



Recurso didáctico interactivo como apoyo al aprendizaje en el curso de Precálculo

Ismael Hernández Hernández
Sede del Atlántico, Universidad de Costa Rica
Costa Rica
ismael.hernandez@ucr.ac.cr

Resumen

La educación a nivel mundial está siendo impactada por la era digital, con el avance de las tecnologías, es común el uso de recursos educativos con interactividad. El objetivo de la experiencia educativa fue diseñar un recurso digital interactivo para la enseñanza y aprendizaje de la función polinomial en el curso de precálculo, creado mediante una plantilla de la Red Educativa Descartes, que corresponde a recursos libres y gratuitos con Licencia Creative Commons. El enfoque es cualitativo, y la selección de los participantes se realizó de manera conveniente, se consultó a personas estudiantes del curso de precálculo acerca de un recurso interactivo para aprender Matemáticas y su pertinencia, así como a siete profesores de Matemáticas con experiencia en el curso de precálculo. La conclusión fue objeto de una valoración positiva por parte del personal docente consultado, lo que refuerza su pertinencia y claridad.

Palabras clave: Costa Rica; aprendizaje; educación; innovación educacional; Matemáticas; tecnología educacional.

Introducción y relevancia del problema

El uso de herramientas digitales es más frecuente entre las personas estudiantes para mejorar su proceso de aprendizaje. Como lo argumentan Santos y Camacho (2018):

Un estudiante con el uso de tecnologías digitales consulta fuentes o recursos en línea para informarse y participar o contribuir en las discusiones de temas variados que se generan a través de las redes sociales. También es común que en sus tareas académicas revise materiales en línea, interactúe con sus pares y comparta ideas sobre cómo resolver un problema o comprender algún concepto matemático. (p. 22)

En la Educación Matemática costarricense, a raíz de pandemia del COVID-19, las personas estudiantes no complementaron todos los contenidos en primaria y en secundaria. Como lo señala el Octavo Informe Estado de la Educación (2021):

Los principales hallazgos del Octavo Informe Estado de la Educación 2021 revelan que la pandemia del covid-19 afectó fuertemente áreas esenciales, como las Matemáticas, lo cual ha provocado importantes rezagos acumulados en el aprendizaje del estudiantado de primaria y secundaria. Para el 2020, en promedio se redujo cerca del 50% de los contenidos estipulados en el programa de estudios. (p. 9)

Por otro lado, en la Universidad de Costa Rica, el curso de precálculo tiene como objetivo solventar las deficiencias que presentan los estudiantes de primer ingreso a la institución, debido a que la promoción de aprobación del Diagnóstico de Matemática (DiMa) es de apenas un 6% de una cantidad de 3678 estudiantes admitidos en el 2019. Como lo indica la nota de la (UCR, 2 de abril 2019) aludiendo que más del 94 % del estudiantado que realiza el Examen de Diagnóstico de Matemática (DIMA) reprueba. De esta manera, se ha definido el contexto del problema para visualizar la importancia de recursos interactivos, para ayudar al estudiantado a cumplir con sus metas académicas.

Referencial Teórico

Este recurso elaborado se enmarca desde la posición teórica del Constructivismo, mediante el enfoque pedagógico del aprendizaje activo, donde cada persona logra ser parte de la construcción de su propio conocimiento y puede acceder al conocimiento en cualquier lugar. Como lo argumentan Restrepo y Waks (2018):

El aprendizaje activo se encuadra dentro de las metodologías de aprendizaje constructivista y consiste en utilizar técnicas de instrucción que involucren a l@s estudiantes en el proceso de su propio aprendizaje a través de actividades como escribir, leer, hablar, discutir, investigar, manipular materiales, realizar observaciones, recopilar y analizar datos, sintetizar o evaluar elementos relacionados con el contenido tratado en el aula, entre otros aspectos. (p. 4)

Lo anterior, se refleja en el recurso elaborado, pues permite al estudiante avanzar a su propio ritmo y además, de realizar actividades que le permiten, saber si está comprendiendo de la mejor manera, los temas a medida a que avanza en su estudio. Por esa razón, si la persona se compromete en su proceso de aprendizaje, podría optimizarse el tiempo en las aulas para que la persona docente, pueda profundizar más en los contenidos, con lo anterior, también el recurso fomenta la modalidad de aprendizaje invertido, como señalan Bergmann y Sams (2013): “El aprendizaje invertido no se trata de cómo usar los videos de las clases, sino de cómo utilizar mejor el tiempo en el aula con los estudiantes” (p. 16). En la imagen 1, se muestra un video presente en el recurso elaborado, con evaluaciones en ciertos momentos.

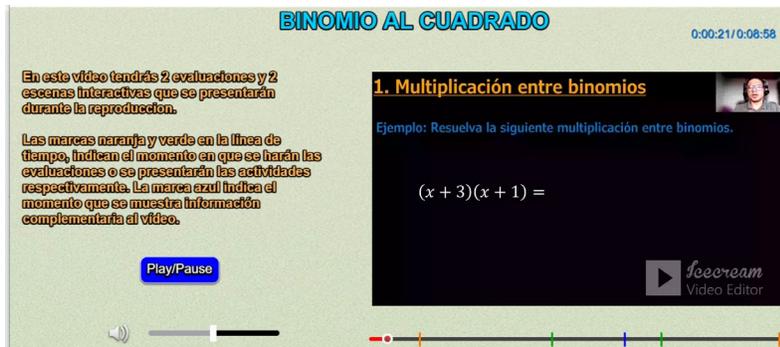


Imagen 1: Video interactivo con evaluación en ciertos lapsos. Plantilla DescartesJS.

Es importante aclarar que no se espera que el estudiante aprenda solo, y que así logre adquirir todo el conocimiento, sino debe ir orientado bajo el acompañamiento de la persona docente, como lo indica Hamdan et al (2013), “El Aprendizaje invertido no debe ser considerado como un remedio para resolver todos los problemas educativos, aunque tiene el potencial de crear un ambiente propicio para el aprendizaje activo, comprometido y centrado en el estudiante.” (p. 16)

Desde el pragmatismo, se trata de explicar que el conocimiento se da a través de las experiencias y las acciones prácticas, como lo afirman Diago y Páramo (2023) “El pragmatismo es una perspectiva teórica y metodológica amplia y flexible con una extendida capacidad integradora y crítica, cuya fortaleza radica en su perspectiva práctica de la construcción del saber (...)” (p. 10).

El recurso digital elaborado, está relacionado al concepto de los libros digitales interactivos, para comprender mejor este término, se cita Carmona et al (2015) el cual señala “El término de interactivo provee al libro digital de ciertas características técnicas y funcionales, con múltiples formas como los contenidos multimediales, juegos, actividades para solucionar, hacer anotaciones, resaltar, extraer, ejecutar simulaciones, acceder a páginas web recomendadas(...)” (p.46)

En la siguiente imagen 2, se muestra el uso de interactividad en el recurso elaborado, para el análisis de la función cuadrática.

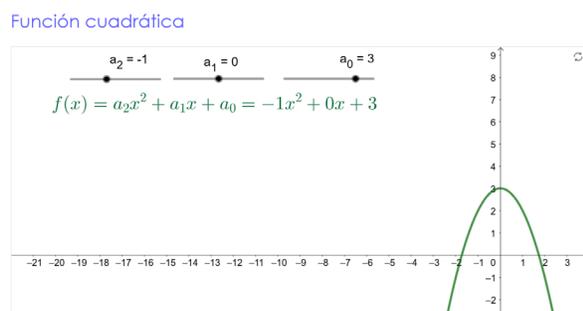


Imagen 2: Recurso interactivo de la función cuadrática

Por otro lado, se busca hacer un recorrido por algunas investigaciones sobre el uso de libros digitales interactivos para la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas, tanto a nivel nacional como internacional. En primer lugar, se presenta el trabajo realizado por Santos y Camacho (2018), docentes en la disciplina de Matemática Educativa en México, sobre la resolución de problemas matemáticos y el uso de tecnología digital en el diseño de libros interactivos. Por otro lado, la profesora Sánchez (2018), en Ecuador, desarrolló un cuaderno digital interactivo como herramienta didáctica para la enseñanza de Matemáticas en segundo año de Educación General Básica.

A nivel latinoamericano, existe la Red Educativa Digital Descartes (10 de marzo del 2021), cuyo objetivo es la creación de libros digitales interactivos para mejorar la comprensión de las Matemáticas y otras áreas del conocimiento. En esta plataforma se han publicado una gran variedad de recursos libres que mejoran la educación en diversas áreas, en particular, varios libros y escenas interactivas para la enseñanza de las Matemáticas. Por esa razón, esta fue la opción para crear el recurso, la persona investigadora recibió capacitaciones impartidas por la Red Educativa Descartes, en colaboración con el Instituto Universitario Pascual Bravo, con sede en Medellín, Colombia.

Por otro lado, el Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) ha desarrollado recursos de libros digitales interactivos utilizando la aplicación iBooks Author, disponible solo para el sistema operativo iOS. Estos libros están enfocados en contenidos multimedia visualizables en la aplicación iBooks (Castillo, 2018). También en esta misma institución, se ha realizado un trabajo por parte de Solís et al. (2022), que consiste en la creación de libros digitales interactivos para el aprendizaje de Matemáticas en modalidad a distancia, como una propuesta para sexto grado de primaria.

Metodología y resultados

Este trabajo se encuentra dentro del enfoque cualitativo, tiene como fin describir las distintas cualidades y características de un fenómeno sin ninguna precisión numérica (Hernández, et al. , 2010). La finalidad de la investigación es la elaboración de un recurso digital interactivo con la consulta a expertos en el área de la Matemática y estudiantes del curso de Precálculo, con relación al tema de función polinomial. Por esta razón, se ubicó dentro de una investigación acción, pues se realizó a través de las experiencias y evidencias del autor, como profesor del curso, como lo señala Colmenares et al. (2008):

Se debe tener en cuenta que la investigación acción no es lo que habitualmente hace un profesor cuando reflexiona sobre lo que acontece en su trabajo; como investigación, se trata de tareas sistemáticas basadas en la recolección y análisis de evidencias producto de la experiencia vivida por los actores o protagonistas educativos que participan en el proceso de reflexión y de cambio. (p.107)

Además, el trabajo se realizó bajo un lapso delimitado por el investigador para cumplir con su objetivo. El grupo de sujetos en estudio corresponde a estudiantes universitarios del curso de precálculo en la Sede del Atlántico, Universidad de Costa Rica, Turrialba, la razón por la que se escoge ese grupo es que la persona investigadora ha sido docente del curso, lo cual facilita el acceso de los datos y de la información. El instrumento para la recolección de datos, fueron, cuestionarios elaborados en Google Forms.

Este curso tiene una matrícula en promedio de 30 estudiantes en la Sede, con la apertura de 3 grupos cada ciclo del año, esto representa una población mínima de 90 estudiantes por año que cursan precálculo, para esta ocasión se tomó en cuenta una muestra de un grupo, que son entre 20 a 30 estudiantes, que eran las personas que se encontraban matriculados en el curso de Precálculo, que impartía la persona docente, investigadora del presente trabajo.

En la primera encuesta aplicada, tenía como fin recabar información en las personas estudiantes acerca de las dificultades para aprender Matemáticas y su opinión acerca de cómo la tecnología les puede favorecer para mejorar su proceso de aprendizaje.

¿Cómo cree usted que se pueda aplicar la tecnología para aprender matemáticas? *

Ejercicios que uno pueda realizar en el celular, que indique los errores y una opción de guía, eso sería genial así uno puede pasar durante la semana en dónde sea jugando a resolver la materia vista en clase sin tener que encender la compu ni sacar el cuaderno y esas complicaciones

Imagen 3: Respuesta obtenida de una persona estudiante.

Lo anterior, evidencia la necesidad de acceder al conocimiento en cualquier momento, lo que argumenta García (2017) acerca de la ubicuidad del aprendizaje mediante herramientas tecnológicas, “La ubicuidad de estos formatos de aprendizaje rompe la dependencia y sujeción a un lugar concreto para llevar a cabo una sesión de aprendizaje” (p.20). La encuesta se aplicó a los estudiantes del curso de precálculo en el año 2020, el documento fue enviado por medio de un correo a un grupo de 20 personas, pero solo un total de 14 dieron respuesta. La edad de la población encuestada se encuentra en un rango de los 17 a los 25 años. A continuación, se muestra una pregunta y la respuesta obtenida:

¿Cómo se imagina un libro digital en matemática que aborde los temas de precálculo? *

Uff, eso estaría súper bien: me lo imagino que traiga la explicación puntual y el problema me lo vaya resolviendo como symbolab, poniendo los pasos “oscuros” o sea los que uno por default ya debe saber hacerlos.

Imagen 4: Respuesta obtenida de una persona estudiante.

La respuesta obtenida muestra la necesidad de un recurso que guíe y corrija al estudiante conforme avanza en su aprendizaje, como lo señala Villareal (2012), acerca de la importancia de generar un ambiente donde la Matemática se considere “un laboratorio matemático donde un «ensayo y error educado» fuese permitido y la visualización fuese un aliado para la comprensión matemática.” (p.83). Las personas estudiantes son conscientes de la importancia de implementar nuevas estrategias didácticas apoyadas en recursos digitales, debido a la facilidad de acceso a estos materiales y a la posibilidad de fomentar una mayor participación en clase. Como se muestra en la siguiente respuesta.

¿Cuáles temas desearía que desarrollará un libro digital en matemáticas? *

Los temas relacionados a precalculo, tener estos temas dispobles en un libro para repasar puede ser de gran utilidad debido a que son esenciales para futuros cursos.

Imagen 4: Respuesta obtenida de una persona estudiante.

Esto permite al autor evidenciar la pertinencia y relevancia de los recursos digitales interactivos, donde la persona estudiante pueda estar repasando algunos conocimientos que son conscientes que aún les hace falta aprehender, como se reflejaba en el Dima del año 2019.

Por otro lado, la segunda encuesta, que tenía como fin, recopilar información acerca del uso de las tecnologías en las aulas de algunos docentes en Matemática, la misma se aplicó a cuatro profesores que han impartido el curso de Precálculo, tanto en modalidad presencial como virtual.

5. ¿Cuáles serían algunas características que usted considera, debe tener el libro para que sea útil en su labor?
 Mini videos explicativos, retroalimentación clara y concisa. Ejercicios interactivos en línea que le permitan ingresar cuantas veces lo desee. ,

Imagen 5: Respuesta obtenida de una persona docente del curso de precálculo.

En este cuestionario, se determina, una buena aceptación hacia la incorporación de nuevas metodologías que fomenten la participación del estudiantado, así como el uso de estrategias que faciliten una mejor comprensión de los contenidos en Precálculo.

Por último, el recurso digital elaborado fue compartido con siete docentes de Matemática que han impartido el curso de Precálculo, con el propósito de que revisaran algunas de las características del libro y, de este modo, cumplir con el proceso de aceptación del recurso, tercer objetivo propuesto, con expertos en el área.



Figura 1: Caracterización del libro interactivo analizado por siete expertos.

Como se observa en la figura 1, algunas de las preguntas realizadas indagaban si el recurso promueve la motivación y el interés por el aprendizaje de las Matemáticas, así como si contribuye a una mejor comprensión del tema de la función polinomial en el curso de precálculo, más de cinco personas respondieron afirmativamente a ambas cuestiones. Según el criterio de las personas encuestadas, se debe ahondar en la elaboración de más recursos interactivos, ejemplos y videos que logren profundizar los contenidos abordados, para que sean más apoyo para la persona estudiante en el momento de estudiar. Adicionalmente, las personas docentes brindaron recomendaciones sobre la necesidad de que los videos sean más cortos, que se complementen

con recursos interactivos, como el presentado en el estudio del binomio al cuadrado, y que se amplíen las explicaciones en dichos recursos.

Finalmente, con el recurso se cumple con lo que mencionaba Hamdan et al (2013), acerca de incentivar el aprendizaje invertido mediante estrategias que pongan a la persona estudiante como el actor principal para construir su conocimiento a través de la guía del recurso. Por último, se logró concluir con la elaboración de un recurso digital interactivo enfocado en el tema de Función Polinomial; sin embargo, se espera dar continuidad al proyecto con el fin de abarcar la totalidad de los contenidos del curso de Precálculo.

Conclusiones y reflexiones finales

A través del proyecto realizado, ha sido posible constatar que existe una necesidad de cambiar paradigmas y esquemas de cómo aprender y enseñar Matemáticas dentro del contexto educativo. La propuesta diseñada puede llegar a propiciar un aprendizaje significativo en el proceso de aprender Matemáticas de una forma atractiva e interesante para cada estudiante, aunque este proceso aún queda pendiente de validar, porque la aplicación del recurso aún no se ha logrado ejecutar, a dos grupos diferentes de precálculo.

Por esa razón, con el recurso validado, sería una herramienta que busca reforzar los conceptos fundamentales de secundaria que, por diversas razones, como las explicadas en este trabajo, no han sido completamente dominados por las personas estudiantes, lo cual dificulta su preparación en cursos básicos de Matemática en la universidad. Esta situación se ha demostrado especialmente en las últimas generaciones, como lo señalado en el Octavo Informe de la Educación (2021), que han enfrentado dificultades como huelgas, cambios en el currículo escolar, y la transición a la educación virtual, factores que han impactado negativamente en el desempeño académico.

Uno de los principales logros pedagógicos de este trabajo radica en el cambio de rol que experimentan tanto las personas estudiantes como cada docente. En el caso del estudiantado, se fomenta el desarrollo de habilidades autodidactas, lo cual les permite asumir una mayor responsabilidad en su proceso de aprendizaje, mediante un enfoque activo apoyado en la modalidad de aprendizaje invertido. Por su parte, el docente asume un rol de guía o tutor, respondiendo a dudas y preguntas que surjan durante el estudio autónomo. Sin lugar a duda, este enfoque promueve un mayor compromiso tanto por parte del docente como del estudiante, lo que resulta en clases más dinámicas, participativas y provechosas, en contraste con las tradicionales lecciones magistrales, donde el docente expone la teoría de forma continua, con poca intervención del estudiante.

Algunas de las limitaciones que se obtuvo al crear el recurso fue el tiempo requerido para capacitarse y desarrollarlo en código HTML. Esto provocó que únicamente se diseñara un recurso únicamente con un tema, con base en las respuestas obtenidas por expertos y estudiantes. En este sentido, la continuidad del proyecto consistiría en completarlo con los demás tipos de funciones vistos en el curso, luego realizar la investigación de validación y, posteriormente, publicar un libro en la Red Educativa Descartes, de forma libre y gratuita, y si es posible, utilizar herramientas de inteligencia Artificial que completen aún más el recurso.

Referencias y bibliografía

- Bergmann, J., Sams, A. (2013). Flip your students' learning. *Educational Leadership. Eric*, 70(6), 16–20.
- Carmona, M., Flores, M., Rodríguez, S., & Suárez, A. (2015). *Propuesta de innovación educativa para Quinto y Sexto Grado, en las Instituciones Educativas Chaparral y San Vicente Ferrer (San Vicente Ferrer, Antioquía)* [Tesis de maestría, Universidad Pontificia Bolivariana]. Repositorio Institucional UPB. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/2850>
- Castillo, K. (2018). Manual para la construcción de libros dinámicos e interactivos: ¿Qué es el iBooks Author?. Recuperado el 10 de marzo del 2021. <https://matesvirtuales.com/iobookmanual/>
- Colmenares, A. M., & Piñero, M. L. (2008). La investigación acción: Una herramienta metodológica heurística para la comprensión y transformación de realidades y prácticas socio-educativas. *Laurus*, 14(3), 96–114. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=76111892006>
- Diago, R., & Páramo, P. (2023). El pragmatismo en la investigación educativa: Perspectivas y aportes actuales. *Revista de Investigación Educativa*, 41(1), 1–15. <https://doi.org/10.6018/rie.567891>
- García Aretio, L. (2017). Educación a distancia y virtual: Calidad, disrupción, aprendizajes adaptativos y móviles. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), 9-25.
- Hamdan, N., McKnight, P., McKnight, K., & Arfstrom, K. M. (2013). A review of flipped learning. Flipped Learning Network. *PEARSON*. DOI [10.4236/ce](https://doi.org/10.4236/ce.2013.104236).
- Programa Estado de la Nación. (2021). Octavo Informe Estado de la Educación. <https://estadonacion.or.cr/informe-estado-educacion-2021>
- Restrepo, S., & Waks, J. (Agosto, 2018). Aprendizaje activo y metodologías constructivistas en la educación superior. *Editorial Universitaria*. <https://unae.edu.ec/wp-content/uploads/2019/11/cuaderno-2.pdf>
- Red Educativa Descartes. (10 marzo del 2021). Proyecto Descartes. <https://proyectodescartes.org/descartescms/>
- Santos Trigo, M., & Camacho Machín, M. (2018). La resolución de problemas matemáticos y el uso de tecnología digital en el diseño de libros interactivos. *Educatio Siglo XXI*, 36(3), 21–40. <https://doi.org/10.6018/j/349451>
- Santos, M., & Camacho, L. (2018). Tecnología digital y aprendizaje matemático: Un enfoque colaborativo. *Revista Latinoamericana de Educación Matemática*, 12(1), 20–25. <https://doi.org/10.12802/relime.2018.12.1.2>
- Solís Ortega, R., Suárez Valdés-Ayala, Z., Monge Madriz, C., & Sánchez Fernández, I. P. (2022). Libros digitales interactivos de matemática como apoyo al aprendizaje en una modalidad a distancia: Una propuesta para sexto grado de primaria. *Revista Ensayos Pedagógicos*, 17(1), 297–318. <https://doi.org/10.15359/rep.17-1.13>
- Villareal, M. (2012). Tecnologías y educación matemática: Necesidad de nuevos abordajes para la enseñanza. *CONICET*, 5, 73–94. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/vesc/article/view/3014>