

UNA PROPUESTA DE EVALUACIÓN FORMATIVA PARA EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS EN MATEMÁTICAS

A proposal of formative assessment for Project Based Learning in mathematics

Benjumeda, F. J.^a, Romero, I.^b y Zurita, I.^c

^aIES El Parador (Almería), ^bUniversidad de Almería, ^cUniversidad de Almería

Resumen

En la actualidad, los enfoques socio-constructivistas para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas necesitan procedimientos de evaluación coherentes con esta visión. Presentamos una propuesta para articular un sistema de evaluación formativa que pretende adaptarse a los progresos y las necesidades de alumnado de secundaria que sigue una metodología de Aprendizaje basado en proyectos. Mediante un experimento de enseñanza, se pone en práctica un sistema de semáforos que permite al alumnado autoevaluarse en las distintas capacidades de cada tarea y al profesor ofrecer una realimentación continua. Los resultados muestran la utilidad del sistema para el alumnado, al permitirle conocer las metas de aprendizaje y trabajar en sus puntos débiles, lo que redundará en una mejora de sus resultados académicos. Además permite al docente una planificación sistemática de las tareas y de mecanismos apropiados de realimentación y ayuda a los estudiantes.

Palabras clave: *evaluación formativa, aprendizaje basado en proyectos, interpretación de gráficas, investigación de diseño, secundaria*

Abstract

Nowadays, socio-constructivist approaches to mathematics teaching and learning need assessment procedures which are coherent with this vision. A proposal for articulating formative assessment is presented aimed at adapting to the progress and needs of secondary students that use Project Based Learning methodology. By means of a teaching experiment, carried out at a mathematics class of 2nd level of CSE, a procedure for sharing learning goals with students is implemented, together with a "traffic lights" system that allows students' self-assessment throughout the project and teacher's provision of continuous feedback. Results show the usefulness of the system for students, by allowing them to know the learning goals and to work on their weak points, which entails a significant improvement in their academic results. It also serves the teacher for a systematic planning of tasks and of appropriate tools for providing feedback and help to the students.

Keywords: *formative assessment, project based learning, graphics interpretation, Design-based research, secondary level*

INTRODUCCIÓN Y MARCO

El término evaluación formativa es introducido en el año 1967 por M. Scriven para referirse a los procedimientos utilizados por los profesores para adaptar su proceso de enseñanza a los progresos y necesidades de aprendizaje observados en su alumnado. De esta noción se desprende la necesidad de coherencia entre los procedimientos evaluativos y los procesos de enseñanza-aprendizaje.

El aprendizaje matemático se considera actualmente como un proceso de construcción de conocimiento dentro de un contexto social y cultural. La comprensión profunda, la resolución de problemas y el desarrollo del razonamiento matemático, entre otras competencias, se han convertido en las metas de aprendizaje. Esta evolución en las metas de la educación matemática, junto con la comprensión de cómo los alumnos aprenden la materia, no ha venido acompañada en

las aulas reales de una transformación acorde en la evaluación. Así, en un número sorprendente de casos, profesores que propugnan una visión constructivista del aprendizaje —evidenciada en la estructura de la lección, las tareas seleccionadas, el respeto por el pensamiento del estudiante y el cuidado en propiciar un ambiente de clase favorecedor de la comunicación matemática—no traducen esta visión en cambios en la selección y calificación de las tareas de evaluación, de tal manera que propicien la valoración de la comprensión de los estudiantes (Webb, 2004). En aras de la coherencia epistemológica entre la evaluación y el resto de elementos del currículum, se demandan nuevas aproximaciones a la evaluación que hagan visibles las formas de pensamiento de los escolares y, al mismo tiempo, incrementen las habilidades del profesorado para evaluarlas.

De acuerdo con Goos (2014), una aproximación socio-constructivista a la evaluación impone demandas al profesorado en cuanto a conocimiento y capacidades, entre las que deben incluirse:

- La formulación de criterios y estándares consistentes con metas curriculares que ponen en valor el pensamiento matemático complejo (contextualización, abstracción, conexión entre conceptos y representaciones), y el uso apropiado de herramientas y lenguaje matemático.
- La realimentación a los escolares “en tiempo real”, que permita a éstos avanzar en su aprendizaje de forma continuada.
- El estímulo para que asuman un papel protagonista en sus propios procesos de evaluación.
- La realización de juicios válidos sobre la calidad del desempeño de los escolares en distintos tipos de tareas.

De este modo, la evaluación formativa tiende a difuminar los límites entre instrucción y evaluación, para proporcionar acceso a las formas de pensamiento de los escolares. Ello es posible a través de tareas que admitan distintas respuestas, requieran la aplicación de conocimientos en contexto, y propicien múltiples modos de representación y comunicación para mostrar comprensión. Las tareas de modelización matemática y el trabajo por proyectos proporcionan oportunidades ricas para este tipo de evaluación. En este entorno de aprendizaje, Shepard (2000) señala la necesidad de investigaciones sobre una evaluación dinámica, que proporcione un andamiaje adecuado a los escolares para abordar con éxito este tipo de tareas, al tiempo que los implique en su propia evaluación. Ello puede ayudar a los escolares a familiarizarse con los criterios y estándares con los que se juzgará su aprendizaje, al tiempo que favorece la metacognición y la autorregulación.

Basándonos en estas ideas y llevados por la necesidad de articular un sistema de evaluación coherente con la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (Benjumeda, Romero y López, 2015), presentamos un experimento de enseñanza llevado a cabo en Secundaria. En un primer ciclo, diseñamos una propuesta para compartir las metas de aprendizaje de un proyecto con los escolares. Dichas metas son utilizadas para diseñar las tareas del proyecto y el examen, y para facilitar, mediante un sistema de semáforos, la autoevaluación de los escolares en cada tarea y la realimentación del profesor. En lo que sigue, presentaremos la metodología y los objetivos del trabajo; la planificación, implementación y observación de la propuesta; los resultados obtenidos; y una reflexión que incluye reajustes del sistema de cara al siguiente ciclo del experimento.

METODOLOGÍA Y OBJETIVOS

Este estudio forma parte de una investigación de diseño que se lleva actualmente a cabo en un Instituto de Enseñanza Secundaria para impartir la asignatura de matemáticas de los dos primeros niveles de ESO. En esta comunicación, presentamos el primer ciclo de un experimento de enseñanza (Confrey & Lachance, 2000), que tiene como objetivo articular un sistema de evaluación formativa para la asignatura de matemáticas, y que se ha llevado a cabo en un grupo de 2º de ESO cuyo profesor es miembro del equipo de investigación junto a dos investigadores de la universidad.

Los experimentos de enseñanza incluyen conjeturas que vinculan las preguntas de investigación con las actividades de los estudiantes en el entorno de clase y facilitan la observación de los comportamientos de éstos en torno a las tareas de aprendizaje y de sus interacciones con compañeros y profesor. A diferencia de las hipótesis, no se espera que las conjeturas se rechacen o se confirmen, sino que se examinen, refinen y modifiquen a lo largo de los sucesivos ciclos del experimento (Prediger et al, 2015). Para este primer ciclo, nuestra conjetura de partida es:

“Es posible diseñar una propuesta de evaluación basada en compartir las metas de aprendizaje con el alumnado al principio de los proyectos y a lo largo de las tareas que los componen. Estas metas proporcionarán una guía para que los estudiantes se autoevalúen cognitivamente, a través de un “sistema de semáforos”, y para que el profesor pueda realimentarlos en las sucesivas tareas que constituyen el proyecto. Se espera que este sistema de evaluación facilite al profesor la adaptación de su proceso de enseñanza a los progresos y necesidades de sus alumnos y, por ende, redunde en una mejora del aprendizaje de éstos”.

Las preguntas que nos planteamos en esta primera fase son:

- (a) Operatividad del sistema para el alumnado: ¿Son capaces los escolares de entender el significado de las metas de aprendizaje y de autoevaluar su progreso a través de ellas? ¿Lo valoran positivamente o, por el contrario, les resulta gravoso y no les compensa? ¿Se apropian de él en alguna medida o lo toman como un mero requisito que hay que cumplir? ¿Lo consideran útil? ¿En qué aspectos?
- (b) Operatividad del sistema para el profesor: ¿La información obtenida sirve al profesor para proporcionar una realimentación adecuada? ¿En qué medida el sistema es gravoso y en qué medida compensa? ¿Lo considera útil? ¿En qué aspectos?
- (c) ¿Redunda la propuesta de evaluación en una mejora del aprendizaje?

PLANIFICACIÓN

El trabajo desarrollado en la asignatura de matemáticas en el IES El Parador (Almería) en los dos primeros cursos de ESO se integra dentro del sistema interdisciplinar de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) del centro. Cada proyecto gira en torno a una temática global en la que el alumnado, organizado en equipos colaborativos, elabora, durante varias semanas, un producto final que suele ser expuesto ante una audiencia amplia o ante expertos. En la asignatura de matemáticas este producto suele desarrollarse a través de tareas abiertas complejas que implican la investigación, la indagación, la resolución de problemas reales auténticos, el diseño de estrategias y/o experimentos, la recogida de datos, el debate, la reflexión, la comunicación de ideas y el uso de las TIC. Además, durante el desarrollo de cada proyecto, se realizan otro tipo de tareas procedimentales y rutinarias que pretenden la asimilación de los contenidos programados de manera individualizada.

La metodología expuesta requiere una evaluación integral del alumnado, continua y formativa, que se adapte a las metas de la propuesta. En este sentido, además del sistema de calificación implantado en el centro, donde se tienen en cuenta aspectos esenciales del ABP como el producto final y el trabajo colaborativo, se ha pretendido dar un paso más con la implantación de una herramienta, el sistema de semáforos, que permita la autoevaluación del alumnado respecto a las capacidades que se espera desarrollen para cada proyecto a lo largo de las tareas que lo componen, facilitando así una comunicación constante con el profesor y un intercambio de información respecto a la consecución de las metas de aprendizaje.

La puesta en práctica del sistema de semáforos se ha llevado a cabo en el proyecto denominado "Ciudad Sostenible", en el que se ha profundizado en aspectos relativos al calentamiento global, las energías sostenibles y un sistema urbanístico y de edificaciones respetuoso con el medio ambiente. En el producto final cada equipo ha expuesto, ante un comité de expertos en la materia, propuestas

para reformar su barrio y un modelo de edificio eficientemente energético cuyas características y arquitectura eran presentadas mediante un dossier y una maqueta del mismo.

La temática del proyecto ha permitido trabajar los contenidos de las materias de ciencias, matemáticas y tecnología de manera conjunta, de forma que el alumnado ha realizado tareas donde se utilizaba el concepto de energía, calor o temperatura a través del uso de gráficas y diagramas; o ha realizado planos y maquetas a escala aplicando conocimientos sobre medida, cálculo de áreas y proporcionalidad. Desde la asignatura de matemáticas se han trabajado, por tanto, dos grandes bloques de contenidos: el uso (interpretación y construcción) de funciones, gráficas o diagramas, y el cálculo y estimación de medidas. En esta comunicación, nos centramos en el primer bloque.

iParador - Aprendizaje basado en proyectos -		2º ESO		Apellidos y nombre: <u>Alfonso Acosta/Alfonso</u>		Evaluación Formativa: Gráficas y diagramas						
TAREAS Y ACTIVIDADES		Tarea 2	Tarea 3	Tarea 4	Tarea 4	Tarea 5	Tarea 5	Tarea 5	Ficha 6	Ficha 7	Tarea 5	Producto final
SOY CAPAZ DE:		Aborro Energético	Consumo IES	Tarea 4 COMPASS	Ficha 4 Agua Aceite	Tarea 5 Orientación	Ficha 5 PRE Experiencia	Tarea 5 Gráficas Exprim	Ficha 6 POST Experiencias	Ficha 7 Análisis Gráficas	Tarea 5 Conclusiones	Producto final
Niveles												
N1	Reconocer las variables que intervienen en la gráfica y qué ejes, unidades y escala tiene asignada cada una											
N1	Leer y encontrar determinados valores en la gráfica relacionando las variables que aparecen											
N2	Entender el significado de una pendiente más o menos pronunciada en la gráfica											
N2	Identificar o predecir patrones y tendencias en la gráfica, entendiendo el significado											
N1	Encontrar y explicar alguna relación entre las variables a partir de la gráfica											
N3	Encontrar y explicar alguna relación entre los diferentes elementos y curvas que aparecen en la gráfica											
N3	Explicar fenómenos y extraer conclusiones a partir de la información aportada por la gráfica											
N3	Trasladar los resultados de esta gráfica a otras situaciones o fenómenos parecidos											
N1	Construir una gráfica a partir de una tabla de valores											
N1	Utilizar y construir adecuadamente los ejes de una gráfica con su escala correspondiente											
N2	Dibujar gráficas y utilizarlas para explicar determinadas situaciones											
N2	Reconocer cuando una gráfica no está bien construida explicando los motivos											

Creo que he superado este objetivo de aprendizaje
 Creo que aún me hace falta trabajar más este aspecto
 Creo que no he conseguido aún ser capaz de esto

Figura 1. Tabla de evaluación formativa parcialmente completada por un alumno

La Figura 1 presenta la tabla de evaluación formativa rellena por un alumno. Para su elaboración, se parte de los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables establecidos en el currículo de Secundaria para el bloque de Funciones en este nivel (R. D. 1105/2014, de 26 de diciembre). Estos indicadores se completan gracias a una revisión de la literatura (Postigo y Pozo, 2000; Núñez, Banet y Cerdón, 2009) que permite, además, clasificar en niveles de complejidad dichas capacidades que, finalmente, son adaptadas a un lenguaje comprensible para los estudiantes.

Para la elaboración de las tareas se tienen en cuenta aquellas capacidades clave del tema, que deben aparecer en la gran mayoría de ellas. A continuación, se completa la tipología de tareas que es necesario desarrollar en esta fase del proyecto atendiendo al resto de capacidades. De esta forma, se construye una secuencia de tareas que busca un equilibrio entre las capacidades que se ponen en juego y las tareas necesarias para desarrollar el producto final de los equipos.

La tabla de evaluación formativa permite al alumnado, no solo conocer el desarrollo de las tareas a lo largo del proyecto, sino también conocer las capacidades a desarrollar en cada una. Para cada tarea, se habilitan únicamente las casillas con las capacidades que se ponen en juego en la misma. De esta forma, y mediante el sistema de semáforos, el alumnado puede colorearlas según su percepción sobre el desarrollo de dicha capacidad. Una casilla verde indica que cree superada esa meta de aprendizaje; amarilla, que considera que debe trabajar más esa capacidad o no está del todo dominada, y roja, que piensa no haberla superado en absoluto. Además, la tabla permite al profesor realizar un análisis en conjunto de las capacidades programadas durante todo el proceso y realizar un seguimiento del progreso en la consecución de éstas por parte del alumnado.

La realimentación de las capacidades no desarrolladas depende de su nivel de complejidad. Para las capacidades de nivel básico, repetidas de forma continuada a lo largo de las tareas, se confía en el avance progresivo durante su desarrollo. No obstante, para el alumnado que no alcance dichas capacidades a mitad del proceso, se prepara un ejercicio tipo que debe ser realizado junto al profesor, permitiendo al docente comprobar su grado de adquisición y las dificultades encontradas. El resto de capacidades son reforzadas mediante las anotaciones realizadas en los ejercicios y tareas, la resolución de las mismas, las explicaciones en clase y la resolución de dudas.

En la figura 2 puede verse un ejemplo de tarea de la secuencia, extraída del proyecto COMPASS (2011). Se trata de una tarea de indagación en la que el alumnado debe predecir, comprobar y explicar lo ocurrido con la temperatura en el interior de una vivienda a través de un applet donde pueden manipularse diferentes variables relacionadas, como la temperatura exterior o el grosor de los muros. En la tabla (Figura 1) pueden verse las capacidades asociadas a dicha tarea.

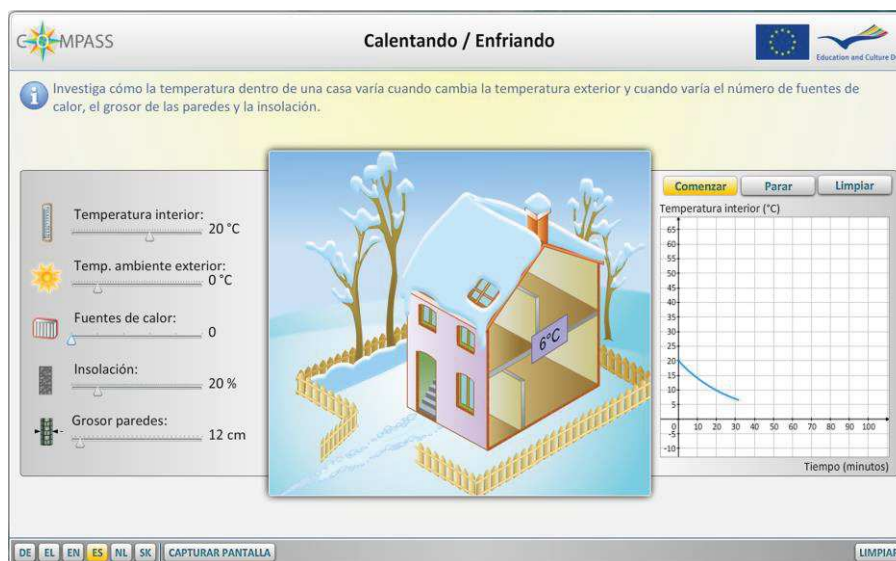


Figura 2. Tarea 4 de la secuencia

Para la elaboración del examen correspondiente a este bloque se parte de las capacidades puestas en juego durante el proyecto. Por un lado, se trata de garantizar que la adquisición de aquellas capacidades consideradas imprescindibles o mínimas sean suficientes para superar la prueba. Por otro lado, se realiza un balance del resto de capacidades y el número de ocasiones en los que se han trabajado a través de las diferentes tareas para confeccionar una prueba acorde a lo exigido durante el proceso. Además, se tienen en cuenta los niveles de complejidad de las distintas capacidades (a la izquierda de la tabla en Figura 1) para adecuar las más complejas al modo en el que han sido trabajadas durante el proyecto, proponiendo problemas semejantes.

IMPLEMENTACIÓN Y OBSERVACIÓN

El sistema se pone en práctica durante el segundo trimestre del curso con una clase de 2º de ESO (12-13 años) formada por 24 alumnos/as. Aunque casi la mitad de su alumnado tiene importantes carencias a nivel cognitivo y de hábitos de estudio, la mayoría están adaptados a esta metodología de trabajo por proyectos y el clima de trabajo en el aula es favorable para el debate y la comunicación. Para el desarrollo del proyecto, la clase se divide en seis equipos heterogéneos de cuatro miembros cada uno, donde se mezcla alumnado de diferente tipología.

Tras exponer el proyecto y el producto final, se dedica una sesión completa a presentar al alumnado la tabla de evaluación formativa y su funcionamiento. En primer lugar, se hace especial hincapié en la importancia de su sinceridad y se les explica que el objetivo de la tabla no es otro que enseñarles qué se pretende que aprendan y poder darles una realimentación frecuente sobre sus necesidades de aprendizaje. El funcionamiento mediante un sistema de semáforos permite al alumnado comprender rápidamente la mecánica para rellenar la tabla respecto a las capacidades incluidas. Por último, se explican cada una de las capacidades utilizando como modelo la primera tarea de la secuencia (ya completada por el alumnado y corregida). De esta forma, para cada ítem se utilizan ejemplos concretos de la tarea que ponen en juego cada capacidad y lo que supondría rellenar con un color rojo, amarillo o verde. Tras explicar cada una de las capacidades se da un poco de tiempo para que el alumnado pregunte sus dudas y rellene la casilla correspondiente.

Durante las siguientes tareas, siempre tras su finalización y antes de ser corregida y analizada por el profesor, se hace entrega de la tabla al alumnado para que sea rellenada con su percepción del grado en que han desarrollado las capacidades correspondientes, expresado mediante el sistema de semáforos. Durante la corrección de cada tarea, el profesor realiza las anotaciones correspondientes en aquellos apartados en los que se cometen errores, indicando a qué capacidad corresponden y explicando en qué consiste el error. Posteriormente, se realiza un análisis de la tarea más detallado y haciendo una valoración idéntica a la del alumnado (utilizando el sistema de semáforos) sobre el grado de adquisición de las capacidades implicadas ésta. De esta forma, se establece un contraste entre la percepción del alumnado sobre cada capacidad y su consecución real en el desarrollo de cada tarea. Además, esta valoración permite señalar aquellos estudiantes que necesitan algún tipo de realimentación.

La toma de datos a lo largo de la implementación se lleva a cabo mediante los siguientes instrumentos: las tablas de semáforos rellenas por el alumnado a lo largo de esta fase del proyecto (Figura 1) y las rellenas por el profesor tras la corrección de cada tarea; una entrevista semiestructurada a una muestra de seis alumno/as de diferente perfil en cuanto a rendimiento, implicación y participación en el proyecto o mejora en su actitud respecto a experiencias anteriores; un cuestionario de opinión del alumnado (basado en las respuestas a la entrevista, en el que se tratan diferentes aspectos relacionados con el sistema y su funcionamiento: utilidad, modos de uso, facilidad en la comprensión y manejo, y posibles mejoras); las calificaciones de los exámenes de matemáticas correspondientes a esta sección y al proyecto anterior a la implantación de las novedades en el sistema de evaluación explicitadas; y una sesión de debate con el grupo clase.

RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos triangulando los datos recogidos mediante los distintos instrumentos, organizados en torno a las preguntas de investigación.

Operatividad del sistema para el alumnado

De la triangulación de los instrumentos empleados para recabar las opiniones del alumnado sobre el sistema de evaluación, se obtuvieron los siguientes resultados:

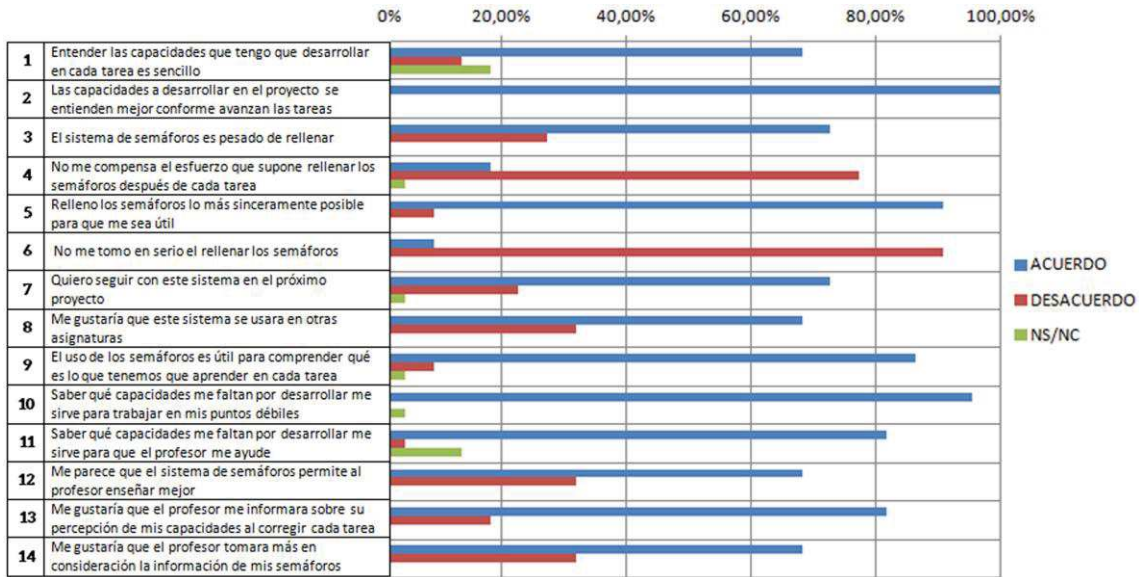


Figura 3. Resultados del cuestionario

Según se desprende del cuestionario (Figura 3, ítems 1 y 2), la comprensión de las capacidades resulta asequible para la mayoría de la clase y la totalidad reconoce que éstas se entienden mejor conforme se avanza en las tareas. Además, del contraste realizado entre la autoevaluación del alumnado y la percepción del profesor a lo largo de todo el proyecto (Figura 4), puede deducirse que la mayoría realiza una autoevaluación bastante acorde con sus resultados en las metas de aprendizaje. Dicho contraste tiene en cuenta si el alumnado se ha valorado por debajo (inferior), por encima (superior), o en consonancia con el profesor (igual) en cada una de las capacidades puestas en juego en esta fase del proyecto. Puede comprobarse que la mayoría de la clase tiene altos niveles de coincidencia en su valoración con respecto a la del profesor.

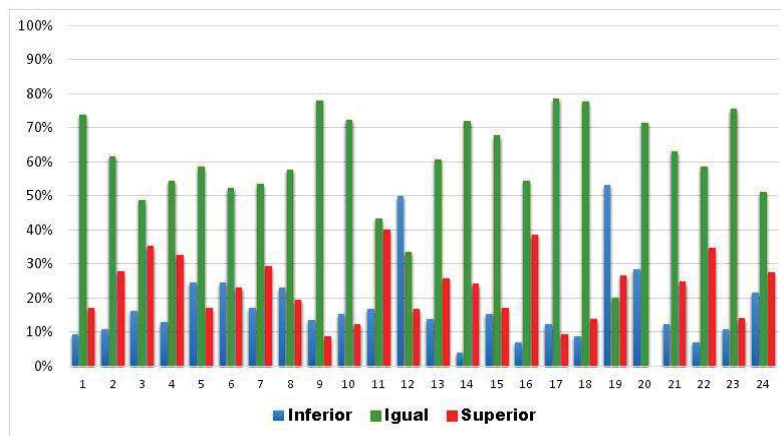


Figura 4. Resultados del contraste entre valoraciones del alumnado y el profesor

Aunque a muchos el sistema les parece pesado de rellenar, un porcentaje aún mayor reconoce que le compensa el esfuerzo que supone (Figura 3, ítems 3 y 4). Más aún, casi el 91% de la clase afirma

que se lo toman en serio y que rellenan la tabla de forma sincera para que les sea útil (Figura 3, ítems 5 y 6), lo que indicaría que el alumnado ha hecho suyo el sistema y lo reconoce como una herramienta que favorece su aprendizaje. De hecho (Figura 3, ítems 7 y 8), un alto porcentaje (73%) desea continuar utilizándolo en futuros proyectos y lo aplicaría también en otras asignaturas (68%).

Respecto a la utilidad del sistema, cabe destacar algunos aspectos en los que el alumnado considera relevante su uso. Afirman que les ayuda a comprender qué es lo que se pretende que aprendan en cada tarea (Figura 3, ítem 9) lo cual repercute en que la hagan mejor, como afirma una alumna entrevistada: "si sabemos lo que tenemos que entender, también sabemos un poco mejor cómo hay que hacerlo". En este sentido, en el debate en clase, la mayoría opinaba que les era más útil conocer las capacidades implicadas en cada tarea a priori, por lo que sería más adecuado entregar la tabla de evaluación simultáneamente, y no una vez terminada y corregida por el profesor.

Además, el sistema les permite trabajar en sus puntos débiles conforme avanza el proyecto (Figura 3, ítem 10). Para ello, uno de los aspectos fundamentales es la ayuda del profesor (Figura 3, ítem 11), del que se solicita tome más en consideración la información ofrecida por el alumnado a través de los semáforos (Figura 3, ítems 13 y 14). Se requiere una retroalimentación que permita al alumnado contrastar su percepción con la del profesor al corregir la tarea, además de las correspondientes medidas necesarias como el uso de fichas de refuerzo o repetir las explicaciones de aquellas capacidades que se han coloreado en rojo o amarillo (Figura 5).

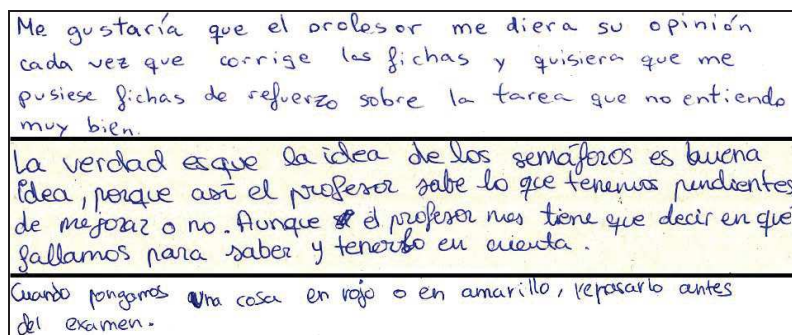


Figura 5. Algunos comentarios del alumnado en el cuestionario

No obstante, el conocimiento de las capacidades a reforzar ha provocado en el alumnado el interés por resolver sus carencias buscando nuevos cauces alternativos al profesor, tal y como afirma uno de ellos: "cuando no entiendo una actividad, le pregunto también por correo a mi primo mayor que va a la Universidad y me ayuda en algunas cosas". O solicitando la ayuda del propio equipo:

- E: ¿Y sólo os ayuda el maestro o entre vosotros también usáis esto para ayudaros?
- A1: Nos ayudamos también los del grupo.
- E: ¿Cómo lo usáis los del grupo?
- A1: Pues, no se... Por ejemplo, yo tengo una duda y ellos me lo explican. Y el resto de los compañeros del grupo, igual.

Operatividad del sistema para el profesor

En el cuestionario se refleja también la percepción del alumnado de que este sistema permite al profesor enseñar mejor (Figura 3, ítem 12). Un uso adecuado de la tabla de evaluación formativa permite al profesorado obtener importante información respecto a qué están aprendiendo sus estudiantes y sobre la percepción que ellos tienen de estar haciéndolo. Este intercambio de información es muy útil para articular medidas que permitan intervenir en el proceso de enseñanza para solventar las necesidades y dificultades detectadas.

Aunque el sistema requiere un análisis más exhaustivo de las tareas que la simple corrección de éstas, la exposición de las metas de aprendizaje y una adecuada realimentación parece que

consiguen implicar más al alumnado y ayudarle a superar sus dificultades y puntos débiles, haciendo más sencilla la detección de las necesidades de cada uno/a y permitiendo la intervención del profesor de una manera más efectiva, atendiendo así a la diversidad de forma real.

Por otro lado, el reconocimiento de las metas de aprendizaje y conocer con detalle las capacidades que se desea alcancen a lo largo del proyecto, dentro de cada bloque de contenidos, facilita al profesor la planificación sistemática de las tareas y una apropiada secuenciación de éstas.

Mejora en el aprendizaje

Los resultados de la prueba escrita han sido muy satisfactorios, con sólo un 17% del alumnado por debajo del aprobado (5). Además, en contraste con las notas de los exámenes y el proyecto anterior, los resultados son también concluyentes, ya que dichas calificaciones igualan o mejoran, en todos los casos, resultados anteriores, algunos de manera considerable (Figura 6). Puede observarse como nueve de los veinticuatro estudiantes pasan de notas inferiores al 4 a superar el aprobado o incluso alcanzan una calificación de bien o notable (entre 6 y 8).

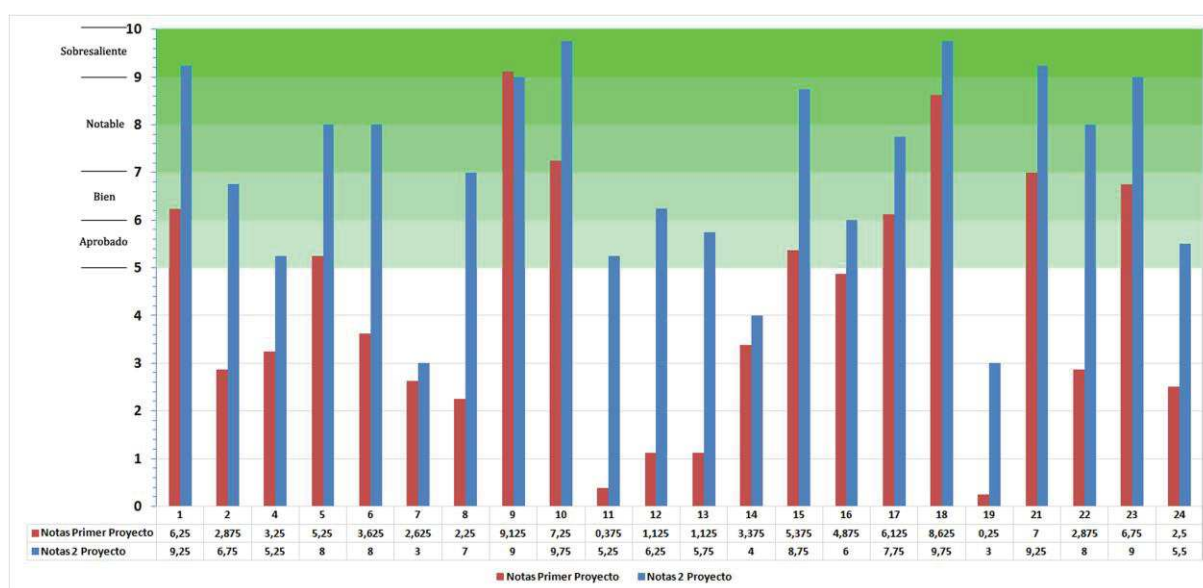


Figura 6. Notas del alumnado en las pruebas escritas

En las entrevistas mantenidas, todos atribuyen la mejora de las calificaciones al hecho de "haber trabajado más" o "haberse puesto las pilas" con este proyecto. Aunque no vinculan directamente las mejoras con el sistema de semáforos, sí mencionan que al conocer sus carencias se han esforzado para suplirlas por diversos medios (ayuda del profesor, de los compañeros, de familiares y profesores particulares; búsqueda de información en internet...). Como afirma un alumno:

E: Este sistema de los semáforos, ¿a ti te parece que tiene alguna utilidad?

A2: Si tiene utilidad, porque me doy cuenta de lo que está bien y lo que está mal en lo que hago.

E: Y una vez que te das cuenta, ¿qué haces?

A2: Intento mejorar... Intento practicar más esa cosa si veo que me sale peor, porque si no tuviese esto, yo no me hubiese dado cuenta que esto lo tengo amarillo o esto verde, y así me ayuda.

CONCLUSIONES

En esta comunicación se ha presentado una propuesta de evaluación que permite compartir las metas de aprendizaje con el alumnado a través de un sistema de semáforos. Este mecanismo de intercambio de información posibilita, por una parte, que éste conozca las capacidades que se ponen en juego en cada tarea y proyecto, y por otra, que se autoevalúe con respecto a ellas. Esto ofrece al alumnado la oportunidad de reconocer sus puntos débiles y buscar herramientas para reforzarlos,

tanto dentro como fuera del aula. Para ello, es importante que se produzca una adecuada realimentación entre su percepción y la valoración del profesor una vez corregida la tarea y que exista una contrapartida para aquellas capacidades que no se han superado. Tal y como se ha puesto de manifiesto, es necesario articular mecanismos, por parte del profesor, para que el sistema le permita adaptarse de una manera real a los progresos y necesidades de sus alumnos.

Para próximos diseños, se incluirán algunas modificaciones que han aparecido como posibles mejoras del sistema en esta comunicación: (a) dada la importancia que tiene para el alumnado conocer las metas de aprendizaje, la tabla de valoración será entregada junto a la propia tarea, de forma que puedan ir evaluando y resolviendo sus dudas conforme la realizan. (b) Además, se incluirá una casilla contigua a la del alumnado en la que se refleje la valoración del profesor, una vez corregida y analizada la tarea, respecto de aquellas capacidades en las que no existe concordancia entre ambos. (c) Dicha discordancia deberá ir, además, acompañada de los motivos y de las correspondientes medidas para "ajustar" el logro de las mismas. (d) En este sentido, es necesario realizar una secuencia clara de las tareas a desarrollar, así como de las posibles dificultades que aparezcan, para permitir al profesor prever herramientas que posibiliten reforzar dichas necesidades (confección de fichas de refuerzo, nuevas explicaciones, la ayuda de otros compañeros, uso de las TIC, etc.). (e) Esta secuenciación, además, debe clarificar los momentos clave del proyecto para que el uso de la tabla tenga una efectividad real, mejorando así su funcionalidad y señalando los momentos apropiados de intervención.

Referencias

- Benjumeda, F. J., Romero, I., y López-Martín, M. M. (2015). Alfabetización matemática a través del aprendizaje basado en proyectos en secundaria. En C. Fernández, M. Molina y N. Planas (Eds.), *Investigaciones en educación matemática XIX* (pp. 163-172). Alicante: Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática.
- Compass project (2011). *Compass project* [Código 503635-LLP-1-2009-1-DE-COMENIUS-CMP]. Unión Europea. En <http://www.compass-project.eu/>
- Confrey, J., & Lachance, A. (2000). Transformative teaching experiments through conjecture-driven research design. In A.E. Kelly & R.A. Lesh (Eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (pp. 231-307). London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Goos, M. (2014). Mathematics classroom assessment. En S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 413-417). Dordrecht, Holanda: Springer.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2014). Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria y el Bachillerato. BOE, 3, 169-546.
- Núñez, F., Banet Hernández, E., Cordon Aranda, R. (2009). Capacidades del alumnado de educación secundaria obligatoria para la elaboración e interpretación de gráficas. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(3), 447-462.
- Postigo, Y., Pozo, J. I. (2000). Cuando una gráfica vale más que 1.000 datos: la interpretación de gráficas por alumnos adolescentes. *Infancia y Aprendizaje*, 90, 89-110.
- Prediger, S., Gravemeijer, K. & Confrey, J. (2015). Design research with a focus on learning processes: an overview on achievements and challenges. *ZDM*, 47(6), 877-891.
- Scriven, M. (1967). The methodology of evaluation. En R. Tyler, R. Gagne y M. Scriven (Eds.), *Perspectives on curriculum evaluation* (pp. 39-83). Chicago: Rand McNally and Co.
- Shepard, L. (2000). The role of assessment in a learning culture. *Educational Researcher*, 29(7), 4-14.
- Webb, N. M. (2004). *Classroom Assessment as a Research Context: Variations on a Theme of Pedagogical Decision Making*. Trabajo presentado en ICME 10 – TSG 27: Internal Assessment, Copenhagen. Disponible en <http://tinyurl.com/ol7bu7c>