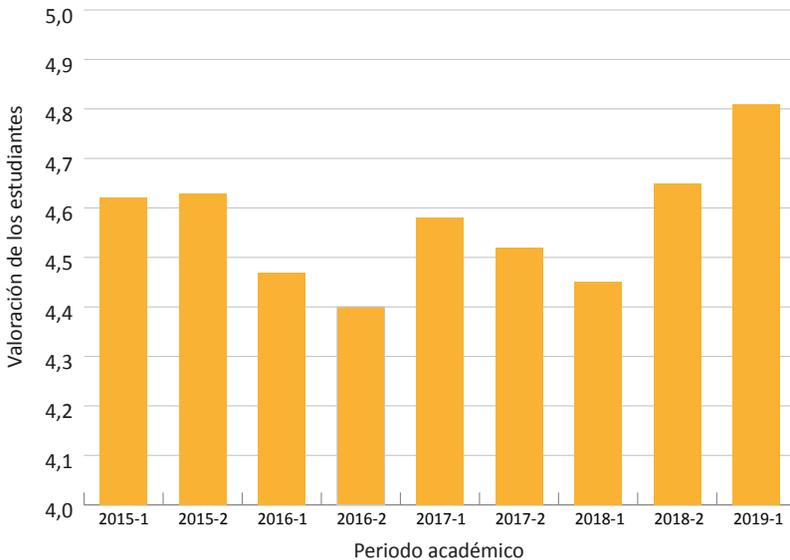
En la figura 1 se muestra, para cada periodo académico (desde el 2015-1), el ponderado de las calificaciones asignadas por los estudiantes al curso en los diferentes grupos, independiente del docente.

Si bien el análisis de la figura 1 puede resultar en cierta medida subjetivo, ya que el instrumento de evaluación (encuesta o cuestionario a través del sistema de matrícula y registro) no recoge el efecto de múltiples variables que pueden afectar la evaluación de los estudiantes frente al curso, como lo son, por ejemplo, el desarrollo normal o anormal del semestre (suspensión de clases por paros, asambleas o jornadas de protesta), el horario de las clases, la cantidad de estudiantes, etc., ni tampoco da cuenta de manera explícita de la percepción de los estudiantes sobre las estrategias de enseñanza-aprendizaje o los recursos pedagógicos usados en las clases, se destaca que, durante los periodos académicos entre el 2015-1 y el 2018-1, la evaluación de los estudiantes al curso fluctuó aproximadamente entre 4,40 y 4,60; mientras que para los semestres académicos 2018-2 y 2019-1 (ventana de este estudio en el que se aplicaron las estrategias apoyadas en las TIC), la calificación asignada por los estudiantes fue sutilmente superior

(entre 4,60 y 4,80), lo que podría interpretarse como una mayor afinidad o un mayor *gusto* de los estudiantes por el curso.

Además, considerando que todos los cursos realizados durante los periodos comprendidos en la figura 1 estuvieron a cargo de los mismos dos docentes, y que el contenido de los temas abordados no tuvo cambios significativos, podría pensarse que la mejora que se observa en las calificaciones asignadas al curso para los semestres académicos 2018-2 y 2019-1 podrían estar relacionados con los cambios o innovaciones en las estrategias pedagógicas implementadas (uso de las TIC).

Figura 1. Calificación asignada al curso por los estudiantes a través del sistema de matrícula y registro de la Universidad



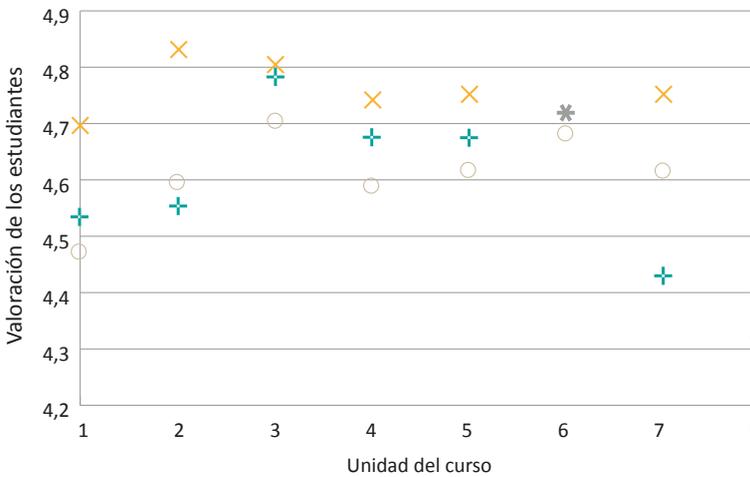
Fuente: elaboración propia.

Respuestas enviadas por los estudiantes a través de la plataforma Ude@ Educación virtual mediante el recurso de autoevaluación

Para analizar las respuestas frente a la autoevaluación de los estudiantes, la calificación valorativa de las primeras tres preguntas en cuanto a la percepción del logro de los objetivos, la pertinencia de la dinámica de la clase y la calidad y cantidad de recursos e información para el logro de los objetivos se correlacionó con una escala cuantitativa de la siguiente manera:

Muy alto	=	5,0
Alto	=	4,0
Medio	=	3,0
Bajo	=	2,0
Muy bajo	=	1,0

Figura 2. Valoración de los estudiantes frente a los recursos disponibles en la plataforma Ude@. Percepción del logro de los objetivos (o); pertinencia de la dinámica de la clase (+); calidad y cantidad de recursos e información (x)



Fuente: elaboración propia.

El tratamiento de los datos consistió en promediar y ponderar para cada módulo o unidad la calificación resultante de la valoración de los estudiantes durante los dos semestres o periodos académicos en los que se aplicó el recurso. La información se sintetiza en la figura 2, en la que se observa que la valoración de los estudiantes es bastante positiva, con una media superior a 4,6 (en una escala de 1 a 5) para las primeras 7 unidades o módulos. Para la unidad 8, aunque la valoración continúa siendo muy positiva, es inferior. Una posible causa pueden ser los diversos factores externos que eventualmente pueden incidir en la apreciación de los estudiantes, ya que por tratarse de la última unidad, podría coincidir con fenómenos como cansancio o agotamiento acumulado durante el semestre, menor presión o interés por tener

eventualmente asegurada una nota aprobatoria en el curso, mayor presión por asignaciones finales en otros cursos, etc.; o de manera más puntual algunos paros y ceses de actividades relativamente prolongados que se presentaron precisamente para finales del semestre académico 2018-2. A pesar de ello, las respuestas de los estudiantes resultaron enfáticas en mostrar que se lograron los objetivos de aprendizaje del curso, la dinámica de las clases les pareció pertinente y consideraron además que la cantidad y calidad de recursos e información fue suficiente y adecuada.

En cuanto a las preguntas 4 y 5 del instrumento, la cantidad y variedad de respuestas dificultó incluirlas en el presente artículo. Vale la pena resaltar que las respuestas a la pregunta 4 son reiterativas en cuanto a la expresión de los estudiantes sobre el logro de los objetivos propuestos para cada unidad. Mientras que, para la pregunta 5, la totalidad de las respuestas fueron bastante positivas en cuanto a la percepción de los estudiantes sobre los recursos utilizados. Algunas de las respuestas que dan cuenta de la satisfacción de los estudiantes, a propósito del material disponible en la plataforma y la dinámica de las clases, incluyen textualmente lo siguiente:

“Me parece muy completa la información y el material de apoyo es muy adecuada y de muy buena calidad”.

“No tengo ninguna recomendación, todo me pareció bien planteado y fácil de entender con las lecturas”.

“Me parece que la unidad quedó muy bien diseñada para su entendimiento, todas las herramientas me ayudaron a entender los conceptos y además reforzarlos en la clase práctica”.

“En general el material de la plataforma está muy completo y de fácil entendimiento y la unidad se desarrolla de manera muy didáctica”.

“Hasta el momento no tengo ninguna recomendación, me parece que el curso surge de manera excelente con su metodología, puesto que siento que he logrado aprender mucho y he logrado cumplir con los objetivos de estudio de esta unidad”.

“Me parece completa la unidad, la estrategia que seamos los estudiantes los que realicemos a nuestro ritmo los talleres me parece una de las mejores opciones de enseñanza, ya que podemos de esta forma encontrar un ambiente adecuado de estudio, un tiempo óptimo y de esta forma se interiorizan más los temas, que son tan importantes y que aplicaré en el transcurso de mi vida profesional y académica”.

“Todo muy bien, muy entendibles los documentos del profesor y los videos”.

“Ninguna. Me pareció que las actividades están muy bien planteadas y el material de apoyo suficiente para lograr entender”.

“La verdad el contenido del material para la unidad me pareció muy completo y fue de gran ayuda a la hora de resolver el taller, hasta el momento no tengo recomendaciones ya que me siento muy satisfecha con el curso y su metodología”.

“No tengo ninguna recomendación que realizar puesto que me parece muy adecuada la manera en que se planteó el desarrollo de la unidad: Las lecturas disponibles me permiten llegar con conocimientos previos de lo que se va a trabajar en la clase e ir aclarando dudas; el material de apoyo me ayuda a ampliar mis conocimientos; la dedicación y actitud del profesor en la resolución de cada uno de los ejercicios es excelente de manera que me siento muy confiada al preguntar cualquier duda que tenga, pues el profesor siempre está en buena disposición de ayudar”.

“La metodología implementada y el material que se propone en la plataforma es muy completo, por lo cual creo que no tiene mucho que mejorar porque es excelente”.

“Excelente los materiales de información suministrados, el manejo del tema también muy bueno. En todos los aspectos me pareció una muy buena unidad”.

“Para esta unidad me pareció muy buena la dinámica que se realizó en clase ya que se realizaron distintos ejercicios por los distintos métodos, el material cargado a la plataforma también fue muy completo tanto el escrito como el audiovisual, y los talleres que evaluar complementaron este aprendizaje”.

18

Instrumento de evaluación para conocer la opinión de los estudiantes

De los 172 estudiantes a los que se les envió el formulario vía correo electrónico, 67 dieron respuesta, para una muestra del 39 % del total de la población. Para las 67 respuestas, cerca del 52 % vieron el curso con uno de los docentes y el 48 % restante con el otro. En cuanto a la calificación definitiva lograda en el curso, el 7,5 % (5 estudiantes) tuvo una nota final entre 3,0 y 3,5; el 10,4 % (7) obtuvo una calificación final entre 3,6 y 3,9; el 26,9 % (18) tuvo su nota final o definitiva entre 4,0 y 4,5, y el 55,2 % (37) recibió una nota final entre 4,5 y 4,9. Es decir, más del 80 % de los estudiantes que respondieron la encuesta obtuvo una nota definitiva alta o sobresaliente en el curso, lo que en cierta medida podría parcializar las respuestas del cuestionario hacia opiniones positivas y limitar la identificación de oportunidades

de mejora sobre las estrategias implementadas; aunque, por otro lado, es de esperar que el logro de los objetivos o propósitos de aprendizaje del curso a través de adecuadas estrategias de enseñanza-aprendizaje se refleje en los rendimientos o desempeños sobresalientes por parte de los estudiantes.

Para el siguiente bloque de preguntas se tuvo que el 4,5 % de las respuestas (3) indicó no haber identificado en el curso actividades o innovaciones didácticas apoyadas en las TIC, mientras que el 95,5 % (64) sí las identificó. A pesar de las 64 respuestas positivas, en la pregunta en la que se pedía mencionarlas (tantas como se deseara) solo se obtuvieron 50 respuestas, es decir, 14 estudiantes manifestaron percibir innovaciones didácticas apoyadas en las TIC, pero no mencionaron ningún ejemplo. Entre las respuestas que incluían ejemplos de las TIC percibidas en el curso, se resalta la siguiente lista, ordenada de mayor a menor en cuanto al número de veces que fueron mencionadas por los estudiantes en el cuestionario:

“Uso de la plataforma virtual”; “uso de software como Excel y Matlab”; “video-tutoriales desarrollados por los docentes y disponibles en YouTube”; “el uso de plataformas como zoom y uso del celular”; “material descriptivo e instruccional disponible en la plataforma”; “talleres virtuales”; “video-asesorías”; “transmisión de las clases en vivo en las cuales se podía ingresar desde un lugar diferente a la universidad (de forma virtual) en caso de no poder estar presencial”; “disponibilidad de clases grabadas”; “actividades de práctica a través de la plataforma”; “complementos y desarrollo de software personalizado (RegConSolver para solución de ecuaciones)”; “quices y encuestas a través de la plataforma”; “encuestas y herramientas propias de Google drive para enviar y bajar información”; “actividades complementarias”, “documentos con teoría y videos en la plataforma”.

Puede ser importante aclarar que algunas herramientas como “uso del celular”, “talleres virtuales”, “video asesorías”, y “disponibilidad de clases grabadas”, entre otras, son consideradas “innovadoras” dentro de la dinámica del curso por haber sido usadas o implementadas antes del semestre académico 2019-2 (es decir, antes del aislamiento preventivo obligatorio y para un curso presencial).

Según las respuestas de los estudiantes, para el 12,5 % (8 respuestas) el uso específico de los recursos, contenidos y estrategias contribuyó en

mediano grado al logro de los objetivos del curso, mientras que para el 87,5 % (56 respuestas) lo hizo en alto grado.

Frente a la pregunta sobre cuál o cuáles recursos o estrategias consideraron importantes, nuevamente se presentaron 50 respuestas: para 19 estudiantes fue el uso de software como Excel o Matlab; para 15 estudiantes los videos; para 15 estudiantes el uso de Zoom (en línea para clases o asesorías y grabaciones); para 14 estudiantes la plataforma Ude@ (incluyendo lecturas, presentaciones, ejercicios, y demás); para 5 estudiantes “todos” los recursos; y para 1 estudiante el uso de Google drive o classroom. Entre esas respuestas se destacó de manera repetida las ventajas de contar con las clases grabadas para repasar, volver a los temas, corregir, consultar, etc.

El 82,8 % de los estudiantes que respondieron la encuesta (53), consideró que no hubiese percibido el mismo nivel de aprendizaje en el curso si no se hubiesen incorporado elementos relacionados con las TIC; el 17,2 % (11) consideró que lo hubiese percibido igual. Para esta respuesta es interesante observar que la cantidad de estudiantes que observa fundamental el uso de las TIC en el curso casi coincide con la cantidad de respuestas que identifican y valoran los recursos y estrategias. Independiente de ello, ante la pregunta si les gustaría que otros cursos implementaran estrategias similares la respuesta “sí” tuvo el 95,3 % de participación (61) y “no” solo el 4,7 % (3). Es decir, entre 10 y 12 estudiantes que dijeron no haber identificado o no valoraron las experiencias, igual les gustaría verlas reflejadas en otros cursos. Por otro lado, la respuesta “no” coincide con la cantidad de estudiantes que afirmaron no haber observado ninguna estrategia innovadora en el curso.

El 98,4 % de los encuestados (63 estudiantes) opina que el curso les fue útil para su desempeño en otros cursos del programa, y solo un estudiante (1,6 %) consideró que no. Algunos de los ejemplos incluidos por los estudiantes que respondieron afirmativamente son:

“Complicados procedimientos matemáticos de manera rápida y sencilla”; “solución de integrales en transferencia de masa, sistemas de ecuaciones en transferencia de calor”; “derivadas e integrales”; “complementos de Excel”; “en diseño”; “derivadas e integrales en termodinámica 2, ajustes polinomiales en termodinámica química, solucionar raíces en ecuaciones de estado cubicas”; “preparación para el uso de herramientas virtuales en casos como actual pandemia, mayor compromiso de autoaprendizaje”; “ecuaciones diferenciales en ingeniería de las

reacciones químicas”; “fenómenos, optimización en IQ”; “modelamiento de datos mediante ajustes en cálculos de dtr en ingeniería de las reacciones”; “mecánica de fluidos”; “termoquímica”; “sistemas de ecuaciones en balances de materia y energía”; “entender los algoritmos de un método numérico ayuda a entender luego procesos de cálculo como estimación de punto de rocío y puntos de burbuja en mezclas”; “invaluable para semestre como 2019-2 (todo virtual)”; “casi todos los cursos de carrera”; “el uso de Excel y Matlab”; “diseño intercambiadores”; “fue fundamental para la solución de proyecto final de TQ y lo uso mucho en calor y masa”; “después de tener básico en Matlab fue más sencillo aprender otros lenguajes como Python”; “sistemas matriciales”; “cálculo de áreas”; “optimización de procesos”.

La variedad de respuestas capturadas en esta pregunta del instrumento permite evidenciar nuevamente que, con el curso Matemáticas Especiales en su versión actual, los estudiantes logran los objetivos de aprendizaje propuestos.

Ante la pregunta sobre las ventajas percibidas por el uso de ambientes virtuales de aprendizaje, las respuestas favorecieron el acceso a contenidos desarrollados (56 respuestas), la posibilidad de contar con material de consulta específico en caso de no poder asistir a las clases (49 respuestas), mayor facilidad para visualizar conceptos (46 respuestas), desarrollo de habilidades específicas (44 respuestas) y ritmo personalizado en el desarrollo del curso (42 respuestas).

Por su parte, ante las desventajas resaltaron las técnicas por falla o disposición de las herramientas (8 respuestas), la disminución en la presencialidad (5 respuestas), la necesidad de mayor tiempo para el estudio (3 respuestas), la disminución de asesorías (2 respuestas) y la falta de disciplina (1 respuesta). Por último, entre las observaciones adicionales sobre la experiencia frente al uso de las TIC en el curso, las respuestas incluyeron comentario como:

“Muy grata, muy interesante, buena, bien implementados”; “falta preparación para este tipo de modelo de aprendizaje”; “más programas, como Polymath o Python”; “preparó para este semestre”; “ampliar temas como optimización”; “la información condensada en un solo lugar evita perdía de tiempo buscando en la red o encontrando más de lo que se necesita”; “más recursos para la virtualidad”; “intentar hacer más ejercicio guiados durante las sesiones virtuales”; “las

habilidades me han ayudado bastante en cursos posteriores”; “ahondar en la necesidad de los ingenieros de adaptarnos a las nuevas herramientas que presenta la tecnología”; “el acompañamiento de los docentes”; “la modalidad del curso y la dinámica fue muy interesante, se demostró que cambiar una palabra parcial por trabajo en clase disminuye el estrés y miedo de los estudiantes y genera mejores resultados académicos y se aprende con amor y ganas, no solo por compromiso de ganar y pasar la materia”.

De acuerdo con lo anterior, se evidenció que para la mayoría de los estudiantes (al igual que la percepción previa de los docentes) el uso de las TIC en el curso resultó positivo, pues favoreció el logro o cumplimiento de los propósitos de aprendizaje, además de representar herramientas alternativas o recursos pedagógicos variados para facilitar la asimilación de los conceptos y el aprendizaje significativo mediante la solución de ejercicios prácticos a través de herramientas computacionales en un ambiente virtual de aprendizaje.

Conclusiones

Los instrumentos de evaluación utilizados para la sistematización permiten inferir que la implementación de las TIC en el curso Matemáticas Especiales (en su modalidad presencial) facilitó una interacción diferente con los estudiantes, permitiendo hacerlos más conscientes y participes de su proceso de formación. También, de acuerdo con el análisis de la información recolectada, se evidenció que respecto a las experiencias didácticas innovadoras apoyadas en las TIC que fueron desarrolladas o implementadas en el curso, los estudiantes prefieren y valoran aquellos recursos que pueden utilizarse de manera asincrónica y como material de referencia como los videotutoriales y las clases grabadas, por ejemplo. Las clases tradicionales (presenciales) usualmente carecen de estos recursos, que constituyen herramientas importantes para facilitar y evidenciar el logro de los propósitos de aprendizaje.

También, la combinación de estrategias de enseñanza-aprendizaje presenciales y el uso de las TIC en ambientes virtuales de aprendizaje utilizados en el curso Matemáticas Especiales puede eventualmente utilizarse como modelo para la realización de experiencias similares en otros cursos. Adicionalmente, puede contemplarse la posibilidad de replicar la experiencia en otros cursos de programas académicos ofertados en las subse-

regionales de la universidad, en las que la virtualidad puede considerarse una oportunidad para superar obstáculos de distancia, cobertura y movilidad, entre otros.

Según los resultados de esta sistematización, al momento de proponer o desarrollar las TIC en ambientes virtuales de aprendizaje es conveniente priorizar recursos y esfuerzos en el desarrollo de material que pueda accederse de manera sincrónica y asincrónica por los estudiantes, y que además pueda ser utilizado como material de consulta y referencia.

Referencias

- Arbulú Pérez, C. y Monteza Arbulú, M. (2013). Nuevos problemas del aprendizaje en la era digital. Competencias digitales y nuevas formas de aprender. *Actualidades Pedagógicas*, (61), 191-203.
- Barbosa-Chacón, J., Barbosa J. y Villamizar J. (2017). Aspectos metodológicos de la Sistematización de Experiencias Educativas (SE): Aportes desde la formación universitaria. *Revista Espacios*, 38(35).
- Barnechea, M. y Morgan, M. (2010). La sistematización de experiencias: producción de conocimientos desde y para la práctica. *Revista Tendencias & Retos*, (15), 97-107.
- CDIO. (s.f). *Home*. <http://www.cdio.org>
- Crawley, E., Malmqvist, J., Lucas, W. y Brodeur, D. (20-23 de junio de 2001). *The CDIO syllabus. A statement of goal for undergraduate engineering education*. 7th International CDIO Conference, Universidad Técnica de Dinamarca, Copenhague.
- Delgado Cepeda, F. (2017). Small private online research: A proposal for a numerical methods course based on technology use and blended learning. *International Association for Development of the Information Society*. <https://bit.ly/3uUR2u0>.
- Ghiso, A. (2008). La sistematización en contextos formativos universitarios. *Revista Internacional Magisterio*, (33).
- Lopera Cadavid, M. y Restrepo González, G. (2015). CDIO: una gran estrategia de formación en ingeniería. *Ingeniería y Sociedad*, 1(9), 33-39.
- Montgomery, D. y Runger, G. (2014). *Applied statistics and probability for engineers*. Wiley.
- Owens, C., Kaw, A. y Hess, M. (2012). Assessing online resources for an engineering course in numerical methods. *Computer Applications in Engineering Education*, 20(3), <https://doi.org/10.1002/cae.20410>.

- Pérez, T. (2016). *Guía didáctica para la sistematización de experiencias en contextos universitarios*. Ediciones del Vicerrectorado Académico, Universidad Nacional Abierta.
- Quiroga Sichacá, L. E. (2011). Posibilidades y limitaciones de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para la docencia. *Actualidades Pedagógicas*, (58), 65-79.
- Sorensen, E. (2013). Implementation and student perceptions of e-assessment in a Chemical Engineering module. *European Journal of Engineering Education*, 38(2). <https://doi.org/10.1080/03043797.2012.760533>.
- de Souza, J. (2008). Sistematización: un instrumento pedagógico en los proyectos de desarrollo sustentable. *Revista Internacional Magisterio*, (23).
- Universidad de Antioquia (UdeA). (2018). *Plan de acción institucional 2028-2021*. <https://bit.ly/3H2lsx2>.
- Verger, A. (2007). *Sistematización de experiencias en América Latina. Una propuesta para el análisis y la recreación de la acción colectiva desde los movimientos sociales*. <https://bit.ly/3BFqVZD>.