

## Estrategia para el seguimiento y evaluación de los aprendizajes en un MOOC de introducción al álgebra

**Teresa Sancho**

tsancho@uoc.edu

Universitat Oberta de Catalunya, Spain

**Vanesa Daza**

vanesa.daza@upf.edu

Universitat Pompeu Fabra, Spain

### Resumen

Existen distintas estrategias metodológicas para el seguimiento y evaluación de los participantes en un MOOC. En este artículo se elabora y justifica una propuesta para el MOOC de álgebra básica, “Descodificando álgebra”, orientado a la preparación en matemáticas de futuros estudiantes de estudios universitarios científico-técnicos. La presencia del profesor se concreta en forma de vídeos donde expone los contenidos del curso y proporciona recursos adicionales y actividades de aprendizaje. El proceso incluye cuestionarios con *feedback* automático, que ayudan al estudiante a seguir su proceso de aprendizaje de forma regular. Este enfoque supone una actividad individual del participante y una interacción mínima con el tutor y el resto de compañeros. Para la evolución de la propuesta metodológica existente se tienen en cuenta distintos factores: los resultados de la experiencia en la primera edición del curso; el hecho de que se trata de un curso de transición hacia un pensamiento matemático; expectativas, actitud y estrategia del participante; experiencias exitosas con *feedback* automático en contextos de aprendizaje en línea; revisión por pares y acceso abierto. La novedad principal radica en la elaboración de un ejercicio al final de curso que debe ser revisado por pares a través de una rúbrica construida a tal efecto.

## **Strategy for monitoring and evaluation of learning in introductory algebra MOOC**

**Teresa Sancho**

tsancho@uoc.edu

**Vanesa Daza**

vanesa.daza@upf.edu

### **Abstract**

There are different methodological strategies for monitoring and evaluation of the participants in a MOOC. This article elaborates and justifies a proposal for the MOOC basic algebra, "Algebra Decoding", aimed at preparing students for future mathematics of scientific-technical college. The presence of the teacher is in the form of videos where he outlined the course content and provides additional resources and learning activities. The process includes automatic feedback questionnaires, which help the students to continue their learning process regularly. This approach involves an individual participant activity and minimal interaction with the tutor and other colleagues. For the evolution of the existing methodological proposal takes into account several factors: the results of the experience in the first course; the fact that this is a conversion to a mathematical thinking; expectations, attitude and strategy of the participant; successful experiences with automatic feedback in online learning contexts; peer review and open access. The main novelty lies in the development of an exercise at the end of course you should be peer reviewed through a purpose-built section.

## I. Introducción

En las aulas universitarias, la diferencia de niveles en asignaturas científicas (especialmente matemáticas) con la que los estudiantes acceden a los estudios universitarios es notable (Moreno *et al.*, 2010). En Catalunya, este hecho se ve agravado, en parte, por el elevado número de estudiantes procedentes de Ciclos Formativos de Grado Superior (CFGS): el curso 2012-13, 1,321 estudiantes de CFGS de un total de 9,561 en ingenierías y ciencias. En la Escuela Superior Politécnica de la Universitat Pompeu Fabra, por ejemplo, en cada cohorte, el 21,1% de los estudiantes (en promedio), accede a través de esta vía. Hay que tener en cuenta que este grupo de estudiantes, en algunos casos, no han realizado el Bachillerato (y los que lo han hecho, hace como mínimo 3 años que lo cursaron) por lo que tienen especiales carencias en física y matemáticas. Esta realidad ha obligado a la práctica totalidad de las universidades catalanas y españolas a ofrecer apoyo a los futuros estudiantes de carreras científico-técnicas en forma de material complementario, cursos propedéuticos o asignaturas optativas (Moreno *et al.*, 2012).

Otro elemento a destacar es la notable y sostenida disminución de la demanda de estudios científico-técnico: en el curso 2001-02, un 27,4% de estudiantes se matricularon en carreras de ingeniería o ciencias mientras que en el curso 2012-2013 lo han hecho el 20,3%. Por un lado se observa un decrecimiento de vocaciones tecnológicas, a pesar del incremento en la necesidad de profesionales en ingeniería (1,2% anual); por el otro, disminuye el número de titulados en esta área entorno al 3% en la última década (FOBSI, 2008).

Esta falta de vocaciones ha provocado la puesta en marcha de distintos proyectos orientados a corregir el desinterés de los jóvenes preuniversitarios y estudiantes de etapas más tempranas hacia los estudios de carácter tecnológico. En el año 2008, el gobierno catalán, las universidades y los colegios profesionales impulsaron el programa *Enginycat*. Cuatro años más tarde, en el 2012, finalizó su actividad con éxito: el número de estudiantes de primer curso había incrementado en un 17,7% durante su vigencia. El pasado mes de abril de 2014, la Real Academia de Ingeniería y las Universidades Politécnicas de Madrid y Valencia presentaron el proyecto "Fomento de las vocaciones tecnológicas" con el objetivo de promover el conocimiento técnico y de la ingeniería, con el apoyo de las principales empresas del país y, por descontado, a través de acciones conjuntas con colegios e institutos de enseñanzas medias.

En la línea de promover el interés por la ciencia y la tecnología pero también ante la necesidad de nivelar los conocimientos de matemáticas de los estudiantes que acceden a estudios universitarios científico-técnicos, se planteó la creación de un curso masivo en línea y en abierto, lo que se conoce como un MOOC (del inglés, Massive Open On-line Course). Se llamó al MOOC "Descodificando Álgebra" y su objetivo principal era ofrecer recursos de calidad, basados en material audiovisual, que facilitaran la adquisición o recuperación de competencias para la manipulación de objetos y conceptos matemáticos básicos, necesarios para afrontar con garantías un curso de álgebra lineal de un grado universitario de carácter técnico. Puesto que debía ser un curso motivador, se trabajó en dos direcciones: la creación de un entorno aplicado y atractivo; el desarrollo de un hilo argumental a través de la criptografía. En el marco de una docencia que valora y aplica nuevas metodologías instruccionales (*active learning, student-centered, inquiry learning or experiential learning*) se ofrecen y discuten posibles respuestas a cuestiones sobre la

seguridad y la privacidad de la información digital que utilizamos siguiendo algunos principios básicos para una docencia de las ciencias y la ingeniería eficaz (Ambrose, 2010).

El objetivo de este artículo es diseñar un método de seguimiento y evaluación de los participantes en un MOOC de álgebra, teniendo en cuenta: a) los resultados de la experiencia en la primera edición del curso; b) el hecho de tratarse de un curso de transición hacia un pensamiento matemático; c) expectativas, actitud y estrategia del participante; d) experiencias exitosas con feedback automático en contextos de aprendizaje en línea; e) revisión por pares y f) acceso abierto.

Después de introducir el contexto en qué se diseña el MOOC "Descodificando Álgebra", se presenta la problemática en relación al modelo de interacción y *openness* en un curso masivo y abierto. A continuación se describe el curso con cierto detalle y se presentan los resultados de la experiencia en la primera edición del mismo. Con el propósito de mejorar el sistema de seguimiento y evaluación del participante en un MOOC a tenor de los resultados obtenidos, se presentan algunos de sus elementos clave y se procede a la propuesta de diseño. Se cierra el artículo con algunas reflexiones finales acerca de la pertinencia de la propuesta y las opciones de progreso que su implementación puede facilitar.

## II. Problema de investigación: modelo de interacción y *openness* en un MOOC

En un curso en línea masivo difícilmente puede considerarse el seguimiento y evaluación individual por parte del tutor. Los elementos básicos de nuestro curso, y de acuerdo con un planteamiento tradicional, son las presentaciones en video y los cuestionarios. Si bien es un modelo que resuelve dicho problema, nos planteamos si un modelo que tienda a romper la relación 1 a n y considere la interacción entre los n+1 integrantes del curso, puede contribuir a la creación de conocimiento. Con el objetivo de avanzar en esta línea, exploraremos las características de los MOOCs conectivistas (cMOOCs), concretamente en relación al trabajo colaborativo y la revisión por pares.

Los cMOOCs, inspirados en las primeras propuestas de George Siemens y Stephen Downes, se basan en la teoría conectivista y el constructivismo social (<http://www.connectivism.ca/>). En este tipo de cursos, los participantes asumen los roles de "estudiante" y "profesor": se comprometen y comparten información en una experiencia singular de enseñanza-aprendizaje. De hecho, los participantes gestionan la creación y generación de conocimiento a través de una intensa interacción facilitada por la tecnología. Diferentes estudios han mostrado que entre las condiciones que favorecen el compromiso con el proceso de aprendizaje en un cMOOC están la "presencia social" de los instructores y las universidades a las que pertenecen pero también de los participantes; ello mejora la creación de comunidad así como el sentimiento de pertenencia que facilita la confianza y estimula la participación activa (Kop, 2011).

La misma Kop (2011) señala tres ámbitos en los que queda mucho camino por recorrer: la presencia, la autonomía de quien aprende y las competencias críticas. En relación a la presencia, ella observa el gran número de personas que nunca escribe y solamente lee los mensajes que

escriben otras (*lurkers*), así como el bajo porcentaje de participantes mínimamente activos. En cuanto a la autonomía, ella constata el alto grado de autonomía necesario para tener una experiencia satisfactoria en un MOOC. Finalmente, identifica competencias sofisticadas relacionadas con las redes en línea para moverse con comodidad en un curso de este tipo. De esta reflexión emerge una cuestión relevante y es el rol del participante en un MOOC así como sus expectativas. En este sentido, si por ejemplo el objetivo es obtener una certificación, es imprescindible abordar la evaluación de los aprendizajes. Y si, efectivamente, las competencias necesarias para trabajar en red son imprescindibles en el s.XXI, la evaluación tiene que ir necesariamente más allá de la adquisición de contenidos. El modelo y estrategias de los cMOOCs pueden dar respuesta a esta expectativa en un contexto como el explicitado: curso masivo, abierto, en línea de introducción al álgebra lineal.

Otro elemento característico de los MOOCs que debería ser explotado en profundidad es el acceso abierto. El carácter abierto de este tipo de cursos hace referencia a la inexistencia de requisitos de acceso y a las licencias de propiedad intelectual de sus recursos de aprendizaje. Aunque en la mayoría de estos cursos los materiales son accesibles de forma gratuita, ello no implica que puedan ser reutilizados. En particular, los contenidos de un cMOOC pueden ser fácilmente reutilizados para adaptarse a la composición y necesidades de las distintas cohortes (Yeager et al., 2013). De esta manera, los nuevos participantes pueden beneficiarse de los contenidos creados en ediciones anteriores y contribuir a su renovación. De acuerdo con los ideales del *open access*, o del más amplio *open movement*, ésta es una forma de asegurar la actualización de los contenidos basada en un intercambio continuo de ideas y posicionamientos por parte de todos los miembros de la comunidad.

### III. Características del MOOC “Descodificando Álgebra”

“Descodificando Álgebra” fue el primer MOOC lanzado por la Universitat Pompeu Fabra a través de la plataforma virtual MiriadaX. El objetivo principal del curso es que los estudiantes comprendan conceptos algebraicos básicos y sean capaces de aplicarlos adecuadamente. Como hilo conductor del curso, y a modo de elemento motivador, se utilizan problemas relacionados con la criptografía y la teoría de códigos (de aquí el juego de palabras del título del curso, que persigue *descifrar* los conceptos básicos del álgebra lineal). Se pretende así ampliar el público objetivo no solamente atractivo para futuros estudiantes de grados universitarios científico-técnicos sino también para todas aquellas personas interesadas en temas relacionados con la criptografía o la aplicabilidad de las matemáticas en las tecnologías de la información y las comunicaciones. Los problemas a tratar fueron cuidadosamente seleccionados y simplificados de manera que, a pesar de corresponderse con situaciones reales, podían ser enunciados sin tener conocimientos específicos de redes.

La estructura del curso así como la tipología de recursos se diseñaron teniendo en cuenta los requerimientos y las limitaciones que presentaba la plataforma MiriadaX en su primera versión.

El curso consta de 5 módulos, cada uno de los cuales tiene una duración de una semana, a excepción de uno de los módulos que es de dos. La dedicación semanal promedio se estima entre 3

y 5 horas. Los principales contenidos del curso son los propios de un curso de introducción al álgebra básica: estructura y propiedades básicas de la teoría de conjuntos (módulo 1), fundamentos de aritmética modular (módulo 2), introducción a las matrices y los polinomios (módulo 3), conceptos básicos de los espacios vectoriales (módulo 4) y, finalmente, introducción y propiedades de los números complejos (módulo 5).

Se trata de un curso de transición a la universidad y por lo tanto, aparte de cubrir muchos contenidos propios de la Enseñanza Secundaria, se proporcionan herramientas para un pensamiento matemático avanzado a través de aplicaciones en el ámbito de la ingeniería. Algunos de estos conceptos se cubren durante las primeras semanas de las asignaturas propias de la titulación a modo de repaso, pero resultan del todo insuficientes para los estudiantes procedentes de Ciclos Formativos de Grado Superior, especialmente para aquellos que no han cursado Enseñanza Secundaria.

Al inicio de cada módulo se publica lo que llamamos "reto", a través de un vídeo breve, de 3 a 5 minutos de media, donde se plantea a los estudiantes un problema "real" relacionado con las comunicaciones digitales. Concretamente los retos introducidos en el curso son 5:

- ¿Cómo cifraba Julio César sus mensajes para que los enemigos no pudiesen descubrir su contenido?
- ¿Cómo se garantiza la confidencialidad de las comunicaciones en Internet?
- ¿Es posible compartir un secreto entre un grupo de personas de manera que sólo puedan recuperar el secreto aquellos grupos de personas que estén autorizados a conocer el secreto?
- ¿Se puede recuperar la información que se envía pese a que en la transmisión se haya visto modificada (voluntaria o involuntariamente) parte de la información?
- ¿En qué se diferencian nuestros actuales ordenadores de los ordenadores cuánticos? (llamados a sustituir a los primeros en un futuro no muy lejano)

En cada uno de los módulos se proporcionan las herramientas matemáticas necesarias que permiten resolver el reto a través de diferentes materiales, en particular vídeos y documentación con contenidos y enlaces a sitios de Internet. Hay cuatro tipos de vídeo diferentes:

- vídeos *reto* que presentan el problema sobre el que se trabajará en el módulo;
- vídeos *conceptuales* de aproximadamente 10 minutos donde se introducen los conceptos matemáticos del módulo así como preguntas tipo test para ser resueltas durante el visionado del vídeo (o pausándolo durante unos breves segundos) a modo de auto-evaluación y ejercicios conceptuales propuestos a los estudiantes para ser resueltos una vez los conceptos hayan sido asimilados. Para facilitar la identificación de estas dos actividades de auto-evaluación dentro de cada vídeo, se identifican con una misma imagen;
- vídeos *resolución ejercicios* que contienen la resolución de los ejercicios propuestos en los vídeos conceptuales;

- y finalmente, vídeos *resolución reto*, que proponen una solución al problema presentado en el vídeo reto del módulo a partir de las herramientas introducidas en los vídeos conceptuales.

En definitiva, cada módulo contiene principalmente un conjunto de vídeos: desde el vídeo donde se plantea el reto, al de su resolución, pasando por todos aquellos en que se introducen los conceptos algebraicos básicos que dan contenido al módulo. Todos y cada uno de ellos deberían ser visionados por los estudiantes en el orden especificado. En tanto que cada uno aborda un concepto específico, se recomienda al estudiante no pasar al siguiente vídeo hasta que el concepto presentado en el actual no esté completamente claro.

Aparte de las dos pruebas de auto-evaluación que hemos mencionado anteriormente y que se proponen en prácticamente la totalidad de los vídeos, el seguimiento y la evaluación de los aprendizajes, se realiza a través de diferentes pruebas. Justo al inicio del curso se propone un módulo 0 (al que llamamos "Km 0" haciendo referencia al punto de partida del curso) en el que el estudiante, realiza un breve cuestionario de 10 preguntas. Este cuestionario permite establecer qué conocimientos del curso ya son conocidos por el estudiante, y permite identificar el nivel de conocimientos con el que los estudiantes acceden al curso.

La evaluación principal de cada módulo consiste en un cuestionario de entre 8 y 10 preguntas que los estudiantes deben realizar una vez completado el módulo. Cada pregunta es un ejercicio de uno de los conceptos principales trabajados durante el módulo. Cada pregunta presenta 4 posibles respuestas de las que tan sólo una es la correcta. El estudiante dispone de tiempo ilimitado para responder las preguntas. Una vez se envía, se considera finalizado, y es evaluado de manera automática. Así, instantáneamente, el estudiante dispone de *feedback* específico para cada una de las preguntas- Esto incluye referencias a los vídeos que tratan los temas relacionados con la pregunta en concreto. De esta manera, el estudiante tiene localizada la parte del vídeo que debe volver a visionar. Para superar el módulo, un estudiante debe superar satisfactoriamente el 50% del cuestionario.

Finalmente, para poder superar el curso es necesario superar todos los módulos, así como un cuestionario de síntesis final que recoge los principales conceptos trabajados durante el curso. El cuestionario de síntesis final consta de preguntas de estilo similar a los cuestionarios de final de módulo, donde se propone un ejercicio y un conjunto de 4 posibles respuestas de las cuales tan sólo una es correcta.

Además se propone, para cada módulo, una actividad adicional, sin repercusión en la valoración final, cuyo principal objetivo es incrementar el dinamismo y la colaboración entre los participantes del curso. Dicha actividad consiste en sugerir un ejercicio (con resolución) relacionado con la temática del módulo que en opinión del estudiante sea interesante para el aprendizaje de alguno o algunos de los conceptos propuestos en el módulo. El resto de los compañeros pueden consultar los ejercicios propuestos y opinar sobre la utilidad/calidad del ejercicio propuesto utilizando la opción "Me gusta" que ofrece la plataforma. Para fomentar la participación en esta actividad, se explicó a los estudiantes que con aquellos ejercicios más votados (aquellos que obtuviesen un número más elevado de "Me gusta") se construiría la lista de ejercicios de la próxima edición del curso. Además, bajo su consentimiento, se podía incluir el nombre y el país de origen del estudiante.

Con el objetivo de que los estudiantes sugieran preguntas, aporten reflexiones, o respondan a algunas de las propuestas de sus compañeros, se creó un espacio virtual que diese respuesta a estos requerimientos: el foro. A través de este espacio, un estudiante formula una pregunta o una reflexión, y el resto de estudiantes responde a la pregunta o reflexión hecha por su compañero. Para hacer frente a la componente masiva del curso, se organizó el foro de manera muy pautada, incluyendo numerosas carpetas organizadas por temáticas y tipologías, para facilitar la búsqueda de información y, por lo tanto, la generación de conocimiento. Pese a que se generaron un gran número de mensajes durante el curso, estos eran generados principalmente por un mismo conjunto de participantes que se mostraban notablemente más activos que el resto. Cabe destacar que la participación en el foro no tiene una implicación directa en la calificación del curso, hecho que puede influir en la no participación mayoritaria de los estudiantes en la actividad.

#### **IV. Análisis de la Experiencia**

Al finalizar el curso se analizó la experiencia con un triple objetivo. Por un lado, evaluar la experiencia desde la perspectiva del estudiante, por otro, investigar si los MOOCs podrían representar una alternativa útil para homogeneizar los diferentes niveles con los que los estudiantes acceden a la universidad. Finalmente, analizar la adecuación del sistema de seguimiento y evaluación propuesto para un curso de estas características y con similares contenidos.

Para analizar el primero de los puntos, se administraron dos cuestionarios a los participantes: uno justo antes de comenzar el curso para identificar el perfil de los participantes, inquietudes o intereses y otro, al finalizar, para conocer su grado de satisfacción de expectativas e identificar puntos débiles o fuertes del curso.

En la primera encuesta participaron el 10% de los estudiantes, la mayoría hombres de entre 15 y 50 años, principalmente españoles y con empleo (con un número significativo de desempleados de alrededor el 30%). Tres de cada cuatro estudiantes que participaron tenían, como mínimo, estudios de bachillerato. El interés mayoritario eran las matemáticas y sus aplicaciones. En la segunda encuesta, donde participaron 139 alumnos de entre los que habían seguido el curso, los resultados obtenidos fueron altamente satisfactorios. Así, el 95% consideró la experiencia muy positiva, con casi un 70% cuantificando el aprendizaje conseguido en mucho o bastante.

Para analizar el segundo de los puntos, y ver, por lo tanto, si el curso permitía armonizar los niveles de matemáticas en el momento de entrada a la Universidad, se analizó el resultado de un focus-group de 45 estudiantes que habían seguido el curso. De entre ellos, un 57% provenían de Bachillerato, mientras que el 43% restante procedía de Ciclos Formativos. Una vez finalizado el curso, se les preguntó si el curso les había ayudado a consolidar conceptos algebraicos vistos con anterioridad o a adquirir contenidos nuevos. La respuesta fue definitivamente positiva: un 90% de los participantes que contestaron manifestaron su satisfacción con el curso. Los resultados fueron publicados en Daza et al. (2013).

Sobre el tercero de los puntos a analizar, esto es, si el sistema de seguimiento y evaluación implementado durante el curso fue o no el más adecuado, la percepción fue diversa. Mientras que

el formato de los cuestionarios y el conocimiento de su funcionamiento permitieron reducir el número de incidencias y fomentaron la participación, la actividad de generación de enunciados tuvo un escaso índice de participación entre los estudiantes, en parte posiblemente al no ser una actividad obligatoria pero en parte, también, por desconocimiento del procedimiento que se debía seguir. Si se tiene cuenta que uno de los propósitos de esta actividad era facilitar una evaluación y seguimiento semiautomático del aprendizaje de los participantes a través de la interacción entre ellos, podríamos concluir que mientras que los cuestionarios cumplieron con el objetivo previsto, la actividad de generación de enunciados no tuvo el impacto esperado. Como consecuencia de este hecho, la interacción entre los participantes se vio prácticamente reducida a las preguntas y respuestas de los estudiantes que participaron en el foro.

Los resultados de la experiencia han forzado la revisión de la metodología actual y la elaboración de un nuevo diseño para el seguimiento y evaluación formativa del participante en este MOOC. Para ello, es imprescindible identificar el enfoque actual y revisar algunos elementos que pueden motivar y justificar la introducción de cambios en el modelo pedagógico subyacente.

## **V. Elementos para el diseño del seguimiento y evaluación del participante en un MOOC**

El curso descrito en este artículo está planteado de acuerdo con la estructura de la mayoría de cursos ofrecidos por las plataformas Miriada X, edX o Coursera, también llamados xMOOC. En este tipo de cursos el profesor sigue siendo la fuente de información principal. La presencia del profesor se concreta en forma de vídeos donde expone los contenidos del curso y proporciona recursos adicionales y actividades de aprendizaje. El proceso incluye cuestionarios con *feedback* automático, más o menos sofisticados según la plataforma. Este enfoque supone una actividad individual del participante y una interacción mínima tanto con el tutor como con el resto de compañeros.

Los resultados preliminares de este planteamiento han sido satisfactorios: un 10% de las personas que se registraron terminó el curso y el 95% de las que participó en una encuesta al finalizar el curso, consideró la experiencia muy positiva. Aunque, en el marco de un MOOC, estas cifras resultan alentadoras, quisiéramos abundar en tres elementos que a nuestro modo de ver podrían dar las claves para la revisión del planteamiento actual: a) la pertinencia del *feedback* automático en cursos de matemáticas; b) las expectativas del participante y c) las singularidades que presenta el enfoque y la temática del curso.

a) El uso de cuestionarios de autoevaluación ha demostrado ser eficaz en cursos en línea no solamente masivos y abiertos. El curso "Introducción a las matemáticas para la ingeniería" de la Universitat Oberta de Catalunya (UOC), por ejemplo, tiene su pilar básico en la evaluación formativa. La estrategia docente se basa en la actividad regular y sistemática por parte del estudiante, quien recibe *feedback* automático de cada actividad. Según Sancho-Vinuesa y Escudero-Viladoms (2012) los resultados obtenidos sugieren que esta metodología docente da a los estudiantes la oportunidad de regular su propio proceso de aprendizaje y al profesorado, la posibilidad de detectar problemáticas y reaccionar con agilidad; por otro lado, fomenta las interacciones con contenido matemático tanto entre estudiantes como entre estudiante y profesor. En un análisis posterior, estas autoras (2013) sostienen que con esta propuesta docente se ha

reducido el número de estudiantes que abandonan y los resultados académicos han mejorado sensiblemente.

Aunque la estrategia docente de este curso de la UOC ha proporcionado una mejora considerable en el nivel de seguimiento y compleción del curso, no existen resultados concluyentes en relación al efecto del *feedback* automático sobre el proceso de aprendizaje (Escudero, 2013). Un análisis en profundidad de la experiencia sugiere que dicho efecto responde a una realidad compleja, combinación de factores afectivos y cognitivos. Asimismo, se han hallado indicios de que el efecto del *feedback* también está relacionado con la forma en que el estudiante aborda su proceso de aprendizaje y, en consecuencia, con los objetivos que el estudiante se fija en relación a la resolución de cuestionarios (Escudero, 2013). En definitiva, el éxito de una metodología como la expuesta depende de las expectativas, actitud y posicionamiento del estudiante (o participante) en relación a su proceso de aprendizaje.

b) De acuerdo con Koller et al. (2013), más que mejorar el porcentaje de retención de los participantes en el MOOC, el diseño pedagógico de un MOOC debería estar orientado a aumentar el nivel de satisfacción de los participantes en relación con sus expectativas iniciales. En un curso como "Descodificando álgebra", la mayoría de los participantes desean, más allá de una certificación, tener una experiencia de aprendizaje de calidad, familiarizarse con los contenidos básicos del álgebra y manipular los objetos algebraicos en contextos propios de su ámbito de interés (ciencia, tecnología, ingeniería o matemáticas).

c) En cuanto al enfoque y la temática del curso, hay dos elementos claramente marcados por la tipología de su contenido, fundamentos de álgebra lineal: por un lado, el nivel de estudios previos y, por otro, el hecho que sea un curso (en línea) de transición hacia un pensamiento matemático avanzado. Según Engelbrecht (2010) las formas de trabajar en matemáticas avanzadas difieren considerablemente de las esperadas a nivel de bachillerato, donde se espera que los estudiantes únicamente apliquen métodos claramente establecidos. En este curso introductorio se proporcionan algunas herramientas para que los estudiantes sean capaces de manipular objetos algebraicos básicos y hacer razonamientos deductivos. Vocabulario, notación matemática, argumentación y tipología de actividades conllevan dificultades específicas a la mayoría de estudiantes de los primeros cursos de una carrera científico-técnica.

## **VI. Propuesta de diseño de seguimiento, evaluación y *feedback***

En diferentes partes del texto se han puesto de relieve algunos aspectos sobre los que pivota la revisión y mejora de la estrategia metodológica del curso "Descodificando álgebra": curso de transición hacia un pensamiento matemático avanzado; expectativas, actitud y estrategia del participante; experiencias distintas con *feedback* automático, revisión por pares y acceso abierto.

En este artículo, se propone un diseño específico para la autoregulación y evaluación de los participantes en un MOOC existente de introducción al álgebra que consiste en lo siguiente: Por un lado, se establece un sistema de seguimiento continuado con *feedback* automático, que no solamente informa de la validez de la respuesta, sino que proporciona sugerencias y comentarios

del posible origen de su error; por el otro, se incluye un ejercicio al final de curso que debe ser revisado por pares.

Este ejercicio final consiste en la elaboración de una pregunta de cuestionario, similar a las realizadas durante el seguimiento del curso. Cada estudiante debe proponer un enunciado de pregunta, así como cuatro posibles respuestas. Si la plataforma lo permite, se plantearía una pregunta de opción múltiple, donde puede haber más de una respuesta correcta. En el caso de que no sea posible, será una única respuesta correcta. Además, para cada una de las respuestas, el estudiante debe proporcionar retroalimentación que facilite la comprensión de cada una de las respuestas proporcionadas.

La revisión de esta actividad será por pares. Para ello, se facilitará a los estudiantes una rúbrica que permitirá precisar los aspectos que se evaluarán de cada una de las preguntas así como homogeneizar los criterios de evaluación de los diferentes estudiantes (Moreno et al., 2013). Facilitar a los estudiantes dicha rúbrica no sólo ayudará a la evaluación por pares, si no que permitirá que el estudiante, desde un inicio, sea consciente de lo que se espera de él. Éste es un elemento de apoyo fundamental que refuerza el sentido de responsabilidad sobre su proceso de aprendizaje. Además, permitirá al estudiante elaborar y autoevaluar su propia propuesta: podrá mejorar sus puntos débiles y consolidar las potencialidades que presenta.

Los aspectos que se evaluarán mediante la rúbrica serán los siguientes: descripción (que incluye tanto si el enunciado y el *feedback* proporcionado para cada una de las respuesta es correcto, como el formalismo y el rigor matemático que se ha utilizado en su formulación), contenido (haciendo referencia a la veracidad/falsedad de las respuestas y del *feedback* según la propuesta que haya realizado el estudiante), *feedback* (donde se evalúa la claridad y la calidad del *feedback* proporcionado), originalidad (donde se evalúa la originalidad de la pregunta propuesta) y, finalmente, transversalidad (donde se tendrá en cuenta el encaje de la pregunta en los diferentes módulos del curso, promoviendo el encaje en más de un módulo al tratarse de un ejercicio de evaluación de todo el curso).

En referencia a la escala para establecer los resultados de la evaluación, los niveles serán tres: bajo, adecuado y excelente.

La rúbrica que permite evaluar los distintos criterios con una escala de tres valores es la siguiente (tabla 1):

	<b>Bajo</b>	<b>Adecuado</b>	<b>Excelente</b>
--	-------------	-----------------	------------------

<b>Descripción</b>	Descripción incompleta y/o que presenta incorrecciones.	Descripción correcta pero falta formalismo y rigor matemático en el enunciado de la pregunta o en las respuestas propuestas.	Descripción correcta, con rigor matemático, que utiliza una notación matemática adecuada.
<b>Contenido</b>	Hay más de un error de contenido en las respuestas o en el <i>feedback</i> de la pregunta.	Hay un error de contenido en las respuestas o en el <i>feedback</i> de la pregunta.	Respuestas y <i>feedback</i> sin errores de contenido.
<b>Feedback</b>	Menos de dos de las respuestas tienen un <i>feedback</i> detallado que ayuda a la comprensión de la respuesta proporcionada.	Al menos dos de las respuestas tienen un <i>feedback</i> detallado que ayuda a la comprensión de la respuesta proporcionada.	Todas las respuestas tienen un <i>feedback</i> detallado que ayuda a la comprensión de la respuesta proporcionada.
<b>Originalidad</b>	Utiliza principalmente ideas propuestas durante el curso.	Propone una idea original y novedosa en la pregunta.	Pregunta creativa con, al menos, dos propuestas originales.
<b>Transversalidad</b>	Se consideran conceptos de un único módulo del curso.	Se trabajan conceptos de dos módulos del curso.	En más de dos módulos están involucrados los conceptos de la pregunta planteada.

Tabla 1. Rúbrica para la evaluación de la actividad final

La valoración final de la actividad es el promedio de los valores obtenidos en cada uno de los criterios, siempre y cuando un máximo de dos de ellos hayan sido valorados con un "Bajo".

Cada uno de los trabajos será evaluado por tres personas y el resultado final será "realiza la actividad satisfactoriamente" en el caso que mayoritariamente las valoraciones sean positivas y "no realiza la actividad satisfactoriamente", en caso contrario.

El equipo docente actualizará el conjunto de actividades de la siguiente edición del curso, tomando en consideración todas y cada una de las actividades valoradas como "excelente" por alguno de sus revisores.

## VII. Algunas reflexiones finales

La propuesta metodológica descrita es adecuada para los dos perfiles básicos de participante, identificados a partir de la experiencia. Si el objetivo de quien se inscribe es adquirir las competencias básicas necesarias para seguir adecuadamente unos estudios científico-técnicos, un sistema basado en la actividad regular con *feedback* automático viene sustentado por sus buenos resultados en cursos de matemáticas en línea (con independencia del número de estudiantes). Además, una actividad final creativa que incluye la revisión de otros, puede contribuir a pasar de una práctica mecánica y procedimental a un pensamiento matemático crítico, en un curso de transición como éste. Si en cambio, el participante es un profesor de matemáticas y su objetivo es curiosear, conocer otras formas de presentar contenidos de álgebra básica, solamente realizará algunos cuestionarios pero probablemente tendrá interés en crear nuevas actividades y revisar las propuestas realizadas por compañeros del curso. En esta situación, la metodología propuesta también satisface las expectativas de quien se registra.

En ambos casos se garantiza una actualización permanente de las actividades del curso a través de un proceso colaborativo entre sus participantes y se consolida una dinámica de máxima obertura en relación a los recursos de aprendizaje.

En cualquier caso, un planteamiento como el expuesto es una contribución metodológica que da respuesta a los requerimientos de un curso de este tipo, tiene en cuenta elementos de contexto y garantiza la satisfacción de expectativas de sus participantes.

Como en cualquier proceso de innovación educativa, la implementación de la nueva estrategia el análisis de los resultados obtenidos y la evaluación de su eficacia pedagógica permitirán avanzar en dos sentidos: por un lado, la revisión y actualización de la propuesta docente en este curso concreto; por otro, la reflexión y evolución del modelo pedagógico subyacente a un curso en línea, masivo y abierto.

## Referencias

Ambrose, S.A.; Bridges, M.W.; DiPietro, M.; Lovett, M.C.; Norman, M.K.; Mayer, R.E. (2010) How Learning Works: Seven Research-Based Principles for Smart Teaching. Jossey –Bass.

- Daza, V., Makriyannis N., Rovira-Riera, C. (2013). MOOC attack: closing the gap between pre-university and university math. *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning*, In press.
- Engelbrecht, J. (2010). Adding structure to the transition process to advanced mathematical activity, *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 41(2), 143-154.
- Escudero, N. (2013). Feedback, confiança matemàtica i aprenentatge matemàtic en un entorn d'aprenentatge en línia. Tesis doctoral. [En línea]. Consultado: [28, mayo 2014]. Disponible en: <http://www.tdx.cat/handle/10803/117440>.
- FOBSI (2010). *Situació i Perspectives Laborals dels Professionals TIC a Catalunya*. [En línea]. Consultado: [5, marzo 2014]. Disponible en: [http://www20.gencat.cat/docs/empresaiocupacio/17%20-%20Telecos%20i%20SI/Documents/Dades%20i%20estadistiques/2010/Professionals\\_TIC/Informe%20professionals%20TIC%202010.pdf](http://www20.gencat.cat/docs/empresaiocupacio/17%20-%20Telecos%20i%20SI/Documents/Dades%20i%20estadistiques/2010/Professionals_TIC/Informe%20professionals%20TIC%202010.pdf).
- Koller, D., Ng, A., Do, C., Chen, Z. (2013). Retention and Intention in Massive Open Online Courses: In Depth. *Educause Review Online*. [En línea]. Consultado: [5, marzo 2014]. Disponible en: <http://www.educause.edu/ero/article/retention-and-intention-massive-open-online-courses>
- Kop, R. (2011). The Challenges to Connectivist Learning on Open Online Networks: Learning Experiences during a Massive Open Online Course. *The International Review of Research in Open and Distance Learning, Special Issue - Connectivism: Design and Delivery of Social Networked Learning*, 12(3).
- Milligan, C., Littlejohn, A., Margaryan, A. (2013). Patterns of Engagement in Connectivist MOOCs. *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, 9(2).
- Moreno, V., Carpintero, G., Hernández-Leo, D. (2013). Dos casos del uso de rúbricas para la evaluación de Trabajos de Final de Grado. III Jornadas de Innovación Educativa en Ingeniería Telemática.
- Moreno, V., Dempere, L., García, N., Hernández-Leo, D. (2010). Desenvolupament en Moodle d'Eines d'Autoaprenentatge i Avaluació continua en les àrees de Física i Matemàtiques. En VI CIDUI. Nuevos espacios de calidad en la educación superior.
- Moreno, V., Hernández-Leo, D., Daza Fernández, V. (2012). El programa EnginyCat a l'Escola Superior Politècnica. Mentoria, suport acadèmic i adaptació al nou context formatiu. En VII CIDUI: La Universitat, una institució de la societat.
- Sancho-Vinuesa, T; Escudero-Viladoms, N. (2012). A Proposal for Formative Assessment with Automatic Feedback on an Online Mathematics Subject. *RUSC. Revista de Universitat y Sociedad del Conocimiento*, 9(2), 240-260.

Sancho-Vinuesa, T.; Escudero-Viladoms, T. (2013). Continuous activity with immediate feedback: a good strategy to guarantee student engagement with the course. *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning*, 28(1).

Yeager, C.; Hurley- Dasgupta, B.; Bliss, C.A. (2013). cMoocs and Global Learning: an Authentic Alternative. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 17(2). [En línea]. Consultado: [5, marzo 2014]. Disponible en: <http://sloanconsortium.org/jaln/v17n2/cmooocs-and-global-learning-authentic-alternative>.

### **Recommended citation**

Sancho T. and Daza V. (2014). Estrategia para el seguimiento y evaluación de los aprendizajes en un MOOC de introducción al álgebra En: *Digital Education Review*, 25, 36-50 [Accessed: dd/mm/yyyy] <http://greav.ub.edu/der>

### **Copyright**

The texts published in Digital Education Review are under a license *Attribution-Noncommercial-No Derivative Works 2,5 Spain*, of *Creative Commons*. All the conditions of use in: [http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/es/deed.en\\_US](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/es/deed.en_US)

In order to mention the works, you must give credit to the authors and to this Journal. Also, Digital Education Review does not accept any responsibility for the points of view and statements made by the authors in their work.

### **Subscribe & Contact DER**

In order to subscribe to DER, please fill the form at <http://greav.ub.edu/der>