

La evaluación en matemáticas

Assessment in Mathematics

Chamoso, J. M.^a, Cáceres, M. J.^a y Cárdenas, J. A.^b

^a Universidad de Salamanca, ^b Universidad de Extremadura

Resumen

En este capítulo se introducen algunas situaciones reales que invitan a reflexionar sobre la evaluación en matemáticas. Se explica de manera práctica la información necesaria para seguir el capítulo; se sugieren y ejemplifican prácticas de evaluación, entre ellas, el uso de instrumentos como el portafolios y las rúbricas de valoración o la incorporación de algunas tareas que permitan valorar algo más que el mero uso del concepto o del algoritmo; también se presenta una guía de evaluación que puede ser de ayuda para mejorar esta práctica. El capítulo finaliza con algunas reflexiones sobre las cuestiones planteadas al inicio y ofrece un decálogo, junto a unos puntos de partida, que intentan facilitar la planificación y puesta en práctica de una evaluación formativa que involucre a los estudiantes y promueva el avance de su aprendizaje matemático.

Palabras clave: Evaluación formativa, Matemáticas, Criterios de evaluación, Métodos de evaluación, Portafolios, Rúbrica.

Abstract

This chapter introduces some real situations that invite reflection on the assessment in mathematics. From this, the necessary information to follow the chapter is explained in a practical way; some assessment practices are suggested and exemplified, among them, the use of instruments such as portfolios and assessment rubrics or the inclusion of tasks that allow evaluating something more than the mere use of the concept or the algorithm; an assessment guide is also presented that can be of help to improve this practice. The chapter ends with some reflections on the questions raised at the beginning and offers a decalogue, along with some starting points, which try to facilitate the planning and implementation of a formative assessment that involves students and promotes the advancement of their mathematical learning.

Keywords: Formative assessment, Mathematics, Assessment criteria, Assessment methods, Portfolios, Rubric.

ANTES DE EMPEZAR: ALGUNOS SUCEDIDOS REALES Y ALGUNAS PREGUNTAS

SE INCLUYEN ALGUNOS SUCEDIDOS reales relacionados con evaluación en matemáticas, surgidos en diversos contextos y niveles educativos. Unos están centrados en la actuación del docente, otros en la de los estudiantes y otros en los instrumentos de evaluación. Algunas preguntas pueden ayudar a reflexionar.

Sucedido 1: En un curso universitario del Grado de Ingeniería, un profesor estaba preparando el examen final de una asignatura de matemáticas y pidió a un compañero cercano:

- “Necesito una integral interesante para el examen, ni muy fácil ni muy difícil.
- “¿Vas a incluir una integral entre las preguntas del examen final? ¿Es importante saber resolver integrales para ser ingeniero?
- “No sé. Nunca lo había pensado. Cuando estudiaba siempre ponían una integral en el examen de esta asignatura y ya, como profesor, llevo haciéndolo así desde hace más de 20 años. Los estudiantes lo esperan”.

Pregunta: ¿Hay que poner una pregunta en el examen por costumbre o porque otros profesores lo hacían antes? ¿No se trata de relacionar la evaluación de una asignatura con los objetivos de aprendizaje, conectándola con los objetivos globales del Grado correspondiente?

Sucedido 2: En una ocasión, un maestro de Primaria estaba calificando los trabajos de matemáticas de los estudiantes. Tras corregir algunos, se dio cuenta de que habían entendido mal la explicación que él había dado en el aula. Quizás él lo había explicado mal. Reflexionó sobre ello. “Lo hecho, hecho está y hay que avanzar en el curso”.

Pregunta: ¿Cómo se valoraría a un estudiante que respondiese una pregunta mal pero que recogiera lo que el profesor dijo que, por circunstancias o error, lo explicó mal? Aunque quizás el maestro fuera el responsable, las respuestas indicaban que los estudiantes no lo tenían asimilado, algo que podría repercutir en aprendizajes posteriores.

Sucedido 3: En un aula de Secundaria varios estudiantes discutían sobre un examen cercano de matemáticas. Uno de ellos dijo: “No sé si sabré hacerlo bien. Lo intentaré, pero, en cualquier caso, voy a escribir todos los pasos de manera ordenada. Al profesor le gusta que todo esté ordenado y estoy seguro de que, de esa forma, conseguiré aprobar”.

Pregunta: Una respuesta, ¿se debe confeccionar según el criterio del estudiante o intentando agradar el pensamiento del profesor?

Sucedido 4: Un estudiante de segundo de Bachillerato no confiaba en sus capacidades en matemáticas, pero tenía interés en superar la asignatura. Dijo: “En las pruebas finales escritas de cada evaluación, que deciden la calificación final, siempre hay 5 preguntas: dos teóricas y tres problemas, uno resuelto en clase, otro similar a los resueltos en clase, pero con los datos cambiados, y uno diferente a los realizados en clase. Lo tengo claro, de memoria, me estudio la teoría y todos los problemas realizados en clase. Así, en el examen, primero completo la teoría y el problema resuelto en clase; después, intento resolver el problema con los datos cambiados; el problema diferente ni lo miro. Siempre consigo entre 6 y 8, dependiendo de lo que sea capaz de hacer en el problema con los datos cambiados, aunque realmente no entiendo nada”.

Pregunta: Si el estudiante no entiende nada, ¿esa valoración realmente valora el aprendizaje del estudiante?

Sucedido 5: En una reunión de evaluación en un centro de Secundaria, dos profesores de matemáticas discutían sobre las valoraciones de varios estudiantes que tenían dificultades para superar la asignatura. De repente, uno de ellos dijo: “Hay cuatros y cuatros”.

Pregunta: ¿Hay cuatros y cuatros? ¿No es un 4 siempre un 4? ¿Quizás ese 4 no refleje todo lo que conlleva y, previamente, habría que haber utilizado una rúbrica de valoración más precisa?

Sucedido 6: En un curso universitario del Grado de Estadística, el docente, cansado de responder las preguntas de los estudiantes en la revisión de calificaciones, decidió realizar la prueba final de calificación de la asignatura en forma de cuestionario de respuesta múltiple de manera que las respuestas de los estudiantes se puntuaran mecánicamente. De esa forma, la calificación era objetiva y evitaba apreciaciones personales. De repente, Ana, una estudiante, acudió a la revisión de calificaciones, revisó su trabajo, lo comparó con las respuestas correctas y preguntó al profesor: “Tengo un 4,95. ¿Es suspenso o aprobado? Supongo que suspenso, ¿no?”. “Tú lo has dicho” contestó el profesor.

Pregunta: ¿Valorar que el aprendizaje de un estudiante es suficiente para superar una asignatura puede ser 5 y no serlo 4,95?

Sucedido 7: En un curso universitario del Grado de Psicología, el docente realizaba la prueba final de calificación de la asignatura de matemáticas en forma de test. Carlos, un estudiante que había seguido escasamente el desarrollo de la asignatura durante el curso, pero que había estudiado duro en las últimas semanas, salió muy contento de la prueba final diciendo: “Apruebo seguro y, quizás, con

nota”. Al hacerse públicas las calificaciones, Carlos estaba suspenso. Carlos fue a la revisión de calificaciones y el profesor le explicó que ponía las calificaciones en función de las respuestas correctas de todos los estudiantes según un criterio establecido al inicio del curso, del que se había informado públicamente. Se consideraban las calificaciones finales ordenadas de todos los estudiantes y el 22% más bajo era suspenso, el 25% siguiente era aprobado, el 25% posterior era notable, el siguiente 22% sobresaliente y el 6% restante, matrícula de honor. Carlos tuvo 36 respuestas correctas de las 40 posibles, pero, a pesar de ello, su calificación estaba en el 22% inferior de las de todos los estudiantes del curso.

Pregunta: ¿Se debe evaluar en función del nivel de los estudiantes? ¿No se trata de valorar el aprendizaje de cada estudiante?

Sucedido 8: En una ocasión, un estudiante de Primaria le dijo a su padre:

– “He sacado un 1 en el examen de matemáticas”.

– “¿Un 1? ¿Qué ha pasado? Lo sabías bien. Lo estudiamos juntos.

Sí, lo sabía bien y lo hice todo bien. Pero el maestro dijo que, si después de poner la solución del problema se nos olvidaba añadir al resultado si eran centímetros, metros o manzanas, lo calificaría con 0 y se me olvidó ponerlo.

Pregunta: Si el estudiante tenía suficiente conocimiento, ¿podría tener como calificación un 1? ¿No se trata de valorar el aprendizaje del estudiante? ¿Quizás el docente utilizó el examen para fomentar el aprendizaje de algunos aspectos que consideraba importantes?

9. Suceso 9: En un máster de formación de profesorado de matemáticas de Secundaria, el profesor presentó 5 proyectos realizados por estudiantes de Secundaria. Los estudiantes, en pequeños grupos, debían establecer criterios propios de valoración del proyecto para decidir qué estaba bien o estaba mal, y hasta qué punto lo estaba. Posteriormente debían calificar cada uno de ellos. Finalmente, ya con todo el grupo, el profesor escribió en la pizarra las valoraciones de cada grupo a cada uno de los proyectos. ¡En algunos proyectos había valoraciones que variaban de 4 a 9, de suspenso a sobresaliente!

Pregunta: Si un trabajo de un estudiante está bien, ¿debería estar bien para todos los profesores, aunque variase en detalles? ¿O puede depender de cada profesor?

INTRODUCCIÓN

En los inicios de un curso de Grado en Maestro de Infantil, Grado en Maestro de Primaria y Máster en profesorado de Secundaria, especialidad de matemáticas, se

propuso a los futuros docentes, que respondieran la siguiente pregunta: ¿Qué entiendes por evaluación en general y en matemáticas en particular? Casi la totalidad de las respuestas consideraban la evaluación como un instrumento para emitir un juicio sobre el rendimiento y las capacidades de los estudiantes. Posteriormente, a pesar de los esfuerzos desarrollados durante el curso por hacer entender que la función de la evaluación durante un proceso formativo es algo más que calificar, cuando los estudiantes tuvieron que planificar una propuesta didáctica en el área de matemáticas, en cada caso, planteaban el desarrollo de la evaluación únicamente en la última sesión de clase y algunos, incluso, olvidaban considerarla.

La evaluación es mucho más que la calificación de un producto final. Evaluamos constantemente a lo largo de cada día cuando, por ejemplo, leemos este texto, conocemos a una persona, estamos preparando una comida, tomamos un café, decidimos como pasar un día festivo, leemos un libro o vemos una película. En cada caso, no sólo se evalúa al final del proceso sino también en otros momentos, y, en algunos casos, esa valoración permite generar cambios para tratar de mejorar el resultado. Algo similar sucede con la evaluación en matemáticas.

La evaluación se realiza a partir del conocimiento y las expectativas que se tiene sobre lo que se evalúa. En el caso de la evaluación en matemáticas, se lleva a cabo desde la mirada de un especialista que muestra sus concepciones sobre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, así como los conocimientos y herramientas que se ponen en juego. En la evaluación del aprendizaje se destaca lo que el docente considera importante para el conocimiento y cómo influye en la enseñanza y aprendizaje.

Entendemos la evaluación en matemáticas como un elemento del proceso formativo que no sólo muestra dónde está cada estudiante respecto a la adquisición del conocimiento, sino que también, permite identificar dificultades y generar alternativas para modificar, ampliar o profundizar en el mismo y, en consecuencia, puede utilizarse para el aprendizaje. Por tanto, la evaluación forma parte de la regulación de un tipo de aprendizaje constructivo. En este sentido podríamos decir que el papel del docente se acerca más al papel de un médico que al de un juez.

LA EVALUACIÓN EN MATEMÁTICAS COMO ELEMENTO DEL PROCESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

Entendemos que la planificación del diseño de un programa de formación en matemáticas, en los diferentes niveles educativos, debería incluir un aprendizaje activo que permita la construcción del conocimiento por el estudiante y que implique el desarrollo de una variedad de tareas que permitan, por ejemplo, trabajar de manera colaborativa, preguntar y responder preguntas, reflexionar sobre su aprendizaje y sobre el aspecto instrumental de las matemáticas, razonar y discutir críticamente, y aplicar el conocimiento en situaciones reales. Todo ello, adaptado a las edades y peculiaridades de los estudiantes y atendiendo a la formación en valores, la diversidad, la colaboración, la reflexión crítica y el desarrollo sostenible.

En esa forma de enseñanza-aprendizaje, el papel del profesor debe ser más esperanzador que la tradicional interacción ‘paso a paso’ controlada por el docente pues debe permitir que el estudiante siga diversos caminos, de la misma forma que, como ciudadano, en el futuro tendrá que hacer frente a diversos problemas que no tengan un método establecido o solución exacta o que le harán tomar una decisión que difiera de la del experto (cuando, por ejemplo, tenga que contratar un seguro de vida, organizar sus impuestos o planificar unas vacaciones) o como profesional, cuando tenga que afrontar un problema o tarea que se le haya planteado.

Para ello, el docente debe actuar como mediador e informar a los estudiantes de los objetivos de enseñanza-aprendizaje, metodología y criterios y forma de evaluación. Además, debe planificar el trabajo para que el estudiante reflexione, se haga preguntas, busque información, identifique problemas, valore diferentes aspectos y manifieste un criterio propio que debe defender de manera argumentada, tanto de forma oral como escrita. Para ello hay que tener en cuenta las concepciones de los estudiantes y su conocimiento, y el docente debe plantear preguntas y, ante las dudas o errores, la mejor respuesta es una buena pregunta. Es decir, a lo largo del proceso formativo, debe tener un papel dinamizador y crear oportunidades de revisión del trabajo y discusiones entre estudiantes, y entre ellos y el profesor, a la vez que debe llevar un riguroso proceso de seguimiento y análisis de lo acontecido en el desarrollo del proceso. El material de trabajo debe ser cuidadosamente seleccionado de manera que se plantee en forma de reto, reto asumible, aunque sea parcialmente.

En ese contexto, parece conveniente que el estudiante construya el conocimiento y sea participante activo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de forma que adquiera el conocimiento por sí mismo y desarrolle distintas habilidades y competencias. Para ello, en el aula de matemáticas se debe atender a las capacidades de cada estudiante, que son diferentes en unos y otros, y plantear actividades que vayan más allá de la mera reproducción y que requieran el uso de capacidades o habilidades de un alto nivel de reflexión cognitivo, con cierto grado de complejidad de las operaciones mentales implicadas y que obliguen a conectar conceptos y estructuras, sintetizar informaciones y establecer deducciones (Cárdenas et al., 2016). Un ejemplo de ello podrían ser proyectos o tareas abiertas que permitan que haya varias soluciones al mismo problema. Además, se debería promover el trabajo en equipo y reconocer la importancia de la comunicación, reflexión y discusión.

Para conseguirlo hay que tener en cuenta la evaluación. Sus objetivos y métodos ejercen más influencia en cómo y qué aprenden los estudiantes que cualquier otro elemento del proceso formativo. Decide lo que los estudiantes consideran importante, afecta su comprensión y participación en las tareas de aprendizaje y a la transferencia de los conocimientos al aprendizaje futuro. Debería ser un proceso que permita a los estudiantes conocer qué son capaces de hacer, qué deberían mejorar y cuáles son los errores cometidos. Esto significa que la evaluación debería incluir métodos de análisis e interpretación que faciliten que los estudiantes construyan su propio conocimiento individual y colectivo, y valore no sólo las tareas desarrolladas en el aula sino también las que se realizan fuera de ella y, en general, todos los aspectos que contribuyen al

aprendizaje del estudiante. Los estudiantes deberían conocer claramente los criterios que se van a utilizar para su evaluación de manera que un indicador importante de su formación es que ellos mismos fueran capaces de valorar su trabajo de la misma forma que lo hacen los profesores ya que, además de aportar un sentido de justicia, les permitiría mejorar su aprendizaje y entender mejor los objetivos con los que se están formando. No se puede olvidar que la autoevaluación tiene una función motivacional que mejora el aprendizaje (Cáceres y Chamoso, 2015).

CONTEXTO TEÓRICO, QUE INTENTA SER PRÁCTICO

Algunos apuntes teóricos

Un factor clave en cualquier reforma curricular es el desarrollo de prácticas de evaluación que cumplan con los objetivos curriculares. Estas prácticas de evaluación impulsan, en gran medida, el diseño de los libros de texto y la práctica docente. Si se consideran unas directrices curriculares basadas en el desarrollo de competencias, la evaluación puede ser más compleja que si tiene otros objetivos. Hay que considerar que se puede producir un desajuste entre el objetivo curricular y la evaluación de competencias de pensamiento matemático o modelado, por ejemplo.

Los currículos actuales plantean una evaluación global, continua, formativa e integradora. Para ello se aconseja favorecer situaciones de aprendizaje en las que se planteen tareas y actividades significativas y relevantes para resolver problemas de manera creativa y cooperativa, reforzando la autoestima, la autonomía, la reflexión y la responsabilidad, así como el uso generalizado de variados instrumentos de evaluación, accesibles y adaptados a las distintas situaciones de aprendizaje que permitan la valoración objetiva de cada estudiante.

¿En qué momentos del proceso de enseñanza-aprendizaje se evalúa? ¿Para qué se evalúa en cada momento? Imaginemos que queremos organizar un viaje de vacaciones con nuestra pareja o un grupo de amigos. Para ello habrá que hacer una evaluación inicial o diagnóstica para valorar si nuestra pareja o grupo de amigos, por ejemplo, querrán ir, el lugar apropiado, posibilidades económicas, número de días, peculiaridades y preferencias de los que van, tipo de alojamiento o en qué se va a dedicar esos días que puede conllevar comprar algo necesario como material para esquiar y crema solar. Una vez en el lugar decidido, habrá que hacer una evaluación formativa para ajustar las previsiones realizadas al desarrollo real, donde pueden producirse cambios previstos e imprevistos que no se habían considerado como, por ejemplo, si el alojamiento no es el que se preveía, si llueve de manera que impide realizar alguna excursión prevista o si alguien se pone enfermo. Finalmente, la evaluación sumativa tendrá en cuenta la valoración de cada uno de los aspectos considerados como lugar elegido, gasto ocasionado, número de días dedicados, alojamiento, comidas, excursiones y planificación y peculiaridades de los viajeros. La evaluación auténtica tiene en cuenta todos los aspectos considerados.

Esa metáfora puede ayudar a reflexionar sobre la evaluación en matemáticas. Cuando se planifica la evaluación de una asignatura, unidad didáctica o sesión de matemáticas se incluye una evaluación inicial de tipo diagnóstico de, por ejemplo, características, contenidos, contexto, necesidades individuales de los estudiantes, posibilidades del centro y aula o calendario escolar. Posteriormente, en el desarrollo, habrá que hacer una evaluación formativa como estrategia de regulación del proceso formativo para, por ejemplo, valorar el progreso de los estudiantes no sólo en la adquisición de contenidos conceptuales y procedimientos, sino también en la adquisición de capacidades y el desarrollo de las competencias básicas, corregir errores o valorar el avance de los contenidos tratados respecto a la previsión realizada. Finalmente, una evaluación sumativa tendrá en cuenta la valoración de cada uno de los aspectos considerados que pueden estar relacionados con el profesor, los estudiantes u otras cuestiones. La evaluación auténtica tiene en cuenta todos los aspectos del proceso de enseñanza-aprendizaje considerados.

En las últimas décadas, la terminología utilizada para considerar la evaluación educativa y su relación con el aprendizaje ha evolucionado y los términos evaluación formativa y evaluación sumativa son ampliamente utilizados. En función del propósito, se entiende que la evaluación formativa sirve para apoyar y mejorar el aprendizaje de los estudiantes, mientras que la evaluación sumativa trata de rendir cuentas, clasificar o certificar la competencia sobre el rendimiento de los estudiantes. De esta forma se puede hablar de tres tipos de evaluación: la evaluación del aprendizaje (evaluación sumativa), la evaluación para el aprendizaje y la evaluación como aprendizaje (ambas consideradas como evaluación formativa). Tanto la evaluación para el aprendizaje como la evaluación como aprendizaje se consideran parte de la práctica diaria de estudiantes y docentes, y buscan el aprendizaje continuo, aunque la segunda centra principalmente su atención en la autoevaluación (Schellekens et al., 2021).

La evaluación debe ir íntimamente relacionada con la enseñanza-aprendizaje. Por ello, en este capítulo entendemos los tres tipos de evaluación como entidades integradas en coherencia con todo el modelo educativo para facilitar al máximo el aprendizaje. Un diseño apropiado de la evaluación permitirá que los estudiantes puedan comprobar si consiguen resultados de aprendizaje adecuados o puedan utilizar la información proporcionada para llegar a conseguirlos, detectar carencias en el procedimiento que obligue a realizar cambios y que tanto el profesorado como los estudiantes se puedan organizar para el trabajo que se requiere (Benjumeda et al., 2016)

Para ello es necesario establecer unos claros objetivos de enseñanza que puedan ser traducidos en resultados de aprendizaje y permitan definir criterios de evaluación. Los objetivos de enseñanza son declaraciones que indican lo que el profesor propone hacer. Sin embargo, los objetivos de aprendizaje indican lo que se pretende que aprendan los estudiantes. Su descripción, concreta y precisa, permite identificar y perfilar los criterios de evaluación, es decir, los indicadores de aprendizaje que han de mostrar los estudiantes.

Los objetivos de enseñanza deben ir dirigidos a los objetivos de la asignatura, unidad didáctica o sesión en el contexto general del plan de estudios correspondiente.

Deben tener en cuenta aspectos referidos tanto al conocimiento matemático como a otros aspectos. Por ejemplo, se pueden considerar el conocimiento y aplicación de contenidos, el pensamiento matemático, el razonamiento matemático, la resolución de problemas, la valoración de modelos, la argumentación matemática, la comunicación, la representación, el formalismo matemático, la comprensión de enunciados, el uso de herramientas de dibujo, el uso de la calculadora y de tecnología, el sentido numérico, la autonomía e iniciativa personal del estudiante, la creatividad, la reflexión, la capacidad de aprender algo nuevo, la participación e interés, la relación con otras áreas de conocimiento, la atención al desarrollo sostenible, la búsqueda de los propios errores, la atención a la educación en valores, el trabajo cooperativo, el pensamiento crítico u otros. Decidir cuáles de esos aspectos se pretende que nuestros estudiantes aprendan condicionaría los objetivos de aprendizaje, la metodología y la evaluación.

Cuando se planifica la evaluación conviene definir y acotar los contenidos y comprobar si se retoman de nuevo. Además, se debe elaborar un listado de las destrezas y habilidades alcanzables que se pretenden desarrollar. Estas habilidades y conocimientos deben ser adecuadas al nivel de estudio, al grupo de estudiantes y al contexto. También hay que delimitar si se trata de enseñar explícitamente todas las capacidades y habilidades necesarias para lograr los resultados de aprendizaje o se asume directamente alguna de ellas. Esto permitirá concretar los diferentes niveles de logro para los criterios de evaluación y decidir cuáles se considerarán en las diferentes tareas de evaluación que se propongan, a la vez que evitará desviar el foco de atención a cuestiones que no sean objetivo de aprendizaje.

Para realizar una evaluación formativa es necesario utilizar algo más que el tradicional examen escrito. Una variedad de métodos de evaluación clarifica las habilidades de los estudiantes, se adapta a cada uno de ellos y puede mejorar el compromiso con la tarea. Por ello es importante decidir qué instrumentos y técnicas son más apropiados y en qué momento debemos utilizarlos, qué actividades permitirán realizar un mejor seguimiento y, además, qué instrumentos facilitarán la valoración de las diversas actividades que se utilicen a lo largo del proceso. También hay que considerar la relación coste-beneficio que suponen en el proceso educativo (Beesley et al., 2018).

Hacer partícipes a los estudiantes del proceso de evaluación requiere una comunicación constante en diversos sentidos y con canales de comunicación adecuados. Una plataforma virtual, por ejemplo, puede ayudar a ello. Por ejemplo, antes de evaluar conviene que estén informados de los conocimientos y habilidades que se consideran objetivo de aprendizaje, así como de los criterios de evaluación que puede ayudarles a monitorizar su aprendizaje. Ello podrá favorecerse con procesos de autoevaluación y coevaluación. Durante el proceso formativo, es esencial crear diferentes momentos de revisión en los que los estudiantes puedan reconocer en qué punto están y qué pueden hacer para ampliar, profundizar o mejorar su propio trabajo. Este tipo de acciones ayudan a la autoevaluación y a la metacognición. Las rúbricas de evaluación son un medio adecuado para desarrollar estas prácticas de evaluación ya que permiten detallar indicadores precisos de niveles de logro.

La evaluación puede apoyar e impulsar el aprendizaje de los estudiantes no solo indicando, o reconociéndolo ellos mismos, el nivel en el que se encuentran respecto a la adquisición de cierto conocimiento o el desarrollo de alguna habilidad o destreza, sino, además, para dotar de vías de acción que ayuden a avanzar en el aprendizaje. Para ello, conviene que la información que se ofrezca como retroalimentación, ya sea por parte del docente o de los compañeros, sea útil para los estudiantes, llegue a tiempo y sea relevante para alcanzar los objetivos de aprendizaje propuestos en las tareas de evaluación.

La información que se obtiene durante el proceso puede ayudar al docente a la reflexión y toma de decisiones sobre su propia práctica y realizar los ajustes oportunos. Permite valorar si la metodología de enseñanza y los instrumentos de evaluación fueron adecuados o se deben considerar alternativas. También facilita reflexionar sobre aspectos como, por ejemplo, la atención que se está dando a estudiantes con dificultades de aprendizaje, talento matemático o alguna otra necesidad de adaptación. Y ajustar los tiempos de evaluación y retroalimentación para permitir que los estudiantes reflexionen y utilicen la información recibida. Además, permite reflexionar, por ejemplo, sobre el desarrollo general del proceso, la motivación a los estudiantes, el fomento del aprendizaje reflexivo o la corrección de errores.

Para facilitar la compleja tarea de valorar las diversas tareas que compongan el proceso evaluativo se pueden utilizar matrices de valoración, que se suelen llamar rúbricas o listas de valoración. Estas matrices facilitan la calificación, pero, sobre todo, permiten que los estudiantes conozcan con antelación los criterios con los que serán valorados, lo que proporciona una valiosa información cualitativa para la mejora del proceso de aprendizaje. Reflejan los criterios de evaluación y establecen distintos niveles de consecución para cada uno de ellos. En función del tipo de evaluación que se desee realizar y los criterios que se consideren para ello, se pueden considerar rúbricas de evaluación holísticas o analíticas. Las rúbricas holísticas, generalmente, se utilizan para valorar la adquisición de un conocimiento concreto o la calidad global de actividades abiertas donde no haya una respuesta correcta definitiva y pueda permitir errores en el proceso. Las analíticas se suelen utilizar para una evaluación más pormenorizada de los diversos aspectos que se consideran fundamentales en el proceso. Estas últimas son más costosas de construir y de aplicar que las holísticas, pero, a la vez, permiten un alto grado de retroalimentación para los estudiantes (Cáceres y Chamoso, 2015).

Algunas posibilidades de evaluación que se pueden considerar

Si se pretende desarrollar una evaluación global, continua, formativa e integradora, la evaluación debe integrarse como un elemento del proceso de enseñanza-aprendizaje. Para ello será necesario disponer de una variedad de técnicas e instrumentos que aporten información de distinta naturaleza y en diferentes momentos del proceso formativo.

Uno de los instrumentos más completos para realizar una evaluación de ese tipo es el portafolios de aprendizaje. Se entiende portafolios de aprendizaje a la compilación de

trabajos realizados por el estudiante que aporta evidencias de su conocimiento, destrezas, disposición y reflexión sobre el trabajo realizado. Puede concretarse en propuestas de trabajo que cada estudiante desarrolla a lo largo del proceso formativo, que pueden ser de distinta naturaleza o con diferentes objetivos como, por ejemplo, voluntarias u obligatorias, individuales o en grupos, para recordar, mejorar el aprendizaje o profundizar en el mismo. Esas propuestas de trabajo deberían ser planificadas adecuadamente y, además, cada una de ellas debería tener su propia rúbrica de valoración. Todo ello debería conocerlo el estudiante con antelación (Cáceres y Chamoso, 2015).

Una característica interesante del portafolios es que no sólo muestra un trabajo final del proceso formativo sino, también, el progreso del aprendizaje del estudiante, las responsabilidades que asume, cómo participa en el proceso de diagnóstico y evaluación, cómo percibe los incidentes críticos, sus actitudes, sus hábitos de independencia y reflexión, la voluntad de aceptar los propios errores, la consideración de los errores como oportunidades de aprendizaje y sus habilidades tanto en resolución de problemas como en comunicación, razonamiento y análisis. El uso del portafolios obliga a tomar decisiones que se deben justificar. Además, puede incluir posibilidad de revisión y mejora ya que, la revisión y reflexión del propio trabajo, favorece la autorregulación del aprendizaje. Para conseguirlo, los trabajos que incluya deben ayudar a conseguirlo (ejemplos en Figura 1 y Figura 2).

En un curso de formación de docentes de matemáticas de Primaria, se organizó un portafolios de aprendizaje basado en unas propuestas de trabajo para el estudiante, en grupos de 2, en tres sentidos: *Ejercicios* (voluntarios; para hacerlos fuera del aula), *Actividades* (obligatorios; para hacerlos en el aula) y *Proyectos* (obligatorios; para hacerlos fuera del aula). Todas las propuestas de trabajo tenían posibilidad de mejora.

En concreto, cada uno de los proyectos tenía como objetivo, referido a la enseñanza de matemáticas en Primaria: diseño de un contenido, conocimiento del contenido matemático y metodológico, reflexión sobre la práctica y creatividad. Cada uno se valoró en función de la profundización y calidad del objetivo considerado, y su implicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje del estudiante:

Nivel 1 (Descripción): Cuando participa en el proceso con una visión externa.

Nivel 2 (Argumentación): Cuando participa de forma activa en el proceso.

Nivel 3 (Aportación): Cuando, además de participar, se involucra en el proceso, y toma decisiones propias.

Por ejemplo, cada grupo de estudiantes entregó el proyecto de diseño de un contenido matemático para Primaria al inicio del curso y volvió a entregarlo al final del mismo mejorado, para lo cual el desarrollo del curso se dirigió a formar en aspectos, en diversos sentidos, que pudieran facilitar esa mejora. La Tabla 1 recoge la rúbrica para valorar el proyecto referido a creatividad (Cáceres et ál., 2010, Chamoso y Cáceres, 2016)

Figura 1. Práctica de evaluación de un portafolio

Tabla 1. Plantilla de valoración del proyecto de creatividad

Niveles	Indicadores
0 (Generalidad): Toma los contenidos directamente de otras fuentes y los estructura sin criterio aparente.	<ul style="list-style-type: none"> • El contexto, el argumento y las actividades no son válidos. • No se adapta al trabajo pedido.
1 (Descripción): Conoce lo que utiliza sin relacionarlo entre sí para explicar los contenidos, el desarrollo global, y los gráficos.	<ul style="list-style-type: none"> • El contexto, el argumento y las actividades son válidos. • Las aportaciones son las habituales.
2 (Argumentación): Argumenta lo que realiza relacionándolo entre sí y siguiendo una secuencia lógica para explicar los contenidos, el desarrollo global, y los gráficos.	<ul style="list-style-type: none"> • El contexto, el argumento y las actividades son válidos, apropiados y motivadores. • Las aportaciones son variadas.
3 (Aportación): Utiliza argumentos propios y crea modelos originales para explicar los contenidos, el desarrollo global, y los gráficos.	<ul style="list-style-type: none"> • El contexto, el argumento y las actividades son válidos, apropiados, motivadores y creativos. • Adapta el trabajo a distintos niveles de dificultad. • Las aportaciones son muy variadas en diferentes sentidos.
Valoración global de la estructura del trabajo escrito (esquema, desarrollo, objetivos, conclusión, bibliografía, reflexión personal)	<p>0: Carece de los aspectos fundamentales y no se aprecia coherencia aparente.</p> <p>1: Presenta algunos aspectos fundamentales.</p> <p>2: Incluye la mayor parte de aspectos fundamentales.</p> <p>3: Incluye todos los aspectos fundamentales con coherencia.</p>

En un curso de formación de docentes de matemáticas de Primaria, se organizó un portafolios de aprendizaje basado en el desarrollo de un Proyecto Estadístico (PE) que los estudiantes, en grupos, debían presentar, oralmente y por escrito, al final del curso. Los estudiantes conocían, desde el principio del curso, la rúbrica de valoración que se iba a utilizar (Tabla 2).

Como parte de su portafolios, y para favorecer el adecuado desarrollo del PE, cada grupo de estudiantes, hacia la mitad del curso, en sesiones sucesivas de aula:

1. Presentó sus Avances del Proyecto Estadístico (APE), oralmente y por escrito.
2. Aplicó la rúbrica a su propio APE (Autoevaluación). Después, aplicó la rúbrica a 5 APE desarrollados por sus compañeros (Coevaluación). Finalmente, cada grupo validó o modificó la valoración de su propio APE. Las valoraciones de cada APE referidas a Autoevaluación y Coevaluación, unido a la valoración del profesor, se pudieron a disposición de los estudiantes.
3. Presentó sus Mejoras de los Avances del Proyecto Estadístico (MAPE) por escrito, que fueron las que se consideraron para valoración final (Cáceres y Chamoso, 2019).

Figura 2. Práctica de evaluación de una tarea del portafolios para favorecer el desarrollo de un Proyecto Estadístico considerando la reflexión, la autoevaluación y la coevaluación

Tabla 2. Rúbrica de valoración de un Proyecto Estadístico

	4	3	2	1
Planteamiento y justificación del problema y objetivos	El tema es pertinente, el problema se justifica adecuadamente y se formulan objetivos medibles estadísticamente	El tema es pertinente, el problema se justifica vagamente o se formulan objetivos que no son medibles estadísticamente	El tema es pertinente pero no se justifica adecuadamente su elección o se formulan objetivos para los que no es necesario aplicar la estadística	El tema no es pertinente y no se justifica su elección. No se formulan objetivos o se formulan objetivos ambiguos
Búsqueda de información	Se utilizan suficientes fuentes de información adecuadas al tema de estudio y se incluyen en la bibliografía	Se utilizan algunas fuentes de información adecuadas al tema de estudio y se incluyen en la bibliografía	Se utilizan algunas fuentes de información adecuadas al tema de estudio y no se incluyen en la bibliografía	No se muestran evidencias de haber utilizado fuentes de información.

	4	3	2	1
Recogida y organización de datos	Se indica cómo se recogen los datos, los instrumentos de recogida y la explicación clara de su organización	Se indica cómo se recogen los datos y los instrumentos de recogida, pero no cómo se organizan	Únicamente se indica cómo se han recogido los datos	No se indica el proceso de recolección de datos

En cualquier caso, el portafolios recoge las respuestas de estudiantes a tareas propuestas para el aprendizaje. Se entiende que el tipo de tareas que los docentes proponen a los estudiantes tiene gran influencia en su aprendizaje, lo que ellos entenderán por "matemáticas" y el medio con el que construyen su aprendizaje. Pueden ser de diversos tipos como, por ejemplo, creación o resolución de tareas matemáticas, elaboración de proyectos, mapas conceptuales, pruebas escritas, autoevaluaciones o coevaluaciones, detección de errores, reflexiones, modificaciones del propio trabajo, realización de vídeos, resolución de tareas en contextos reales o crear problemas matemáticos. A continuación, se detallan alguna de ellas.

Se entiende como mapa conceptual a un gráfico de nodos en el que se sitúan conceptos, que se unen mediante flechas que suelen ir acompañadas de palabras o frases de enlace formando proposiciones. Los más utilizados son los jerarquizados y de araña. En los primeros, un concepto principal se sitúa en la parte superior y, debajo, los subconceptos en filas; en los segundos, el concepto principal se coloca en el centro y se enlaza con subconceptos a su alrededor. Su elaboración puede ser más o menos guiada, en función de los objetivos que se pretendan y las características de los estudiantes; es decir, se puede considerar desde una lista no jerarquizada de conceptos o términos conceptuales para construir un mapa conceptual con un listado de conexiones guiado por el profesor con la participación de los estudiantes, hasta la elaboración libre por parte del estudiante (Figura 3). Admite otras variantes y posibilidades como, por ejemplo, la elaboración del mapa conceptual de un mismo concepto en diferentes momentos del curso para descubrir la evolución del conocimiento del concepto por los estudiantes. Se suele valorar mediante una plantilla de control en la que se indican las conexiones correctas, incorrectas o inexistentes.

Una forma de evaluar mapas conceptuales es la que estudiantes de 3º de ESO elaboraron libremente, atendiendo a los siguientes aspectos:

1. ¿Qué diferencias se observan a la hora de presentar los conceptos en los diferentes mapas conceptuales? (dirigido a analizar la forma en que se organizan los conceptos y las palabras o frases de enlace).
2. ¿Qué conceptos no se introducen? ¿Qué relaciones no se establecen? (dirigido a identificar conceptos incluidos, omitidos y repetidos).
3. ¿Qué conceptos están mal asentados o mal relacionados? (dirigido a descubrir posibles errores cometidos).

Estos aspectos no solo los debe considerar el profesor, sino que también lo deben hacer los estudiantes con sus propias producciones y las de sus compañeros. Esto les permitirá ser conscientes de la profundidad de su producción, de hacer una autoevaluación al preguntarse, por ejemplo: ¿qué dificultades he tenido al hacer el mapa conceptual? ¿qué he aprendido con el mapa conceptual? (Azcárate, 2006).

Figura 3. Una propuesta para evaluar mapas conceptuales

Otra posibilidad es la resolución de problemas abiertos. Los problemas abiertos permiten que haya más de una solución correcta para resolverlos, lo que favorece la creatividad, la iniciativa, la toma de decisiones y la aplicación del conocimiento matemático. Pueden estar relacionados con la modelización, que busca resolver un problema real y donde las matemáticas se convierten en una herramienta que ayuda a organizar, sintetizar y representar datos, tomar decisiones, resolver el problema e interpretar el resultado. Esto último puede realizarse en forma de tarea pero, usualmente, se hace como proyecto en grupos colaborativos durante un cierto periodo de tiempo. Generalmente requiere de frecuente retroalimentación ya sea, por ejemplo, por parte del docente, mediante diálogos grupales o evaluación por pares. Este tipo de tareas se suelen valorar mediante rúbricas de evaluación (Figura 4).

El proyecto “El Agua” pretende que el estudiantado de Secundaria sea consciente del gasto de agua que se genera en su vivienda y en el municipio, y adopte medidas de ahorro.

Las capacidades que se consideran son: Comunicación (C), Matematización (M), Representación (R), Razonamiento y Argumentación (A), Diseño de estrategias para resolver problemas (RP), Utilización de operaciones y lenguaje formal y técnico (O) y Utilización de herramientas matemáticas (T).

Los procesos que se consideran son:

1. Formulación matemática de las situaciones:
 - 1.1. Paso de situación real a modelo o esquema.
 - 1.2. Modelo o formulación matemática.
2. Empleo de conceptos, datos, procedimientos y razonamientos matemáticos.
3. Interpretación, aplicación y valoración de los resultados matemáticos.
 - 3.1. Validar soluciones.
 - 3.2. Exponer conclusiones del estudio.

El trabajo se realiza en grupos y se divide en tres etapas:

1. Delimitación de los aspectos que ayudan a determinar el gasto de agua diario que se produce en la propia vivienda. Decisión, justificada, del método más adecuado para medir el consumo, así como las matemáticas que ayudan, por ejemplo, a representar el gasto de agua o la frecuencia de uso.
2. Elaboración de una encuesta para realizar un estudio estadístico más amplio sobre los hábitos de consumo en las viviendas del barrio.
3. Recolección de resultados de las encuestas, recuento de respuestas, elaboración y selección de tablas de frecuencias y de gráficos, elección de la información para presentar los resultados. Interpretación de resultados.

El instrumento para evaluar el proyecto es una plantilla de valoración atendiendo a las capacidades y procesos considerados (un detalle de la plantilla referida al proceso “Paso de situación real a modelo o esquema” se incluye en la Tabla 3; Benjumeda et al., 2015).

Figura 4. Práctica de evaluación por proyectos

Tabla 3. Plantilla de valoración del proceso “Paso de situación real a modelo o esquema” del proyecto “El Agua”

Criterio	Indicador	Capacidades							
		C	M	R	A	RP	O	T	
Justificación de la elección del método para calcular el agua consumida en cada una de las situaciones acordadas en grupo clase	0	No da razones							
	1	Razones no matemáticas	X	X		X			
	2	Razones matemáticas							
Explicación de cómo se utiliza el agua en el caso elegido (esquema) e identificación de limitaciones y supuestos de cada uno	0	Predominio de esquemas incompletos o inadecuados							
	1	Esquemas incompletos o inadecuados para algunas situaciones	X	X		X	X		
	2	Esquemas adecuados y razonables							
Reconocimiento de los aspectos necesarios para el estudio estadístico (preguntas de la encuesta)	0	Se contemplan muy pocos aspectos de los necesarios							
	1	Faltan algunos aspectos importantes	X	X		X	X		
	2	Se contemplan todos los aspectos necesarios							

La creación de tareas matemáticas por los estudiantes, o la adaptación de tareas en algún sentido, requiere una alta demanda cognitiva, incrementa el conocimiento matemático y la capacidad de diseño matemático-didáctico. Se puede realizar de diferentes formas en función del objetivo de enseñanza. Por ejemplo, estudiantes de Educación Secundaria y Bachillerato crearon tareas vinculadas con la vida real para una evaluación inicial, con el objetivo de descubrir tanto potencialidades como grandes dificultades matemáticas (Mercado Hurtado, 2007). En otro sentido, en formación de docentes se han desarrollado experiencias en las que no solo se crean tareas, sino que también se mejoran a partir de la formación (Figura 5).

En una sesión de aula de 2 horas de duración futuros docentes de primaria, en grupos, crearon tareas matemáticas. En concreto, inicialmente, debían crear tres tareas en contextos reales que se pudieran plantear a un estudiante de Primaria. A continuación, cada grupo analizó la autenticidad de las tareas creadas a partir de una rúbrica de valoración que se les proporcionó, para descubrir aspectos que podían mejorarse. Después de una discusión formativa general sobre el grado de autenticidad de algunas tareas creadas por algunos grupos con el fin de proponer, entre todos, sugerencias de mejora, cada grupo modificó sus tres tareas iniciales para proponer tres nuevas tareas finales con un mayor nivel de autenticidad.

Cada tarea final se valoró como correcta si cumplía todas las dimensiones de autenticidad, suficiente si se mejoraba al menos una de ellas y mejorable si no se mejoraba ninguna (Cáceres et al., 2015).

Figura 5. Práctica de evaluación para crear tareas y mejorarlas

Existen otras muchas posibilidades de evaluación en diferentes sentidos dependiendo de los objetivos que se pretendan (Azcárate, 2006; Serradó y Azcárate, 2006; Serradó, 2009); también el cuestionario KPSI (Knowledge and Prior Study Inventory), para favorecer la autopercepción y la autorregulación del aprendizaje del estudiante cuando valora su percepción sobre su grado de conocimiento, competencias y conocimientos previos.

ALGUNAS SUGERENCIAS. PAUTAS PARA UNA BUENA EVALUACIÓN EN MATEMÁTICAS

La evaluación en matemáticas de una asignatura, una unidad didáctica o una sesión de clase, por ejemplo, se puede organizar de diversas formas. Una posibilidad es hacerlo en función del desarrollo del proceso formativo en el aula para lo que se pueden considerar tres momentos, antes, durante y después. En esencia:

Planifica tu evaluación (antes)

1. Considera las directrices oficiales para ajustar la planificación de la asignatura. Valora el contexto y las peculiaridades que pueden condicionarla. Valora la necesidad de realizar una evaluación inicial o diagnóstica directamente con los estudiantes.
2. Clarifica tus objetivos de enseñanza, tanto los referidos al conocimiento matemático como otros que entiendas que se deben considerar. Traslada tus objetivos de enseñanza a resultados de aprendizaje.
3. Redacta los criterios de evaluación de cada objetivo de enseñanza con precisión y claridad indicando los diferentes niveles de logro para cada uno de ellos.
4. Elige instrumentos de evaluación que permitan obtener información sobre el aprendizaje y decide los momentos y formas en que los utilizarás.

5. Diseña las tareas de evaluación que formarán parte de esos instrumentos y las rúbricas que permitirán valorar el nivel de logro. Para ello, además, ten en cuenta, por ejemplo, estudiantes con dificultades de aprendizaje o de altas capacidades.
6. Organiza un calendario que recoja los momentos de evaluación, de retroalimentación y entrega del trabajo revisado, adecuado para que no suponga una presión que perjudique el proceso.
7. Dialoga y acuerda con los compañeros el desarrollo del proceso formativo.

Implementa tu evaluación (durante)

1. Consensúa la evaluación con los estudiantes.
2. Facilita las rúbricas de evaluación de cada tarea previamente a su realización para favorecer la regulación del aprendizaje.
3. Ajusta la evaluación si fuera necesario dependiendo del desarrollo del proceso formativo o imprevistos.
4. Facilita a los estudiantes sus resultados con detalle, incluyendo orientaciones que permitan revisar el propio trabajo y profundizar sobre él.
5. Solicita reflexiones sobre el propio aprendizaje. Facilita la revisión del propio trabajo, ya sea personalmente o entre compañeros.

Reflexiona sobre el proceso (después)

1. Valora el proceso formativo en el que se incluye la evaluación.
2. Realiza la calificación del aprendizaje de cada estudiante según la planificación del proceso formativo efectuada.
3. Valora si la evaluación desarrollada sirvió para obtener información sobre los resultados de aprendizaje propuestos.
4. Valora si te has sentido cómodo durante el proceso y cómo se podría haber hecho mejor. Considera instrumentos de evaluación alternativos si lo estimas conveniente.

REFLEXIONES FINALES

En este capítulo se aportan ideas sobre la evaluación en matemáticas, experiencias y ejemplos que pueden ayudar a desarrollarla y sugerencias para realizar una adecuada evaluación. Pero lo que principalmente se ha pretendido es reflexionar sobre la evaluación. Cada docente debe gestionarla según su concepción de la enseñanza y aprendizaje, atendiendo al contexto y estudiantes.

Los sucesos reales iniciales posibilitan algunas reflexiones. Por ejemplo, Suceso 1 permite reflexionar sobre la relación que debe tener la evaluación con los objetivos

de aprendizaje; Suciedos 2 y 4 recuerdan que, en las aulas de matemáticas, el objetivo es aprender matemáticas; Suciedos 3, 5, 8 y 9 reflejan la importancia de la rúbrica de valoración, acordada entre docentes y alumnos, y la necesidad de su uso apropiado; Suciedos 6 y 7 indican que no siempre el sentido de justicia o de objetividad de la evaluación está en consonancia con la valoración del aprendizaje adquirido. Pero el lector puede realizar otras reflexiones en cualquier sentido. Así es la evaluación, algo vivo que depende de cada docente, aunque siempre ajustándose a las directrices educativas, objetivos de enseñanza, contexto y estudiantes.

Algo para terminar. A continuación, se muestran respuestas de estudiantes a dos tareas de evaluación:

1. En una clase de secundaria de estudiantes de talento matemático se propuso la siguiente actividad: “Describe el trayecto de tu casa al colegio que haces cada día para que alguien pueda seguirlo sin equivocarse sin que estés tú delante. Puedes hacer un dibujo, mapa u otras posibilidades que te parezcan. Incluye lugares significativos y relevantes que puedan ayudar (por ejemplo, parque, kiosko, parada del autobús, semáforos, contenedores, paso de peatones, tienda del pan). Puedes hacer lo mismo con la vuelta del colegio a tu casa”.

Se adjuntan respuestas de dos estudiantes (Figura 6 y 7)

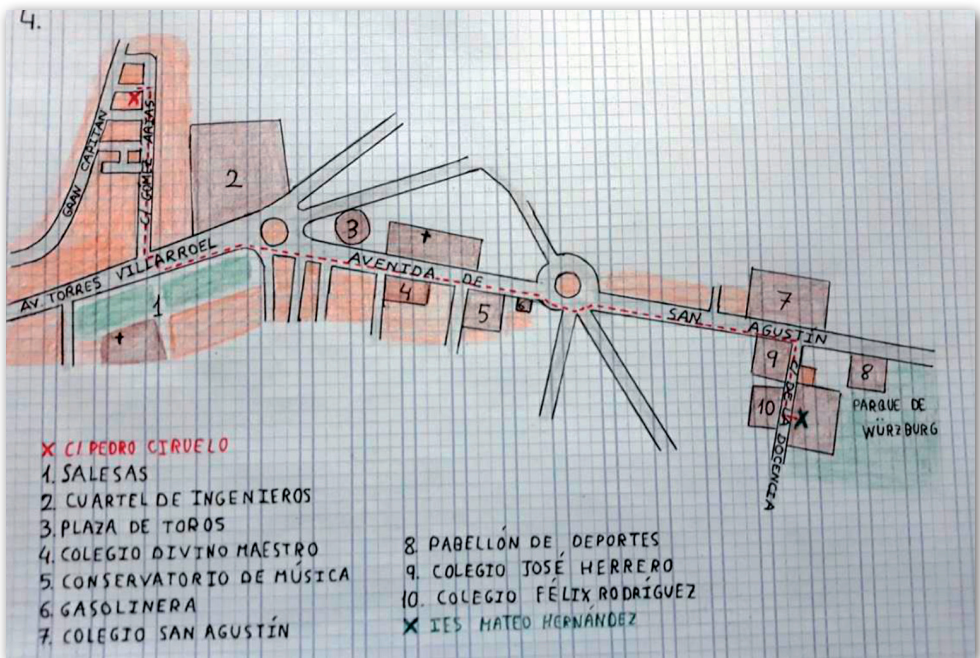


Figura 6. Plano del trayecto de tu casa al colegio

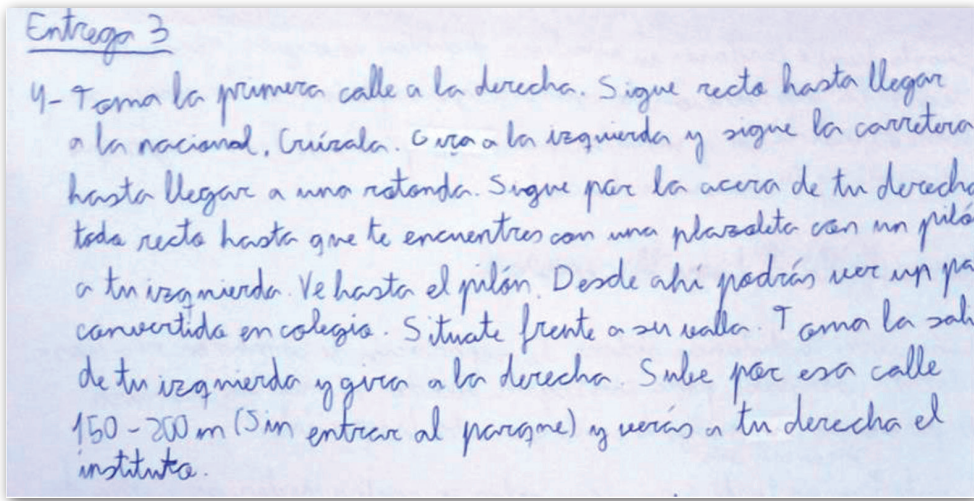


Figura 7. Descripción del trayecto de tu casa al colegio

El docente comprobó que las dos respuestas eran correctas.

Pregunta: Aunque las dos respuestas sean correctas, ¿una puede ser más correcta que otra?

2. En un aula de matemáticas de secundaria cuyo objetivo es aprender la media aritmética, se pidió a los estudiantes que calcularan la media aritmética del peso de 3 personas. La respuesta de un estudiante fue 489,7 kilogramos.

Pregunta: Quizás el estudiante sabía calcular la media aritmética, pero tuvo un error al colocar la coma. ¿Qué hacer? Si sabe calcular la media aritmética, la respuesta se le podía valorar casi bien debido al error en cálculo. Pero, ¿se puede permitir que un estudiante, después de conseguir un resultado, no reflexione sobre lo obtenido en el contexto de la tarea solicitada y valorar que no es posible que la media aritmética del peso de 3 personas sea 489,7 kilogramos?

Reflexione sobre ellas. Seguro que no todos los docentes coincidirían en la misma respuesta en cada caso. Eso puede abrir posibilidades futuras de continuar este trabajo.

Recuerda que la evaluación:

1. Es un elemento del proceso de enseñanza-aprendizaje.
2. Dirige el aprendizaje del estudiante.
3. Debe valorar los objetivos de enseñanza y aprendizaje.
4. Debe mostrar el aprendizaje del estudiante atendiendo a los objetivos de enseñanza y aprendizaje.
5. Muestra el desarrollo del proceso formativo que, además del aprendizaje del estudiante, incluye otros aspectos como, por ejemplo, el trabajo del profesor.

Decálogo para una adecuada evaluación:

1. Convierte la evaluación en un elemento para aprender.
2. Planifica la evaluación en diferentes momentos del proceso formativo.
3. Diseña criterios de valoración o rúbricas, precisos y adecuados, y ponlos a disposición de los estudiantes con antelación.
4. Considera diferentes instrumentos de evaluación. No olvides la autoevaluación y la coevaluación.
5. Adecúa la evaluación al contexto y las capacidades de los estudiantes atendiendo especialmente, por ejemplo, a los que tienen dificultades de aprendizaje y a los que tienen talento matemático.
6. Facilita la reflexión sobre el aprendizaje para mejorar el propio trabajo y la evaluación.
7. Favorece la retroalimentación.
8. Haz tu evaluación justa y objetiva.
9. Trata de eliminar la tradicional presión por la evaluación. Anima constructivamente a los estudiantes para que consigan una evaluación adecuada.
10. Haz que tu evaluación motive, sea útil e interesante.

REFERENCIAS

- Azcárate, P. (2006). Propuestas alternativas de evaluación en el aula de matemáticas. En J. M. Chamoso (Ed.), *Enfoques actuales en la didáctica de las Matemáticas* (pp. 187-219). MEC.
- Beesley, A. D., Clark, T. F., Dempsey, K. y Tweed, A. (2018). Enhancing Formative Assessment Practice and Encouraging Middle School Mathematics Engagement and Persistence. *School Science and Mathematics*, 118(1-2). <https://doi.org/10.1111/ssm.12255>
- 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.), *Investigación en Educación Matemática XIX* (pp. 163-172). SEIEM.
- Benjumeda, F. J., Romero, I. y Zurita, I. (2016). Una propuesta de evaluación formativa para el aprendizaje basado en proyectos en matemáticas. En J. A. Macías, A. Jiménez, J. L. González, M. T. Sánchez, P. Hernández, C. Fernández, F. J. Ruiz, T. Fernández y A. Berciano (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XX* (pp. 177-186). SEIEM.
- Cáceres, M. J. y Chamoso, J. M. (2015). La Evaluación Sobre la Resolución de Problemas de Matemáticas. En L.J. Blanco, J.A. Cárdenas y A. Caballero. *Resolución de Problemas de Matemáticas en la Formación Inicial de Profesores de Primaria* (pp. 225-241). Universidad de Extremadura. <http://hdl.handle.net/10662/5241>
- Cáceres, M. J. y Chamoso, J. M. (2019). Influencia de un proceso de autoevaluación, coevaluación y evaluación en la formación de profesores de primaria. En E. Badillo, N. Climent, C. Fernández y M. T. González (Eds.), *Investigación sobre el profesor de matemáticas: formación, práctica de aula, conocimiento y competencia profesional* (pp. 351-372). Ediciones Universidad Salamanca. <https://eusal.es/eusal/catalog/view/978-84-1311-073-8/5054/4212-1>
- Cáceres, M. J., Chamoso, J. M. y Azcárate, P. (2010). Analysis of the revisions that pre-service teachers of Mathematics make of their own project included in their learning portfolio. *Teaching and Teacher Education*, 26(5), 1186-1195. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2010.01.003>
- Cáceres, M. J., Chamoso, J. M. y Cárdenas, J. A. (2015). Situaciones problemáticas auténticas propuestas por estudiantes para maestro. En C. Fernández, M. Molina y N. Planas (eds.), *Investigación en Educación Matemática XIX* (pp. 201-210). SEIEM.
- Cárdenas, J. A., Blanco, L. J. y Cáceres, M. J. (2016). La evaluación de las matemáticas: análisis de las pruebas escritas que se realizan en la secundaria. *Unión. Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 12(48). <https://union.fespm.es/index.php/UNION/article/view/527>
- Chamoso, J. M. y Cáceres, M. J. (2016). Diseño e implementación de una asignatura de formación de docentes reflexivos de Matemáticas que considera los contenidos globalizados. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 15, 69-81. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/23879>
- Mercado Hurtado, A. I. (2007). Matemáticas el primer día de curso: un nuevo enfoque de la evaluación inicial. *Suma*, 56, 33-38.
- Schellekens, L. H., Bok, H. G., de Jong, L. H., van der Schaaf, M. F., Kremer, W. D. y van der Vleuten, C. P. (2021). A scoping review on the notions of Assessment as Learning (AaL), Assessment for Learning (AfL), and Assessment of Learning (AoL). *Studies in Educational Evaluation*, 71, 101094. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2021.101094>

- Serradó, A. (2009): El desarrollo de las ocho competencias básicas a través de la resolución de problemas. *Epsilon*, 26(2), 7-22.
- Serradó, A. y Azcárate, P. (2006): El portafolio: instrumento de evaluación de los alumnos con necesidades educativas especiales. *UNO. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 43, 42-56.