



# II CEMACYC

II Congreso de Educación Matemática de América Central y El Caribe

29 octubre al 1 noviembre. 2017

Cali, Colombia

[ii.cemacyc.org](http://ii.cemacyc.org)



## Preparación Geometría Bachillerato y su proceso de validación: MOOC para el contexto curricular costarricense

Keibel **Ramírez** Campos  
Ministerio de Educación Pública  
Costa Rica  
[keibelramrez@gmail.com](mailto:keibelramrez@gmail.com)

Marianela **Zumbado** Castro  
Cátedra de Didáctica de la Matemática, Universidad Estatal a Distancia  
Costa Rica  
[mzumbad2@gmail.com](mailto:mzumbad2@gmail.com)

### Resumen

Esta comunicación tiene como objetivo exponer el proceso de elaboración y validación de un curso en línea bajo la modalidad MOOC, que pretendía apoyar a los estudiantes que debían enfrentar la prueba de Matemáticas de bachillerato, específicamente en el área de Geometría. Se expone el contexto nacional costarricense donde se gesta este producto, el diseño del curso, sus componentes, recursos y ubicación en la plataforma educativa edX. Asimismo, se explica la estrategia de validación del curso a través de la descripción de la población participante en el proceso de investigación, el cual tuvo un enfoque cualitativo y empleo el método de investigación acción. Se describen también, los instrumentos empleados, los resultados hallados y finalmente se ofrecen algunas consideraciones finales.

*Palabras clave:* Geometría, validación, MOOC, plataforma educativa, proceso de investigación.

### Contexto Nacional

En Costa Rica, se aplican los exámenes de bachillerato, que cumplen la función de evaluar y acreditar a los estudiantes cuando se egresan de la Educación Secundaria en el área de Español, Estudios Sociales, Matemáticas, Inglés o Francés, Educación Cívica, Biología, Física o Química en todo el país.

En el año 2012 se estableció un nuevo currículo en Matemáticas para la educación primaria y secundaria. Este programa establece la resolución de problemas como estrategia metodológica central y la incorporación de nuevos tópicos. Por tanto, se han hecho esfuerzos para lograr una implementación exitosa a través de planes de transición que incorporaron la estrategia metodológica mientras se abordan los nuevos contenidos de manera simultánea (Espinoza y Zumbado, 2015).

Con el objetivo de favorecer a la comunidad estudiantil a través de los diferentes planes de transición, se hicieron ajustes graduales en los contenidos del currículo, seleccionando estratégicamente el abordaje de habilidades matemáticas. Para conseguir este propósito MEP(2013) indica que: “Esto debe hacerse paulatinamente, de manera que el cambio no sea brusco y que, al mismo tiempo, permita un proceso mayor de capacitación para los profesores en la metodología y los contenidos que se propician con la reforma.” (p.1). Con esta estrategia se lograría que los estudiantes que en el 2013 iniciaron con este proceso de cambio, realizaran la prueba de bachillerato en 2016 con el dominio de las habilidades del programa de estudios tal cual.

Como era de esperar, se generó alrededor del bachillerato 2016 una atmósfera de incertidumbre; el enfoque, grado de dificultad y la especificidad de la prueba de Matemáticas, era desconocido. El nuevo currículo debía verse reflejado en la prueba estandarizada, tanto en su forma como en su fondo, por lo que las autoridades competentes toman la decisión de sustituir 6 ítems de *selección única* por ítems de *respuesta cerrada* (de un total de 60).

El Proyecto Reforma de la Educación Matemática en Costa Rica (PREMCR), consciente de la necesidad de apoyar a los estudiantes y docentes en áreas del currículo consideradas novedosas, decide ofrecer en este contexto de cambio, un recurso más que permita un acercamiento, no solo de cómo deben desarrollarse algunas habilidades matemáticas en el área Geometría a través de la resolución de problemas, sino, cómo se pueden evaluar de acuerdo con la nueva estructura del examen.

Como resultado de un proceso de análisis, se toma la decisión pionera de ofrecer un curso virtual para estudiantes de secundaria, específicamente para aquellos que se enfrentarían en noviembre de 2016 a dicha prueba, a través de un *Massive Open Online Course* (MOOC, por sus siglas en inglés). Este tipo de curso tiene la ventaja de ser gratuito, totalmente en línea, y es capaz de alcanzar a un gran número de estudiantes, pues propicia una participación masiva sin delimitación geográfica, de manera flexible en lo que respecta a horarios y ritmos de trabajo (Gutiérrez, y Artavia, 2017), y constituye una alternativa de autoaprendizaje. Además, tuvieron un carácter oficial por parte del MEP, al promocionarse en su página web y enviarse invitaciones masivas a autoridades competentes.

Para el año 2016 el curso *Preparación Geometría Bachillerato* (PGB) se plantea en el plan de trabajo de PREMCR con el objetivo de ofrecer un recurso para los estudiantes, que constituyera un apoyo significativo en el marco del desarrollo del programa de estudios de matemática. El propósito con que ha sido diseñado es “*Abordar los tópicos principales de Geometría que se evalúan en la prueba de Bachillerato en Matemáticas (en Costa Rica), y realizar prácticas para la preparación estudiantil en esta área.*” (MEP, 2016, p.2)

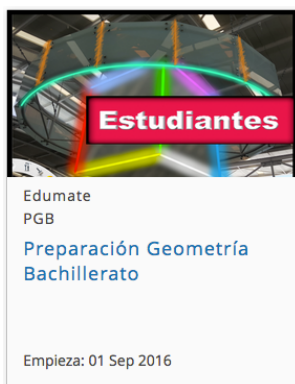


Figura 1. Curso PGB en la plataforma edX

El área *Geometría* en el programa oficial de estudios, presenta algunas particularidades, que por sus características merecen especial atención. Existen algunos contenidos matemáticos que son totalmente novedosos, como es el caso de *transformaciones en el plano cartesiano*, o bien, la inclusión en el currículo de la *Geometría Analítica*. El curso fue diseñado para desarrollar habilidades matemáticas, sin dejar de lado el nexo con su evaluación en la prueba de bachillerato. Su abordaje se encuentra en total concordancia con el enfoque del programa de estudios, utilizando problemas contextualizados que exijan en el estudiante un alto nivel de desempeño.

### Diseño del curso PGB

Elegir una plataforma virtual acorde con los intereses y requerimientos del curso, es determinante. Luego de un exhaustivo análisis de las diferentes plataformas disponibles en el mercado, edX, un recurso creado por la Universidad de Stanford y el Instituto Tecnológico de Massachusetts, demostró cumplir con los requisitos del curso PGB, además, edX permite la modalidad MOOC en sus cursos, es un programa de código abierto y gratuito, soporta videos, exámenes y prácticas, permite visualizar el progreso del estudiante, se pueden desarrollar foros entre participantes, facilita la comunicación entre los integrantes del curso, y su ambiente gráfico interno es fácilmente manipulable (Gutiérrez, y Artavia, 2017).

Para presentar de manera estratégica los temas que se estudian en el curso PGB, se estructuraron cuatro módulos:

- Círculo y circunferencia
- Área y perímetro de polígonos
- Transformaciones en el plano
- Visualización espacial

En cada uno de ellos se presentaron varias actividades, las cuales fueron desarrolladas a través de videos, en las que un problema principal se resuelve por medio de una o varias estrategias. Esta etapa corresponde a la del aprendizaje del conocimiento (MEP, 2012, p.41-43), según el programa de estudios vigente. El problema responde en la mayoría de los casos a una situación contextualizada y retadora para el estudiante, de manera que despierte el interés por su resolución. También se presentaron ítems abstractos, en donde el trabajo del estudiante es más algebraico o procedimental.

En la etapa de movilización de los aprendizajes (MEP, 2012, pp.41-43), se ofrece en cada módulo una práctica en donde se aplican los conocimientos que fueron propiciados a través de

problema, de acuerdo con el enfoque que propone el currículo, y enfatizando en el tipo de ítem que podría presentar la prueba de bachillerato.

Para la elaboración y selección de cada uno de los elementos de los módulos (videos, prácticas, retroalimentaciones y examen final), se siguió un proceso riguroso en el diseño de las tareas matemáticas, pasando por diversas revisiones a cargo de un especialista de contenido, que también es coautor del Programa de Estudios, así como de docentes en servicio y asesores pedagógicos del área. Estos dos últimos utilizaron una rúbrica que consideraba aspectos vinculados con el desarrollo de conocimientos matemáticos y la estrategia pedagógica empleada en las soluciones, considerando: niveles de complejidad, intervención de procesos matemáticos, rigurosidad, completitud y la calidad general de cada uno de los apartados.

The screenshot shows a MOOC interface with a navigation menu on the left and a video player on the right. The video player displays a math problem titled "Derrame de Petróleo". The problem text is: "Un barco petrolero chocó contra una roca en altamar y produjo un agujero en sus tanques de almacenamiento de dicho combustible. Unos días después, el petróleo se había extendido tal y como se muestra en el siguiente mapa." Below the text is a map showing a dark, irregular shape representing the oil spill on a grid. A scale bar indicates 10 km. The problem asks: "Utilizando la escala del mapa, calcule aproximadamente entre cuáles valores se encuentra el área del vertido de petróleo en kilómetros cuadrados (km²)". The multiple-choice options are: A) 2150 y 2400, B) 2400 y 2650, C) 2650 y 2900, and D) 2900 y 3150. Option A is circled in red. The video player shows a progress bar at 3:07 / 3:36 and a speed control set to 1.0x.

Figura 2. Un problema del curso y su resolución.

Con el objetivo de desarrollar *capacidades matemáticas superiores*, se diseñaron problemas para un apartado especial llamado *Más allá de bachillerato*. Estos suponen un nivel de dificultad superior a los problemas que se espera sean incluidos en la prueba de bachillerato, potencian la integración de habilidades matemáticas entre distintas áreas, las cuales evidencian la intervención de los procesos matemáticos de manera más contundente, alcanzando el grado de dificultad denominado como reflexión. MEP (2012, pp.24-26).

Finalmente, como parte del diseño del curso, se incluyeron tres elementos: la pestaña *Progreso*, la cual permite verificar el avance en las prácticas y examen final; la segunda, la posibilidad de

descargar todo el material del curso en formato pdf y finalmente, un foro auto regulado que permitió el intercambio de ideas entre los participantes.

### **Validación del MOOC por parte de los estudiantes**

Antes de poner a disposición del público meta el curso PGB, se consideró necesario realizar un proceso de validación de los recursos elaborados. Por tanto, se decidió efectuar el siguiente trabajo de investigación, el cual perseguía evaluar en una población estudiantil las calidades y pertinencia de los elementos del curso Preparación Geometría Bachillerato.

El enfoque de investigación fue cualitativo, ya que, a partir de la recolección de datos se busca generar una mejora en el diseño del curso en línea, con el objetivo de hacerlo más atractivo y de mayor impacto para la población meta. Además, se basa en técnicas como: observación no participante, entrevistas y grupos focales, entre otros.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2006), el enfoque cualitativo:

(...) se basa en métodos de recolección de los datos no estandarizados. No se efectúa una medición numérica, por lo tanto, el análisis no es estadístico. La recolección de los datos consiste en obtener las perspectivas y puntos de vista de los participantes (p.27)

Se empleó el método de investigación acción, porque según Elliott (1993), citado por Alberth (2007) “el objetivo –de aplicar este método– consiste en proporcionar elementos que sirvan para facilitar un juicio práctico en situaciones concretas” y a su vez “ayudar a las personas –investigadores– a actuar de modo más inteligente y acertado” (p.222). Lo anterior coincide de manera natural con el objetivo general de la investigación. Con este proceso se pretendía determinar si los videos y recursos de PGB contienen los elementos necesarios para poder realizar adecuadamente las prácticas propuestas y si éstas últimas permitían evidenciar el aprendizaje adquirido.

El proceso investigativo se realizó en las siguientes condiciones.

### **Población**

Se trabajó en laboratorios de cómputo con conexión a internet y audífonos individuales, con cuatro grupos de 12 estudiantes aproximadamente, con edades entre los 16 y 17 años. Cada grupo provenía de diferentes instituciones educativas. Se seleccionaron cuatro colegios académicos diurnos, dos ellos públicos. Además, uno de estos era un colegio Técnico Profesional.



Figura 3. Grupo de estudiantes de secundaria realizando un módulo del curso PGB

### **Instrumentos**

La aplicación de los instrumentos se realizó en sesiones que no superaron las 3 horas. En cada centro educativo se validó uno de los cuatro módulos que conformaban el curso. Los estudiantes navegaron por el mismo, exploraron de manera detallada el módulo asignado a la institución y realizaron todas las actividades planteadas en él (ver videos y realizar las prácticas).

En presencia de uno o dos de los autores y en compañía de dos o tres profesores asesores, se aplicaron los siguiente instrumentos:

- La observación no participante, con el registro de notas por parte de los observadores respecto al desempeño de los estudiantes en el módulo que se estaba trabajando. Posteriormente se realizó una sistematización general de los resultados recolectados, proceso que llevaron a cabo los autores del curso.
- Grupo focal con una guía de preguntas sobre los siguientes aspectos: formato del curso, calidad de las explicaciones en cada video, diseño de las prácticas, utilidad de los recursos en la plataforma y opinión general. Se grabó el audio de cada una de las sesiones y se hizo una síntesis de los resultados.

### **Resultados**

Se mostrarán algunos de los resultados más relevantes sobre el curso, referidos a los siguientes aspectos:

#### **Calidad de las explicaciones en los videos**

Uno de los resultados que surgieron reiteradamente en los grupos focales, fue que los estudiantes consideraron que la forma en que los docentes se dirigían era muy agradable, los retaban y motivaban a seguir adelante. Además, que en el desarrollo de la temática lograban mantener la atención, sin embargo, preferían los procesos de solución más detallados cuando se empleaban algoritmos. Asimismo, se destacó que el uso de software graficador y simulación de trabajo en la pizarra, fueron recursos que facilitaron la comprensión de los conocimientos. Asimismo se determinó que el tipo de música era muy importante, incluso necesaria, pero no podía ser un distractor.

La observación participante permitió recolectar insumos decidir acerca de la inclusión de más ejemplos en videos. Además, que era necesario poner en la plataforma un documento con algunos conocimientos previos (fórmulas) porque si el video no contenía toda esa información, sería favorable encontrarla en el mismo entorno donde se desarrollaba el curso.

## Diseño de las prácticas, utilidad de los recursos en la plataforma

Los estudiantes manifestaron en las conversaciones sostenidas, que las retroalimentaciones ofrecidas en la plataforma, después de haber realizado cada ítem o pregunta (de manera correcta o incorrecta) era un recurso invaluable, porque permitían el autoaprendizaje, promovían el aprender del error y la adquisición de otras estrategias de solución.

1. Usando transformaciones en el plano
2. ¡Transformemos!
3. Autoevaluación (13 preguntas)  
Autoevaluación due Jul 30, 2017 17:30 CST
4. Material de conocimientos previos
5. Materiales complementarios

▶ Examen Final

VER LA UNIDAD EN STUDIO

### Pregunta 13

🔖 Marcar esta página

**Respuesta cerrada**  
1/1 point (graded)

Observe la siguiente figura:

Se desea obtener la imagen número 7, aplicando únicamente una rotación al cuadrilátero número 5. La medida del ángulo positivo en que la imagen 5 debe girar alrededor de E, para obtener al imagen 7, corresponden a:

✔ Answer: 90

Explicación

La imagen 7 se genera al efectuar dos rotaciones consecutivas con un ángulo positivo de  $45^\circ$  y centro E a la imagen 5.

Figura 4. Ítem de respuesta cerrada con su retroalimentación.

Además, los docentes asesores identificaron dificultades en la resolución de algunos problemas. Esto implicó la valoración del nivel de dificultad de los mismos, debido a que algunos estudiantes realizaban varios intentos en busca de la solución, sin embargo les era difícil llegar a ella.

### Consideraciones finales

Debido a la información recolectada, se hicieron ajustes en varios de los elementos del curso, entre ellos se mejoraron los videos, ampliando el nivel de detalle en algunas soluciones expuestas por los profesores, se incorporó una sección de conocimientos previos con fórmulas de uso frecuente y se ampliaron las retroalimentaciones de cada uno de los ítems, de manera que cada solución fuera una explicación detallada de una o varias estrategias para enfrentar el problema.

El papel de los profesores colaboradores (profesores de matemáticas con vasta experiencia

en la estrategia metodológica de resolución de problemas) fue fundamental para lograr los ajustes indicados por los estudiantes. Ellos determinaron a través de la observación, las dificultades en la comprensión de algunos problemas, por tanto se pudo terminar cuáles eran los conocimientos previos necesarios o cuál videos debían ampliar su explicación. También, tuvieron un papel determinante en la identificación de estrategias alternativas de solución, lo que permitió incluir en el curso elementos pertinentes y precisos vinculados con las necesidades de los estudiantes.

En el informe de ejecutivo de Gutiérrez y Artavia (2017), que contiene datos cuantitativos acerca de la implementación de este curso, se indica que la matrícula final de este curso en línea alcanzó 3383 estudiantes y se mostró una deserción normal en la modalidad MOOC. Asimismo, los 15 videos que conformaban el curso alcanzaron en conjunto 7336 visualizaciones. En cuanto a las prácticas, como era de esperar según el comportamiento de la modalidad, fue creciendo en función de la deserción con mayor número de participantes fue reportada en P1 y P2 con un total de 94,79% y 61,90% respectivamente. La práctica 8 fue la menos realizada por los usuarios, con un 19,79% de participación. Con respecto al porcentaje de calificación de las prácticas en el curso PGB, se observa que la mejor nota fue en la P2 con un 71%, seguida de la P7 con un 66% de participación. Las notas más bajas correspondieron a las prácticas P5 con 51%, seguida de P1 y P3 con 53% cada una. El promedio de las 8 prácticas fue 59,38%. En el caso de este curso, la nota final del examen fue 45%.

### Referencias y bibliografía

- Alberth, M. (2007) *La Investigación Educativa. Claves Teóricas*. Madrid, España: McGraw-Hill/ Interamericana.
- Espinoza, J. y Zumbado, M. (2015). *Planes piloto en la implementación de nuevos programas de Matemáticas*. Cuadernos de Investigación y Formación de Educación Matemática. Año 10, N°13, 133-142.
- Gutiérrez, J. y Artavia, A. (2017). *Informe Ejecutivo Proyecto Reforma de la Educación Matemática en Costa Rica. Plataforma educativa para la formación de docentes y estudiantes de Matemáticas*. Informe inédito. Proyecto Reforma de Educación Matemática en Costa Rica. San José.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. (4 ed.). México: McGraw-Hill.
- MEP (2012). *Programas de estudio de Matemáticas para la Educación General Básica y el Ciclo Diversificado*. San José, Costa Rica: autor.
- MEP, Proyecto Reforma de la Educación Matemática en Costa Rica (2013). *Plan de Transición 2013-2015*. San José, Costa Rica: autor.
- MEP, Proyecto Reforma de la Educación Matemática en Costa Rica (2016). *Descripción del curso virtual Preparación Geometría Bachillerato*. San José, Costa Rica: autor.