

Microcápsulas matemáticas: una experiencia en las clases de matemáticas del Colegio Científico Costarricense, Puntarenas

Math microcapsules: an experience in the mathematics classes of the Colegio Científico Costarricense, Puntarenas

Edward Parra Salazar

Universidad de Costa Rica, Sede del Pacífico. Puntarenas, Costa Rica

edward.parra@ucr.ac.cr

<https://orcid.org/0000-0001-9950-9146>

Referencia/ reference:

Parra, E. (2022). Microcápsulas matemáticas: una experiencia en las clases de matemáticas del Colegio Científico Costarricense, Puntarenas. *Yulök Revista de Innovación Académica*, Vol.6 (1), 56-66. <https://doi.org/10.47633/yulk.v6i1.443>

Recibido: 23 de febrero del 2021

Aceptado: 20 de enero del 2022

Resumen

El artículo muestra la experiencia de la aplicación de un recurso de aprendizaje basado en microaprendizaje como alternativa para construir conocimientos matemáticos básicos de la población estudiantil que ingresa al Colegio Científico Costarricense de Puntarenas (Costa Rica). Se utilizó la investigación basada en el diseño (Design-Based Research). A su vez, se apostó por fomentar el aprendizaje informal como elemento de complementariedad en la clase de matemáticas. El recurso de aprendizaje (microcápsulas) alentó a la utilización de los dispositivos móviles para construir conocimientos sobre tópicos matemáticos. También la implementación que utiliza la investigación, basada en el diseño, potenció el rol activo del estudiante y generó nuevos campos para continuar experimentando con las microcápsulas en otras áreas del quehacer científico.

Palabras clave: microaprendizaje, investigación basada en el diseño, aprendizaje informal, microcápsulas matemáticas, recursos de aprendizaje.

Abstract

This article shows the experience of applying a learning resource based on microlearning as an alternative to build basic mathematical knowledge of students entering the Colegio Científico Costarricense of Puntarenas. In this paper, research based on design was used. At the same time, it was decided to promote informal learning as an element of complementarity in the mathematics class. The learning resource (microcapsules) encouraged the use of mobile devices to build knowledge about mathematical topics. Moreover, the use of design-based research enhanced the active role of the student and generated new fields to continue experimenting with microcapsules in other areas of scientific work.

Keywords: microlearning, design based-research, informal learning, math microcapsule, learning resources.

Introducción

El Séptimo Informe del Estado de la Educación (Programa Estado de la Nación, 2019) menciona que, en el 2017, Matemáticas fue la asignatura con menor grado de aprobación en las pruebas nacionales de bachillerato, con un 73% de aprobación. Otros hallazgos relevantes fueron que las actividades de resolución de problemas solo ocupan un 1,3 % del tiempo de clases, también que la mayoría de educadores no utiliza materiales de apoyo en sus lecciones. Además, que el uso de recursos tecnológicos para el aprendizaje, por parte de los estudiantes, es casi nulo y que la mayoría no participa de redes de estudio de matemáticas, pues prefieren trabajar individualmente.

Esta realidad que refleja en el Séptimo Informe del Estado de la Educación está presente en las aulas del Colegio Científico Costarricense, Sede de Puntarenas (CCC-Puntarenas). La población que ingresa cada año es variada; son estudiantes de colegios públicos y privados, de diversos estatus sociales y con diferentes conocimientos previos en las materias, pero tienen un común denominador: presentan deficiencias en matemáticas.

Un elemento clave en el nacimiento de esta experiencia es el análisis exploratorio que se realizó con los datos de admisión del CCC-Puntarenas, junto con una entrevista a estudiantes y docentes de la institución.

Se elaboró una entrevista a diez estudiantes de undécimo año, en setiembre del 2018 y, preguntándoles sobre las bases académicas que traían previo al ingreso al colegio, se dio una respuesta generalizada: malas bases, principalmente en Matemáticas y Ciencias.

También se entrevistó al personal docente de Matemática a profundidad, de Biología, Física y Química, sobre las bases de contenidos académicos que tiene el alumnado al ingresar al CCC-Puntarenas, donde se evidencian carencias que traen la población estudiantil en tópicos matemáticos básicos. Por ejemplo, en el manejo de estructuras algebraicas, en la notación decimal, en las operaciones aritméticas elementales, entre otros que son parte de los conocimientos previos para asumir los retos de las diversas asignaturas científicas.

El personal docente sostiene que el alumnado no maneja contenidos de los programas oficiales de I, II y III ciclo de Educación General Básica.

A partir de estas entrevistas, surge la preocupación por las bases matemáticas que presenta el estudiantado cuando ingresa a la institución y nace la intención de profundizar

en el tema. Para ello, se realiza un análisis exploratorio sobre los resultados del examen de admisión al colegio.

El examen consta de 80 preguntas. El módulo matemático cuenta con un total de 40 preguntas y los módulos científico natural y verbal con 20 preguntas, cada uno de ellos.

Se compararon los datos de admisión al CCC-Puntarenas de 2014 y 2017 con respecto a la nota de presentación (convertida a la escala 1-100), la nota final de admisión (con la cual ingresan a la institución, convertida a la escala 1-100), la nota del módulo matemático (convertida a la escala 1-100) y la nota del módulo científico naturalista (convertida a la escala 1-100), donde se obtuvieron los siguientes resultados:

- En el 2014, la franja de notas de presentación está entre 80 y 100; la nota de admisión, entre 78 y 54; el módulo científico naturalista, entre 40 y 100 (aunque la media esté entre 55-60). En el módulo matemático, las notas se sitúan entre 30 y 70. Por un lado, las notas de los colegios de procedencia (nota de presentación) tienen valores muy altos, en contraste con las notas de admisión; además, se puede notar que el módulo matemático está por debajo de las notas de admisión.
- Con respecto a los resultados de admisión del 2017, se observa que las notas de presentación sobrepasan a 80, pero las calificaciones de los módulos matemático y científico naturalista son inferiores a 63, con una nota mínima de 35 y 20, respectivamente. Nuevamente, las de los colegios de procedencia se sitúan por encima de las de admisión y, aunque las del módulo matemático no son las menores, si están por debajo de la nota de admisión.

Al llevar a cabo un análisis de la información exploratoria que brinda las entrevistas a estudiantes y profesores, junto con los datos de admisión y las particularidades que presenta la población que ingresa al CCC-Puntarenas, se evidencia la brecha existente entre la nota de admisión (también la nota de presentación) y la nota del módulo matemático. Es decir, existen carencias que trae el alumnado en tópicos matemáticos básicos.

Dada la problemática establecida, se plantea ¿cómo diseñar recursos de aprendizaje que permitan construir los conocimientos matemáticos básicos del estudiantado en el CCC- Puntarenas y que esta estrategia sea complementaria con el currículum del colegio?

Una estrategia de aprendizaje que satisface, inicialmente, el aprendizaje en ambientes no formales, fomenta el aprendizaje auto-regulado y constructivo; es el microaprendizaje (*microlearning*) que se refiere a formas de

aprendizaje a través de pequeñas unidades de contenido interconectadas y de actividades de corta duración que pueden ser visualizadas y realizadas en cualquier momento y lugar (Lindner, 2006).

Al unir estos elementos, la experiencia de microaprendizaje en el CCC-Puntarenas, tiene como objetivo general mejorar los conocimientos básicos de Matemáticas de las/los estudiantes del colegio a partir de una estrategia didáctica basada en el microaprendizaje. La hipótesis central es que el aprendizaje informal puede ayudar a mejorar el conocimiento de las bases matemáticas del alumnado, sin ser una sobrecarga adicional con las responsabilidades académicas.

Es importante mencionar que en el CCC-Puntarenas se imparte un curso de precálculo en décimo año, el cual se puede convalidar en las principales universidades públicas de Costa Rica, razón que permite mejorar los conocimientos matemáticos y científicos de la población que ingresa. En el colegio, solo se imparten lecciones a décimo y undécimo año (educación diversificada) de Costa Rica.

Antecedentes

Dada la propuesta, surge la necesidad de revisar qué recursos de aprendizaje (según Cacheiro (2011), pueden ser repositorios de recursos educativos, tutoriales interactivos, cuestionarios *online*, *ebook*, *podcast*, entre otros) se han realizado por medio del microaprendizaje.

En la actualidad, existen algunos sitios web o plataformas web que ofrecen espacios de aprendizaje cortos, precisos y específicos. Un ejemplo concreto es Academia Khan, la cual usa el modelo de aprendizaje adaptativo. Se basa en pequeños videos y prácticas *online* sobre diversas temáticas, desde matemáticas, ciencias, economía y finanzas, hasta computación.

Bazoli y Gomes (2017) realizaron un estudio sobre el uso de Khan Academy en una escuela municipal de enseñanza de Brasil, cuyo objetivo fue incentivar y promover el aprendizaje de las matemáticas. Entre los principales resultados que se obtuvieron, fue que las notas mejoraron con la utilización de la plataforma. También encontraron que la plataforma logró promover en el estudiantado un papel activo, y el rol docente fue el de agente provocador del desequilibrio cognitivo de la población estudiantil, como guía y centralizador del proceso de aprendizaje. Este estudio se realizó en un laboratorio donde el profesor guiaba el uso de los recursos de Khan Academy.

Ramírez y Vizcarra (2016) y Bonilla (2016) investigaron sobre el logro académico derivado de la ejecución de un curso de matemáticas elemental de Khan Academy.

Estos autores lograron observar un aumento significativo en el logro académico. El nivel de ayuda del curso de Khan Academy tuvo una media de 4,11 de 5 posibles. Los estudiantes describieron las experiencias de apoyo con palabras claves como: “se recuerdan conocimientos”, “los ejercicios refuerzan el estado del conocimiento”, “realmente mejoras”, “se aprenden cosas nuevas” y “se aprende practicando” (p. 290).

Una investigación donde se utilizan recursos de aprendizaje basados en las ideas del conectivismo es la de Ramírez-Ochoa (2016), que explora las posibilidades de los videos educativos de Youtube, pero menciona que no logra incidir en el proceso educacional, pues los estudiantes lo perciben como un recurso para música y ocio.

En esta misma línea, Cerda, Huete-Nahuel, Molina-Sandoval, Ruminot-Martel, Saiz (2017) asociaron el uso de los videos y el logro académico de estudiantes de primer año universitario de Pedagogía de las Matemáticas, donde media la capacidad de los aprendices de gestionar de manera independiente las acciones de aprendizaje. También, destacan que el autoaprendizaje con Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) está determinado por el nivel de habilidades computacionales del estudiante.

En el ámbito educativo, Cates, Barron y Ruddiman (2017) presentan una aplicación llamada MobiLearn Go que incorpora la idea de impulsar el aprendizaje al alentar a los usuarios a variar la ubicación de sus sesiones cortas de estudio. En su trabajo, usa gamificación (aprendizaje basado en juegos) y microaprendizaje. Se interesa en cómo la ubicación de una actividad de aprendizaje podría influir en la retención de información y evalúa si la estrategia puede alentar a los usuarios a variar su ubicación para que sea más efectiva.

Kovacs (2015) utiliza el microaprendizaje mediante FeedLearn, una extensión de Google Chrome que enseña vocabulario en el contexto de los *feeds* de Facebook, al mostrar a los usuarios pruebas interactivas que pueden responder sin abandonar sus *feeds*. Comparó las tasas de aprendizaje del vocabulario japonés, cuando las pruebas interactivas se insertaron directamente en las fuentes, en lugar de insertar enlaces que los llevaran a las pruebas. Los resultados sugieren que los usuarios aprenden más y se involucran más con las tareas de microaprendizaje cuando se pueden realizar pruebas sin dejar sus comentarios en el *Feed* de Facebook.

En el campo empresarial, Göschlberger y Bruck (2017) analizan el comportamiento de aprendizaje de 175 empleados que utiliza microaprendizaje gamificado en el

transcurso de siete meses. El estudio permite observar el comportamiento con y sin la motivación extrínseca de una competencia de los empleados. Se les planteó un juego llamado Knowledge Match, el cual servía de guía para resolver desafíos en el trabajo. Se apreció que los empleados jugaban especialmente en la noche y lo hacían voluntariamente, y pudieron haberlo tratado como una actividad de tiempo libre.

Como se puede ver, el microaprendizaje se ha aplicado en diversos ámbitos, desde la enseñanza secundaria, la formación profesional vocacional, la educación superior y la formación en la empresa hasta en contextos de aprendizaje informal.

Marco conceptual

En esta sección, se definen algunos conceptos claves que se utilizan en esta experiencia de investigación.

Partiendo del socioconstructivismo de Vigotsky, la OECD (2012, p.3) sugiere que el aprendizaje es configurado en gran parte por el contexto en que está situado y es construido activamente a través de la negociación social con otros. Así, los ambientes de aprendizaje ocurrirían cuando se fomenta el aprendizaje auto-regulado y constructivo, es sensible al contexto y es colaborativo. No todo el aprendizaje ocurre en el aula; sucede en el hogar, en recintos deportivos, en museos y en otros lugares (aprendizaje no formal); también a veces implícitamente y sin ningún esfuerzo (aprendizaje informal). Por otro lado, cabe aclarar que el aprendizaje formal, mencionan Carrasco et al. (2012), es aquel aprendizaje que ocurre en espacios de alto grado de estructuración y organización, altamente institucionalizado y que se da en un contexto organizado y estructurado.

El socioconstructivismo de Vygotski, según la OECD (2012) tiene como base epistémica que el conocimiento está centrado en el individuo y en cómo se consigue procesar la información para producir aprendizaje significativo. El docente es el facilitador: plantea preguntas, facilita información. Se aprende conjuntamente al compartir, pero con el objetivo de que la socialización del proceso facilita el aprendizaje individual.

De las ideas del socioconstructivismo surge el conectivismo (Siemens, 2004, 2006) que evoluciona varios de sus principios. En el conectivismo, el conocimiento está centrado en favorecer la socialización del conocimiento y en cómo se consigue acceder a información, gestionarla y compartirla. El docente forma parte de la red de aprendizaje. No se evalúan los aprendizajes conceptuales, sino que estos están integrados en el objeto comunicativo creado. La red es el medio de aprendizaje, es el entorno

donde se reconstruye, amplía y comparte la información para mejorar el conocimiento social. El entorno de aprendizaje es un entorno abierto, vinculado a la Web 2.0 (redes sociales, blogs, wikis).

Siemens (2006) parte de que la tecnología modifica las formas de aprendizaje, define y modela la forma en que se gestiona la información y la capacidad de pensamiento activo y, desde ahí, hace un llamado a revisar la forma en que se enseña en la escuela actual. También, Siemens (2006) plantea que, desde su experiencia, se aprende desde los medios informales. De ahí, surge el conectivismo; una teoría que explica la dinámica cambiante de la circulación de la información como sistemas adaptativos complejos, las necesidades de la población estudiantil y la alternación de las fuerzas de poder con herramientas de software social en un mundo interconectado (Siemens, 2006, p. iv). Para Siemens (2006), en el conectivismo, el aprendizaje es un proceso de creación de redes y el profesor se convierte en tutor o curador que empieza a trabajar con aplicaciones web y otros servicios como blogs, e-portafolios, wikis, agendas colaborativas, etc., donde se fomenta el autoaprendizaje.

Un elemento clave para esta investigación son los recursos de aprendizaje. Blázquez y Lucero (2002) definen los medios didácticos como aquellos recursos que usa el profesor para aproximar o facilitar los contenidos, mediar las experiencias, desarrollar habilidades o facilitar o enriquecer la evaluación (p. 186). Cacheiro (2011) menciona que se requiere una reordenación y la incorporación de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en el diseño de los medios didácticos. Define y tipifica los medios didácticos que utilizan recursos TIC de información, recursos TIC de colaboración y recursos TIC de aprendizaje.

Los recursos TIC de información permiten obtener datos e informaciones complementarias para tratar un tema, por ejemplo, la web 2.0, enciclopedias virtuales, bases de datos en línea, etc. Los recursos TIC de colaboración son los que permiten participar en redes de profesionales, institucionales, etc., por ejemplo, grupos colaborativos, wikis, blogs, webinar, entre otros. Los recursos TIC de aprendizaje son los que posibilitan los procesos de adquisición, procedimientos y actitudes previstas en la planificación formativa, por ejemplo, repositorios de recursos educativos, tutoriales interactivos, cuestionarios *online*, *ebook*, *podcast*, entre otros (Cacheiro, 2011, pp. 73-75).

Es de interés para la investigación desarrollada trabajar con recursos TIC de aprendizaje, pues pueden convertir a los recursos de aprendizaje tradicional (guía didáctica, libros de textos, cuadernos de trabajo, etc.) de un

uso informativo y colaborativo a un uso didáctico para lograr resultados de aprendizaje (Cacheiro, 2011, p. 75). Por simplificación, a los recursos TIC de aprendizaje que menciona Cacheiro (2011) se llamarán simplemente, recursos de aprendizaje.

Un concepto fundamental de esta investigación es el término microaprendizaje, el cual fue introducido por Nielsen en 1998 y se refiere a formas de aprendizaje de corta duración, interconectadas y asociadas a actividades para aprender contenidos cortos (Lindner, 2006; Salinas y Marín, 2014; Göschlberger y Bruck, 2017; Cates, Barron y Ruddiman, 2017). Se trata de una perspectiva de aprendizaje orientada a la fragmentación de contenidos didácticos, de duración corta, para visualizar en cualquier momento y lugar (Salinas y Marín, 2014). Se considera el aprendizaje que usa microcontenidos (Gabielli, Kimani, y Catarci, 2005). Estos son diminutos elementos de información dinámica, oportuna, flexible e intercambiable, por ejemplo, las entradas de un blog, las páginas wiki, entre otros (Pacheco, 2008).

Salinas y Marín (2014), mencionan que el microaprendizaje se refiere a formas de aprendizaje que habitualmente se dan en el aprendizaje a lo largo de la vida (LLL, *LifeLong Learning*) o en el aprendizaje informal. Aquí el propio usuario debe estructurar y responder a la fragmentación de contenidos, a la diversificación de dispositivos y a los recursos de información. Pero también se pueden agregar al campo formal, como actividades muy concretas de corta duración (5-10 minutos) que se integran en sesiones de aprendizaje orientadas al desarrollo y al fortalecimiento de capacidades particulares (p.55).

Czerwonogora (2014) menciona que el microaprendizaje describe la forma en la que la adquisición de conocimiento informal y accidental tiene lugar de forma creciente a través de microcontenido, micromedia o entornos multitarea, especialmente, aquellos que están basados en tecnologías web 2.0 y móviles (p. 239).

El microaprendizaje busca el diseño efectivo de software, de medios e instrucciones de cada actividad de aprendizaje (Bruck, 2005), definidas paso a paso, en forma de pequeñas cápsulas multimedia. Busca minimizar la sobrecarga cognitiva y se adapta al perfil del usuario y su entorno: preferencias, espacio y tiempo disponible del educando, espacio disponible en la memoria y pantalla de un dispositivo móvil, etc. (Pacheco, 2008, p. 155).

Finalmente, un concepto clave para analizar y valorar la implementación es la usabilidad. Esta hace referencia al uso accesible y al tipo de experiencia de uso cuando existe una interacción entre sistemas o dispositivos tecnológi-

cos con el ser humano (Colorado-Aguilar, Edel-Navarro, 2012).

Colorado-Aguilar y Edel-Navarro (2012) proponen algunas pautas, dependiendo del contexto, para considerar en la evaluación la usabilidad de recursos TIC educativos, entre ellos: facilidad de aprendizaje, eficiencia de uso, facilidad para recordar, pocos errores, satisfacción general de uso del recurso, entre otros.

Metodología

Esta investigación es de carácter mixto, pues busca, a partir de procesos sistemáticos, empíricos y críticos, diseñar recursos de aprendizaje que solucionen un problema concreto, pero da cabida a poder ser ampliable a otros contextos. En este sentido, se pretendió abordar la realidad objetiva y subjetiva en el diseño de los recursos de aprendizaje para construir los conocimientos matemáticos básicos (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

Se requirió evidenciar cuantitativamente (a través de datos numéricos) para determinar cuáles eran los temas matemáticos que presentaban deficiencias, realizar un diagnóstico previo al uso del microaprendizaje y otro posterior, y determinar si los microaprendizajes ayudaron a construir los conocimientos matemáticos.

Se hizo necesaria la información cualitativa para diseñar los recursos de aprendizaje, como tipo de recurso que se adapta a las preferencias de la juventud, color, tipo de letras y horarios.

Propuesta de diseño de recursos de aprendizaje a través de las investigaciones basadas en diseño

Esta investigación hizo uso de la metodología de investigación basada en el diseño (*Design-Based Research*). Para el Design-Based Research Collective (2003) (citado por De Benito y Salinas (2016)), la investigación basada en el diseño se centra en diseñar y explorar el rango completo de innovaciones, desde los artefactos (*software*) hasta las estructuras de las actividades, instituciones, sistemas de apoyo y currículum.

Algunas características de esta investigación, siguiendo a De Benito y Salinas (2016), son las siguientes:

- Se trabaja con problemas complejos en contextos reales.
- Es necesaria la colaboración intensiva entre investigadores y practicantes.
- Se busca integrar principios de diseño reconocidos e hipotéticos con recursos tecnológicos para solu-

cionar los problemas complejos.

- Requiere de estudios rigurosos y reflexivos para la mejora de los aprendizajes.
- Busca el equilibrio entre la construcción y ampliación teórica para la resolución de problemas concretos.

Para la investigación se propuso la metodología de investigación basada en diseño aplicado, pues se buscaba solucionar un problema complejo, como las deficiencias en los contenidos matemáticos básicos. Se trató de un problema complejo ya que no se pudo analizar desde una arista, debido a que existen múltiples factores que inciden en él, desde lo curricular hasta lo emocional.

La solución que se propuso se sustentó en la creación de microcápsulas de aprendizaje que ayudasen a construir los conocimientos matemáticos básicos de la muestra participante. Para realizar este diseño, fue necesaria la participación activa del alumnado, en el sentido de determinar el grado de usabilidad y empatía del recurso (software). Se trabajó de manera colaborativa con el grupo de estudiantes en la ideación y diseño; y la retroalimentación entre pares (investigador, docentes y estudiantes) fue un elemento importante.

Siguiendo a Gibelli (2014), se siguieron estos tres pasos en la propuesta del diseño:

1. Preparación del diseño.
2. Implementación del diseño.
3. Análisis retrospectivo.

1. Preparación del diseño

En este paso, se definió la problemática y los contenidos matemáticos que se pretendían construir, así como una posible solución desde la teoría. En este caso, se propuso el microaprendizaje como teoría y se elaboró un diseño de recursos TIC de aprendizaje basado en microaprendizaje para construir los conocimientos matemáticos básicos.

En sesiones de trabajo (en las que se aplicaron: entrevistas, grupos focales) con estudiantes y docentes del CCC-Puntarenas, se señalaron cinco temas claves para desarrollar a través de los microcontenidos. Dichos temas fueron (1) notación decimal, (2) elementos de álgebra, (3) factorización, (4) operaciones algebraicas, y (5) curiosidades matemáticas como elementos de motivación.

Estas sesiones con las/os estudiantes consistían en lluvias de ideas, reuniones grupales y exposición de posibles te-

máticas. Por ejemplo, para la definición de temas, mediante *Post it* definieron los tópicos. En la escogencia de los fondos y tipo de letra, también fue escogencia de las/os estudiantes. El docente fue guía del proceso.

2. Implementación del diseño

Se trabajó con las/los estudiantes en posibles diseños de recursos de aprendizaje para construir conceptos matemáticos. Se establecieron microciclos de diseño y análisis de las primeras versiones del *software* que se fueron analizando y retroalimentando. Se hicieron los ajustes correspondientes. En esta etapa, se definió el *software* con que se generaron los recursos de aprendizaje. En conjunto con las/os estudiantes participantes, se decidió llamarle “microcápsulas ccc”.

Después de revisar opciones de aplicaciones web para elaborar contenido de *e-learning*, se optó por trabajar con la plataforma eXeLearning (<http://exelearning.net>). Entre las principales ventajas que eXeLearning posee, se destacó que es de código libre, tiene soporte para la utilización de texto matemático (LaTeX), es multiplataforma y es gratuita. Además, la curva de aprendizaje para la elaboración de contenido es baja.

Una vez elaboradas las microcápsulas, se subieron en el sitio web y se testearon por un grupo de estudiantes, docentes y colaboradores. Seis estudiantes de undécimo año del colegio aportaron recomendaciones, docentes de matemáticas de otras sedes del Sistema de Colegios Científicos brindaron elementos y una persona especialista en diseño, también.

Después de este testeo, se ajustaron las microcápsulas, se agregaron nuevas y se compartieron, en este caso, con las/los seis estudiantes de undécimo año que realizaron sus observaciones y posibles puntos de mejora.

Finalmente, se presentó el software final a las/los estudiantes de décimo y undécimo año (sin el grupo control).

3. Análisis retrospectivo

Se realizó un análisis de la implementación de los recursos de aprendizaje. Después de la implementación de las Microcápsulas CCC, se efectuó una valoración en dos sentidos: una a través de un formulario web¹ (Formulario de Google) y una sesión de grupo focal. Se llevó a cabo una valoración de usabilidad del recurso de aprendizaje y se aportaron nuevas observaciones que serán consideradas a futuro. En esta etapa, se desarrolló una revisión de las intenciones teóricas iniciales y los datos obtenidos.

1 El formulario de valoración se puede consultar <https://forms.gle/u1691uNmoxDsKQbN7>.

Microcápsulas CCC consistió en un sitio web que aglomeraba varias secciones sobre diversos tópicos matemáticos: álgebra, operaciones algebraicas, sobre el infinito, funciones, notación científica, etc. En cada sección, se plantea una situación motivadora, algunos ejemplos, definiciones teóricas, así como ítemes de comprobación de tema, junto con su retroalimentación. Estos microcápsulas fueron elaboradas para ser vistas entre 5 y 7 minutos, fuera del horario de clases habituales. Algunas de ellas, servían de apoyo para la clase de química o la clase de física.

Resultados

Luego de la aplicación del recurso de aprendizaje, se aplicó un cuestionario de usabilidad del recurso de aprendizaje, donde se obtuvieron los siguientes resultados.

De los 15 estudiantes que contestaron, uno tiene 15 años (6,7%), nueve tienen 16 años (60%), y cinco, 17 años (33,3%). El 53% eran hombres (8), un 40% mujeres (6) y el 7% (1) señaló “prefiero no decirlo”. El 53,3 % (8 de 15) eran estudiantes de décimo año y 46,7% (7) de undécimo año.

Ante la pregunta, ¿con qué dispositivo accedió a las microcápsulas?, se notó que el 53,3% utilizó un dispositivo con sistema operativo Android y el restante 46,7% utilizó iOS (sistema operativo de iPhone o iPad).

Con respecto al contenido y al formato de las microcápsulas, se realizó una serie de preguntas, usando una escala lineal de Likert de 1 a 5, donde 1 es “totalmente en desacuerdo”, 2 es “en desacuerdo”, 3 es “ni de acuerdo ni en desacuerdo”, 4 es “de acuerdo”, y 5, “totalmente de acuerdo”.

Ante la pregunta sobre si el entorno le pareció agradable, 53,3% (8) estuvieron totalmente de acuerdo y 46,7% (7) estuvieron de acuerdo.

Sobre si les resultó simple la navegación en Microcápsulas CCC, 73,3% (11) estuvieron en total acuerdo; 20% (3), de acuerdo; y 6,7% (1), ni de acuerdo ni en desacuerdo.

Una pregunta clave que se formuló fue si las microcápsulas se podían acceder sin conocimientos matemáticos previos para poder consultarse; y se obtuvo que 80% (12) estudiantes estaban totalmente de acuerdo; 13,3% (2), de acuerdo; y 6,7% (1), ni de acuerdo ni en desacuerdo.

Sobre el lenguaje utilizado, la mayoría (66,7%, 10 estudiantes) muy de acuerdo y 33,3% (5) de acuerdo., las/os estudiantes se decantaron porque sí se usó un lenguaje

apropiado. Ahora bien, respecto a los colores del sitio, el 60% (9 estudiantes) estuvieron en total acuerdo con lo agradable de los colores.

Con relación a si los gráficos, tablas, videos o imágenes fueron accedidos con claridad, la mayoría (12 estudiantes, lo cual representa el 80%) estuvo de total acuerdo. Lo mismo que, si la navegación en el recurso de aprendizaje les fue ágil, intuitiva y fácil.

Con respecto al factor motivación y sobre si los contenidos estaban bien explicados, la tendencia se mantuvo en de acuerdo (26,7%, es decir, 4 estudiantes) o totalmente de acuerdo (66,7%, es decir, 10 estudiantes).

El objetivo principal de esta investigación versa sobre si el microaprendizaje ayuda a la construcción de conocimientos matemáticos y, en este caso, el alumnado seleccionó “de total acuerdo” en su mayoría (11, lo cual representa un 73,3%); 3 (20%), de acuerdo; y 1(6,7%), ni de acuerdo ni en desacuerdo

También, ante la pregunta de si volvería a usar este tipo de recurso de aprendizaje y si lo recomendarían, 14 (93,3 %) lo haría.

Finalmente, se les pidió una valoración general de Microcápsulas CCC, en una escala de 1 a 5, donde 1 es la calificación más baja posible, y 5, la más alta. Se obtuvo que diez estudiantes (66,7 %) le dieron la calificación más alta y cinco estudiantes (33,3 %), la calificación siguiente; es decir, cuatro. Se puede notar entonces que la valoración del recurso de aprendizaje es positiva, con valores muy altos.

Otra técnica de la que se hizo uso para revisar la valoración del recurso de aprendizaje fue la del grupo focal. Acá se contó con 12 estudiantes de décimo y undécimo (incluidos los del grupo control) y se conversó sobre el recurso. Se partió de tres preguntas generadoras:

1. ¿Las microcápsulas ayudan a construir conocimientos previamente adquiridos? Las/los estudiantes concordaron que sí, pues muchas veces sabían del tema, pero no con tanta especificidad; o, cuando vieron las microcápsulas, lograban asociar a otras aplicaciones posibles.

2. Imagínese estar en la primera semana de clases del colegio, ¿cree que estas microcápsulas le ayudarían para los primeros días de la vida en el científico? De nuevo se observó una posición afirmativa ante el recurso. Por ejemplo, algunos mencionaron que, cuando ingresaron al colegio, no recordaban despejar y que, en la clase de Física, fue lo primero que

hicieron. También que, en Química, necesitaron usar notación científica; y, en Matemáticas, no recordaban algunos conceptos de álgebra.

3. ¿Cuáles sugerencias u observaciones agregaría sobre el recurso de aprendizaje? Hubo un consenso en agregar más microcápsulas matemáticas. A su vez, surgió la necesidad de generalizar la idea a las otras ramas. Se propuso trabajar en microcápsulas de Biología o Química, entre otras materias.

Luego del análisis del cuestionario y del grupo focal, se constató que las microcápsulas matemáticas aportan a la construcción de conocimientos matemáticos previamente desarrollados. La usabilidad del recurso es satisfactoria; los colores, tipo de letra y adaptabilidad a los diversos dispositivos móviles son puntos a favor del recurso.

Discusión

Del socioconstructivismo, según la OECD (2012) se sugiere que el aprendizaje depende del contexto y de los ambientes variados; esto se demuestra con las microcápsulas, pues estas permiten a las/los estudiantes del colegio científico acceder a su aprendizaje fuera de las aulas, en sus casas, en cualquier lugar, desde sus dispositivos móviles (con sistema operativo Android e iOS). Concuerda con lo que plantea Siemens (2006) y Göschlberger y Bruck (2017), quienes sostienen que se debería aprender desde medios informales, de manera voluntaria y en el tiempo libre.

Otro elemento a rescatar es que, con las microcápsulas, se transforma una guía didáctica en un recurso TIC de aprendizaje, siguiendo a Cacheiro (2011), pues se logra incorporar interactividad a los materiales didácticos tradicionales, mediante el uso de eXeLearning. Aunque en este punto, hay que ser cuidadoso, como mencionan Gértrudix et al. (2007), ya que no se trata de transferencia de contenidos de otros formatos y medios a estos nuevos soportes, se trata más bien de adaptarlos y aprovechar las estrategias de presentación, organización y arquitectura de información que se ofrece.

Las microcápsulas construidas siguen las ideas planteadas por Lindner (2006), Salinas y Marín (2014), Göschlberger y Bruck (2017) y Cates, Barron y Ruddiman (2017), pues la fragmentación del contenido didáctico se hace en secciones cortas, con información dinámica y flexible, que son elementos básicos del microaprendizaje.

Cuando se analiza el grado de usabilidad de las microcápsulas, se satisfacen los postulados que mencionan Colorado-Aguilar y Edel-Navarro (2012), pues los recursos

tienen facilidad de aprendizaje, eficiencia de uso, pocos errores y satisfacción general.

Comparando con experiencias similares, se pueden notar ciertas similitudes en los resultados. Chao (2014), notó que al utilizar estrategias didácticas mediadas con TIC, se fomentó el aprendizaje más personalizado e individualizado, ya que los estudiantes podían retomar los temas, consultar las nuevas fuentes de información y también progresar de acuerdo con su ritmo de aprendizaje, elementos que se evidencian con la aplicación de microcápsulas.

También, Chao (2014) usó eXeLearning para la elaboración de las estrategias didácticas y menciona que algunos usuarios presentaron dificultades de acceso al recurso en sus computadoras, porque habían problemas de compatibilidad de eXeLearning con Internet Explorer. En el caso de la experiencia de Microcápsulas, estas están pensadas para su utilización en dispositivos móviles y en el apartado de valoración por parte de los estudiantes, no se presenta dificultad de acceso.

Chao (2014) y el Colectivo Educación Infantil y TIC (2014) apuntan a la necesidad de que los recursos didácticos puedan adaptarse a las circunstancias y necesidades estudiantiles, porque precisa buscar el interés general hacia el recurso. De ahí, se evidencia una de las fortalezas en la construcción de las microcápsulas, que con la investigación basada en el diseño, logra que las/los estudiantes sean codiseñadores de los recursos de aprendizaje, propiciando la motivación de manera implícita.

Uno de los aspectos que no se puede medir con las microcápsulas, al menos en esta primera versión, es su influencia en la mejora de las notas (por razones temporales de la experiencia), pero otros autores como Bazoli y Gomes (2017), Ramirez-Ochoa y Vizcarra-Britto (2016) y Bonilla (2016), con investigaciones sobre la utilización de recursos basados en microaprendizaje, notaron un aumento en el logro académico, hubo una mejora en las notas.

Conclusiones

En la era de la sociedad digital, Cobo y Pardo (2007) mencionan que la web 2.0 ofrece mejoras a la enseñanza en tanto que se puede llegar a más estudiantes y ofrece beneficios en cuanto al enriquecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje. Cobo y Pardo mencionan que internet ha evolucionado y pasó de ser un medio de comunicación a un espacio de colaboración, lo cual trae innumerables ventajas al aplicarlo a los procesos educativos.

Al trabajar con las microcápsulas, se presenta una alternativa para construir conocimientos básicos de matemá-

ticas, que se pueden acceder desde el dispositivo móvil, utilizando cualquier sistema operativo vigente. Esto propicia el aprendizaje informal: las/los estudiantes pueden revisar, en pequeños espacios de tiempo, las microcápsulas de temas asociados al quehacer del colegio.

La utilización de los dispositivos móviles se enfoca en el aprendizaje de las matemáticas y permite potenciar el aprendizaje en el ámbito informal como un complemento al quehacer del aula.

Se logra, al usar la investigación basada en el diseño, un espacio de colaboración constante entre las/los estudiantes y el recurso de aprendizaje. Las/los estudiantes son partícipes del proceso, desde la selección de los temas que necesitan construir, pasando por la creación y la constante evolución de las microcápsulas, hasta la valoración de la usabilidad del recurso de aprendizaje.

El recurso de aprendizaje diseñado es satisfactorio para la construcción de conceptos matemáticos, según las/los estudiantes consultados. El uso de *eXeLearning* como herramienta de diseño resulta una opción viable, ya que se puede integrar fácilmente al lenguaje matemático.

Fruto de la experiencia de construcción del recurso de aprendizaje, se deriva la necesidad de ampliar las microcápsulas a otras disciplinas del currículum del colegio. A partir de aquí, un grupo de estudiantes ha decidido continuar con la idea e iniciar con la producción de microcápsulas de Biología, Física y Química. Es decir, la aplicación del microaprendizaje en el área de matemáticas ha supuesto una potenciación en cuanto a la participación activa del grupo estudiantil en la creación de recursos para sus propios cursos.

Como futuras líneas de trabajo, se establece seguir apoyando a los/las estudiantes en el desarrollo de microcápsulas. De este modo, se pretende que este modelo de aprendizaje, distribuido en cortos períodos de tiempo y de manera informal, pueda ser utilizado por generaciones futuras y, siendo optimistas, pueda aplicarse más allá de los colegios científicos. Otro reto importante se sitúa en la actualización constante de las posibles aplicaciones web que presentan funciones para la construcción de microcápsulas.

Para una etapa posterior, queda pendiente analizar el impacto de las microcápsulas en el aprendizaje formal, es decir, si las microcápsulas influyen en las notas de las asignaturas propias del colegio, lo cual no se consideró en esta investigación por razones temporales.

Esta investigación ha permitido evidenciar que se puede activar el rol del estudiante en las clases, haciéndolos

codiseñadores de los recursos de aprendizaje necesarios para su propia instrucción, pues les permite diseñar y validar recursos de aprendizaje. De ahí, que es una invitación directa a las/los docentes para que involucren al cuerpo estudiantil en el proceso de construcción de recursos de aprendizaje y, a su vez, un llamado a potenciar el uso de los dispositivos móviles al ámbito educativo; focalizar las tecnologías de la web 2.0 a los procesos del quehacer diario en las aulas.

Es importante resaltar que las microcápsulas creadas, usan las TIC como puente para transmitir, en este caso, mejorar, mediante recursos de aprendizaje, los conocimientos matemáticos básicos, pero debe prevalecer la finalidad didáctica. Es decir, más allá de un diseño bonito, atractivo, y amigable con las/os estudiantes, deben ser contenidos con fundamentación teórica y motivacional, que respondan y den un aporte a la realidad de la educación matemática costarricense.

Referencias

- Basso-Aránquiz, M., & Bravo-Molina, M., & Castro-Riquelme, A., & Moraga-Contreras, C. (2018). Propuesta de modelo tecnológico para Flipped Classroom (T-FliC) en educación superior. *Revista Electrónica Educare*, 22 (2), 20-36. <http://dx.doi.org/10.15359/ree.22-2.2>
- Bazoli Silva Villar, C., & Gomes, T. (2017). Uso da plataforma Khan Academy no laboratório de informática em uma escola da rede municipal de Santos: incentivo e motivação ao aprendizado de matemática. *Educação Online*, (25), 40-62. Recuperado de <http://educacaonline.edu.puc-rio.br/index.php/eduonline/article/view/329>
- Blázquez, F. & Lucero, M. (2002). Los medios y recursos en el proceso didáctico. En Medina, A. & Salvador, F. *Didáctica General* (pp. 185- 218). Madrid: Pearson Educación.
- Bonilla, A. (2016). *Diseño de una estrategia de enseñanza y aprendizaje bimodal mediada por la plataforma Khan Academy como herramienta de apoyo en estudiantes de séptimo grado*. Tesis para optar por el grado de Magister en Educación. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. Consultada el 12 de octubre de 2018. Disponible en <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/19471>
- Brazuelo Grund, F. & Cacheiro González, M. (2015). Estudio de adaptabilidad para dispositivos móviles en plataformas MOOC. RED. *Revista de Educación a Distancia*, (47), 1-13.

- Bruck, P. A., (2005). Microlearning as strategic research field, *Microlearning 2005 Proceedings*, pp. 13-17.
- Cacheiro González, M.L. (2011). Recursos educativos tic de información, colaboración y aprendizaje. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*. 39 (69-81). Madrid: UNED. Recuperado de <http://acdc.sav.us.es/pixelbit/images/stories/p39/06.pdf> el 04/05/16.
- Cacheiro, M.L. (2014). *Educación y Tecnología: Estrategias didácticas para la integración de las TIC*. Madrid: Editorial UNED.
- Carrasco, Rosario, Jadue, Fabiola, Letelier, Mario, & Oliva, Claudia. (2012). Estudio exploratorio sobre aprendizaje no formal e informal de estudiantes y egresados universitarios. *Calidad en la educación*, (36), 149-184. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-45652012000100005>
- Cates, S., Barron, D. & Ruddiman, P. (2017). MobiLearn go: mobile microlearning as an active, location-aware game. En *Proceedings of the 19th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services-MobileHCI '17* (pp. 1-7). Vienna, Austria: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/3098279.3122146>
- Cerda, C., Huete-Nahuel, J., Molina-Sandoval, D., Ruminot-Martel, E., Saiz, J. (2017). Uso de Tecnologías Digitales y Logro Académico en Estudiantes de Pedagogía Chilenos. *Estudios Pedagógicos*, XLIII (3), 119-133.
- Chao Chao, Kuok-Wa (2014). Estrategias didácticas mediadas con TIC en un curso de expresión oral francesa. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, 14(2) [fecha de Consulta 1 de Noviembre de 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=447/44731371007>
- Cobo Romani, C., Pardo, H. (2007). *Planeta Web 2.0. Inteligencia colectiva o medios fast food*. Grup de Recerca d'Interaccions Digitals, Universitat de Vic. Flacso México. Barcelona / México DF.
- Colectivo Educación Infantil y TIC, (2014). Recursos educativos digitales para la educación infantil (REDEI). *Zona Próxima*, (20), undefined-undefined. [fecha de Consulta 1 de Noviembre de 2019]. ISSN: 1657-2416. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=853/85331022002>
- Colorado-Aguilar, B. & Edel-Navarro, R. (2012). La usabilidad de TIC en la práctica educativa. *RED. Revista de Educación a Distancia*, (30), 1-11.
- Czerwonogora, A. (2014). El aprendizaje en la era digital: nuevos escenarios para el mundo conectado. En Fiore, E; Leymonié, J. *Didáctica práctica para la enseñanza básica, media y superior* (pp. 235-257). Uruguay: Magro Editores.
- De Benito, B. y Salinas, J.M. (2016). La investigación basada en diseño en Tecnología Educativa. *RIITE. Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 0, 44-59. Doi: <http://dx.doi.org/10.6018/riite/2016/260631>
- Gabrielli, S., Kimani, S. and Catarci T. (2005). The Design of MicroLearning Experiences: A Research Agenda. *Microlearning 2005 Proceedings*, Austria, pp. 45-53.
- Gértrudix Barrio, M., Álvarez García, S.; Galisteo del Valle, A., & Gálvez de la Cuesta, M., Gértrudix Barrio, F. (2007). Acciones de diseño y desarrollo de objetos educativos digitales: programas institucionales. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 4(1). [fecha de Consulta 10 de Noviembre de 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=780/78040107>
- Gibelli, T. (2014). *La investigación basada en diseño para el estudio de una innovación en educación superior que promueve la autorregulación del aprendizaje utilizando TIC*. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación.
- González García, V. (2005). Tecnología digital: reflexiones pedagógicas y socioculturales. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, 5 (1), 0.
- Göschlberger, B. & Bruck, P. A. (2017). Gamification in mobile and workplace integrated microlearning. En *Proceedings of the 19th International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services - iiWAS '17*(pp. 545-552). Salzburg, Austria: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/3151759.3151795>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación: Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado y Pilar Baptista Lucio* (6a. ed. --). México D.F.: McGraw-Hill.

- Kovacs, G. (2015). FeedLearn: Using Facebook Feeds for Microlearning. En *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems - CHI EA '15* (pp. 1461-1466). Seoul, Republic of Korea: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/2702613.2732775>
- Lindner, M. (2006). *Use These Tools, Your Mind Will Follow. Learning in Immersive Micromedia & Microknowledge Environments*. Research Paper for ALT-C 2006: The Next Generation.
- Mínguez Alcaide, X. (2015). Métodos de Diálogo con Grandes Grupos. Herramientas para afrontar la complejidad. *Revista de Estudios Sociales*, (51), 186-197.
- OECD (2012). La Naturaleza del Aprendizaje[online]. Disponible en: <http://www.oecd.org/education/ceeri/The%20Nature%20of%20Learning.Practitioner%20Guide.ESP.pdf> [Revisado el 12 de octubre de 2018].
- Pacheco, A. (2008). *Micro-Guías: actividades de aprendizaje en dispositivos móviles basadas en micro-contenidos*. Memorias Tercera Conferencia LACLO. pp. 153-161. UAA
- Programa estado de la Nación (2019). *Sétimo informe estado de la educación*. Pavas, Costa Rica: Programa Estado de la Nación.
- Ramírez - Ochoa, M. (2016). Posibilidades del uso educativo de Youtube. *Ra Ximhai*, 12 (6), 537-546.
- Ramírez - Ochoa, M., & Vizcarra - Brito, J. (2016). Desarrollo de habilidades matemáticas en estudiantes normalistas mediante Khan Academy. *Ra Ximhai*, 12 (6), 285-293.
- Salinas, J. y Marín, V. I. (2014). Pasado, presente y futuro del microlearning como estrategia para el desarrollo profesional. *Campus Virtuales*, Vol. III, num. 2, pp. 46-61. Consultado el [2/10/2018] en www.revistacampusvirtuales.es
- Siemens, G. (2004). *Conectivismo: Una teoría de aprendizaje para la era digital* (Trad. por D. Leal Fonseca). Recuperado el 12 de octubre de 2018 de <http://clasicas.filos.unam.mx/files/2014/03/Conectivismo.pdf>
- Siemens, G. (2006). *Conociendo el conocimiento* (Trad. por Emilio Quintana, David Vidal, Lola Torres, Victoria Castrillejo). Recuperado el 15 de agosto de 2018 de <http://www.sociedadtecnologia.org/file/download/186841>