Modelización matemática. Desarrollar la competencia matemática desde el mundo real

Módulo 5. ¿Cómo evaluar el trabajo de modelización?

Carlos Segura, Irene Ferrando, César Gallart

Este curso de formación busca la transferencia a la docencia de materiales e investigaciones del grupo emergente CIGE/2024/064, financiado por la Generalitat Valenciana y el proyecto PID2021-126707NB-I00, financiado por MICIU/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE.

Módulo 5: ¿Cómo evaluar el trabajo de modelización?

Índice

1. Evaluación centrada en el producto final
2. Evaluación centrada en el proceso
3. Evaluación global
4. Conclusiones

Importancia de la evaluación

“What you assess is what you get, what you don’t assess, what you don’t get”, Morten Blomhøj, CERME 10.

Esta cita de Blomhøj confirma la importancia de la evaluación: aquello que no se evalúa queda, a menudo, en el limbo de las actividades de clase “voluntarias”.

Si queremos que los alumnos se impliquen en la resolución de tareas de modelización para, de esta forma, desarrollar su competencia matemática, es crucial reflexionar sobre la evaluación del resultado del trabajo de los estudiantes.

La evaluación, parte imprescindible de proceso de enseñanza-aprendizaje

"La evaluación cumple con el objetivo de organizar y regular la actividad del aula y forma parte del proceso de enseñanza-aprendizaje" (Giménez, 1997, p. 16).

Es por ello que, al introducir la modelización en nuestras clases debemos darle un peso y una importancia similar a la del resto de actividades del aula.

Es por tanto fundamental, al diseñar la tarea, reflexionar, como un aspecto metodológico más, sobre cómo se va a evaluar a los alumnos.

Giménez, J. (1997). *Evaluación en matemáticas. Integración de perspectivas*. Madrid: Síntesis.

Diferentes perspectivas implican diferentes evaluaciones

Existen diferentes perspectivas relativas al uso de la modelización en las aulas, algunas más centradas en el producto y otras más centradas en el proceso de modelización.

Estas perspectivas llevan asociadas diferentes estrategias de evaluación.

En las siguientes diapositivas mostraremos tres ejemplos de estrategias para evaluar tareas de modelización. La tercera de ellas, desarrollada en una experiencia llevada a cabo en un centro de la provincia de Valencia, conjuga aspectos de las dos anteriores.

1. Evaluación centrada en el producto final

El ejemplo de las Modelling Eliciting Activities

Las Modelling Eliciting Activities (MEA's)

La modelización, desde la perspectiva de las MEA's, se define como una actividad de resolución de problemas (que generalmente pueden resolverse en una o dos sesiones de clase), construidos a partir de una serie de principios con los que se pretende que los alumnos desarrollen un modelo de la situación propuesta que pueda aplicarse también a otras situaciones similares.

Los alumnos, trabajando en pequeños grupos y ante una situación problemática significativa y relevante para ellos, deben inventar, ampliar y perfeccionar sus propias construcciones matemáticas (el "**producto**") para responder a las demandas de un cliente (la "**pregunta**").

Este "**producto**" (que, por lo general, no es único) va más allá de respuestas cortas a preguntas específicas. En algunos casos, el propio proceso de resolución se convierte en el producto demandado, que debe comunicarse al resto de compañeros (por ejemplo, en forma de carta dirigida al cliente) para que se produzcan debates e intercambio de opiniones, que pueden desembocar en la revisión del proceso seguido y la construcción de nuevos modelos.

Un ejemplo de Modelling Eliciting Activity, como escoger el mejor colegio

Esta actividad (en la siguiente diapositiva) está basada en las actividades de obtención de estructuras (Lesh y Doerr, 2003) donde se pide a los estudiantes que desarrollen un modelo a partir del cual escoger cuál es el mejor colegio y establecer una clasificación.

Este modelo deben basarse en una serie de criterios y procedimientos para, a partir de una serie de datos, tanto cuantitativos como cualitativos, establecer esta clasificación de los colegios. Este modelo (el producto) debe explicarse con detalle a la Conselleria (el cliente) para que pueda aplicarlo.

Cada equipo escribe un informe que describe cómo funciona su modelo y hasta qué punto se ajusta a los datos presentados. Además, el modelo debería poder aplicarse a los colegios que se muestran o a otros (obteniendo los datos necesarios) o, con pequeñas modificaciones, a otras situaciones similares de clasificación (por ejemplo, la mejor ciudad, actividad utilizada en el concurso IMMC en el 2020, aquí) .

Esta actividad podría servir como una introducción a las ideas de clasificación.

El mejor colegio

Finalmente, tendréis que redactar un informe dirigido a la Conselleria de Educación con las conclusiones de vuestro estudio, indicando cuál sería vuestro modelo de clasificación de los colegios.

Atendiendo a estos datos (o cualquier otro que te parezca relevante) debéis elaborar un procedimiento para establecer la clasificación de estos Colegios (desde el mejor Colegio para estudiar hasta el peor).

	Nº de aulas de desdoble	Ordenadores por alumno	Nº de alumnos por aula	Superficie en metros cuadrados	Nota media del expediente	Nota media en las PAU	Porcentaje de repetidores (por curso)	Presupuesto para el próximo curso
Colegio Chuli	7	0.6	24	13.200	7.7	6.7	5.4%	Menos
Colegio Guay	9	0.4	25	12.600	7.3	7.0	6.1%	Menos
Colegio Mola	11	0.2	20	10.500	7.5	7.1	4.7%	Menos
Colegio Tope	12	0.3	28	9800	7.0	6.5	5.2%	Mismo
Colegio Diver	13	0.2	22	18.100	7.2	6.4	5.3%	Mismo
Colegio Super	14	0.3	29	10700	7.1	6.6	6.9%	Más

En la siguiente transparencia tenéis la adaptación traducida de una de las rúbricas propuestas para evaluar la resolución de las MEA's, podéis encontrar la información completa y más ejemplos (en inglés) en las webs:

http://serc.carleton.edu/sp/library/mea/what.html

https://engineering.purdue.edu/ENE/Research/SGMM/Problems/CASESTUDIESKIDSWEB/index.htm

Nivel de la resolución	¿Cómo de útil es el producto?	¿Qué podría decir un hipotético cliente?	¿Qué podemos preguntar a lo alumnos?
Requiere redirección	El producto no responde a lo demandado. Los estudiantes requieren retroalimentación del profesor	*Empieza de nuevo, esto no va a funcionar. Piensa en otras ideas o procesos.*	Para evaluar a los estudiantes, ponte en el papel de un cliente, para ellos es necesarios saber: *¿Quién es el cliente? ¿Qué herramienta demanda? ¿Para qué va a utilizarla?* La calidad del trabajo de los alumnos se puede determinar a partir de: *¿Cómo de útil es la herramienta? ¿Se ajusta la herramienta a las necesidades del cliente? ¿Pude servir el modelo encontrado para ser adaptado a otra situación similar? ¿Los estudiantes han sido capaces de ir más allá de las exigencias del cliente?*
Requiere desarrollo o refinamiento	El producto es un buen comienzo que puede cumplir las necesidades del cliente. Se necesita más trabajo para atender a todas ellas.	*Vas por el buen camino, pero todavía queda bastante trabajo antes de que esto sea útil.*	
Requiere cambios menores	El producto está casi listo para usar. Todavía necesita unas pocas modificaciones.	*Esto se acerca a nuestras necesidades, sólo tienes que añadir algunas cosas.*	
Útil para los datos entregados	No es necesario realizar cambios para cumplirlas necesidades inmediatas del cliente.	*¡Perfecto! Esto va a funcionar tal y como está, no hace falta modificar nada.*	
Fácil de compartir o de reutilizar	La herramienta no sólo funciona, sino que sería sencillos modificarla y utilizarla en situaciones similares.	*¡Excelente! Esta herramienta es fácil de usar y se puede adaptar a situaciones similares con otros datos.*	

2. Evaluación centrada en el proceso

Evaluación propuesta por el proyecto LEMA

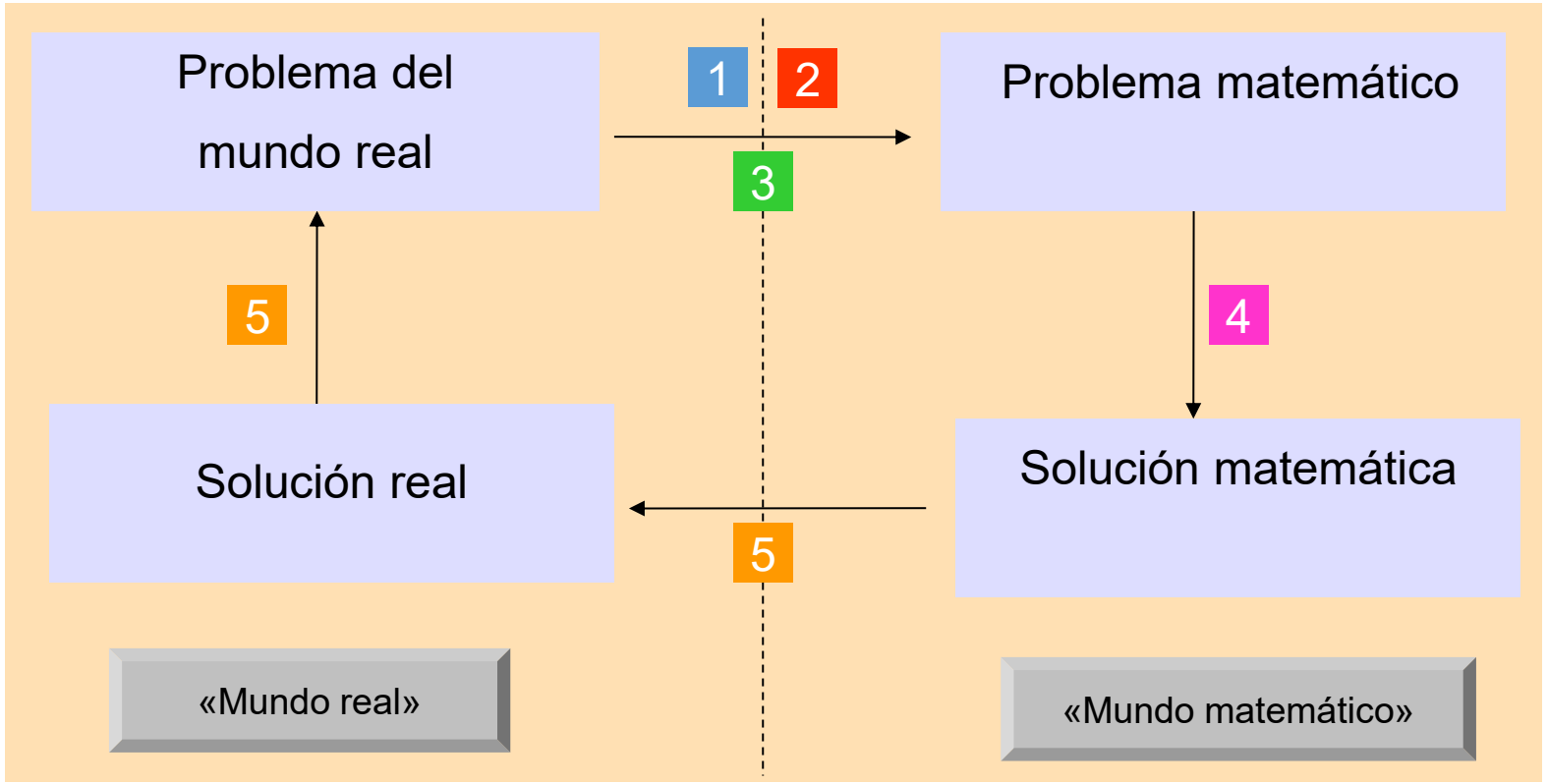
Evaluación del proceso

El **proyecto LEMA** (acrónimo en inglés *de Aprendizaje y Enseñanza de y a través de la Modelización y las Aplicaciones*) es un proyecto financiado por la Unión Europea Comenius, desarrollado entre los años 2006 y 2009, con el objetivo de facilitar un cambio en las prácticas docentes a fin de incluir las actividades de modelización en la enseñanza de las matemáticas (visita su página web aquí).

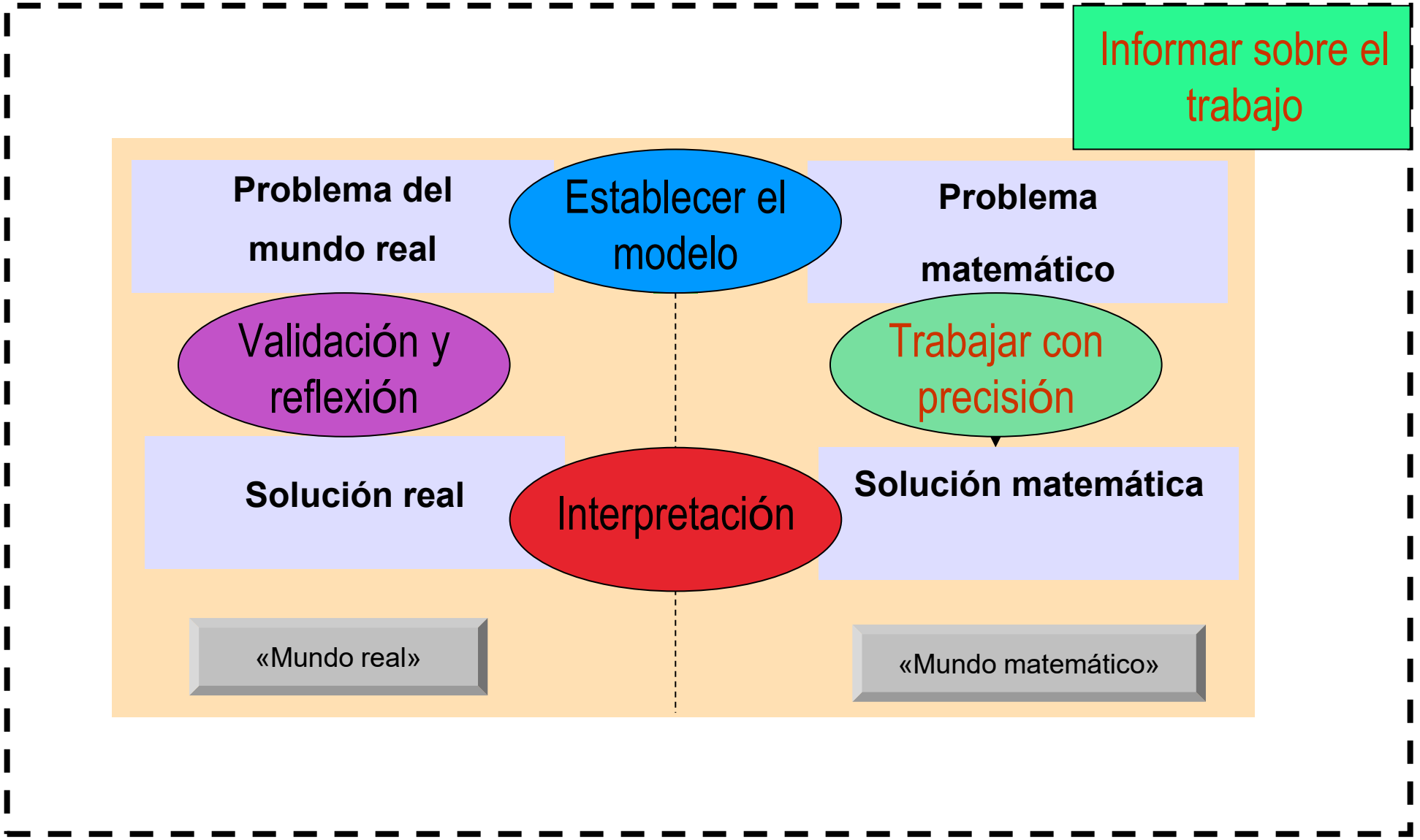
Desde las directrices del proyecto LEMA se aboga por una evaluación triple: **evaluación formativa** (realizada durante el proceso de resolución a través de intervenciones, véase lo estudiado en el módulo 4), **feedback** (basada en la retroalimentación a través de las conversaciones con los alumnos) y **evaluación sumativa**.

Ahora nos centraremos en esta última, ya que pretende, a través de un análisis minucioso de las producciones de los estudiantes, evaluar el proceso completo de resolución de la tarea en base al ciclo de modelización.

Recordemos cuál era el ciclo de modelización usado en el proyecto LEMA



Podemos asociar a cada fase del ciclo de modelización un ítem evaluable



Estableceremos, para cada fase, 4 niveles de competencia

	Establecer el modelo	Trabajar con precisión	Interpretación	Validar y reflexionar
Nivel 1				
Nivel 2				
Nivel 3				
Nivel 4				

Detalle para una de las fases; establecer el modelo

	Establecer el modelo
Nivel 1	Los alumnos necesitan ayuda para simplificar la situación
Nivel 2	Los alumnos son capaces de encontrar y utilizar cierta información necesaria para simplificar partes de una situación compleja.
Nivel 3	Los alumnos son capaces de utilizar una gama de información para simplificar una situación.
Nivel 4	Los alumnos toman buenas decisiones que les permiten simplificar una situación compleja.

Posible progresión en criterios de evaluación

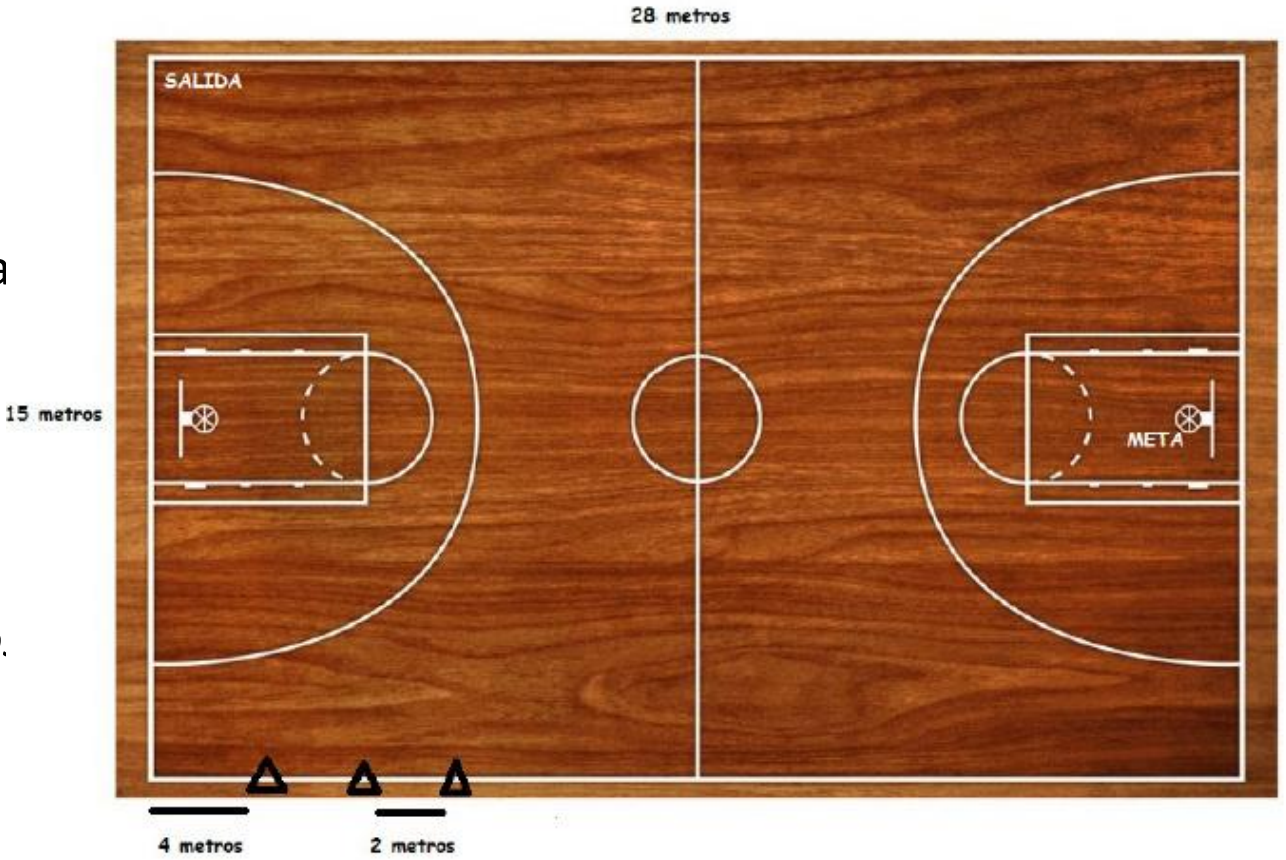
	Establecer el modelo	Trabajar con precisión	Interpretación	Validar y reflexionar	Informes
Nivel 1	Los alumnos necesitan ayuda para simplificar la situación	Los alumnos necesitan ayuda a la hora de tomar decisiones matemáticas y no siempre trabajan con precisión	Los alumnos tienen problemas y requieren mucha ayuda a la hora de interpretar la situación	Los alumnos no reflexionan sobre la validez de su modelo	Los alumnos no son capaces de informar satisfactoriamente sobre su trabajo de forma independiente
Nivel 2	Los alumnos son capaces de encontrar y utilizar cierta información necesaria para simplificar partes de una situación compleja.	Los alumnos son capaces de identificar las matemáticas que es necesario utilizar y resolver el problema, pero no siempre con precisión	Con ayuda (por ejemplo cuando se les hacen preguntas apropiadas) los alumnos son capaces de interpretar la situación	Los estudiantes son conscientes de la validez de algunos aspectos de su modelo, pero no de todos	Con ayuda y orientación los alumnos son capaces de entregar un informe satisfactorio de su trabajo
Nivel 3	Los alumnos son capaces de utilizar una gama de información para simplificar una situación.	Los alumnos son capaces de resolver la tarea independientemente utilizando las matemáticas correctas, pero no todos los resultados son correctos	Los alumnos son capaces de interpretar la situación, pero no en profundidad	Los alumnos reflexionan de manera crítica sobre muchos de los aspectos de su modelo, entendiendo sus limitaciones	Los alumnos son capaces de entregar independientemente un buen informe de su trabajo
Nivel 4	Los alumnos toman buenas decisiones que les permiten simplificar una situación compleja.	Los alumnos utilizan lenguaje y símbolos matemáticos con precisión	Los alumnos interpretan la situación con detalle y en profundidad	Los alumnos tienen una buena comprensión crítica de la validez y limitaciones de su modelo	Los alumnos entregan un informe exhaustivo de su trabajo

Un ejemplo de problema basado en el proyecto LEMA

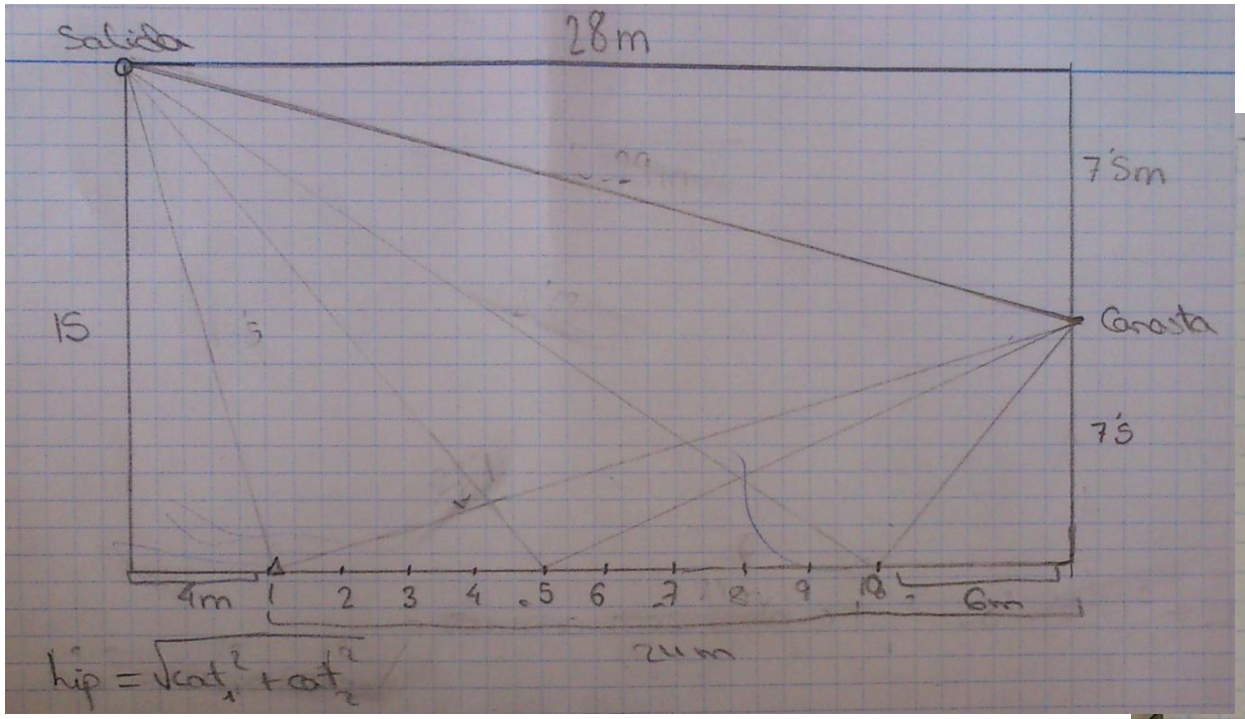
La carrera

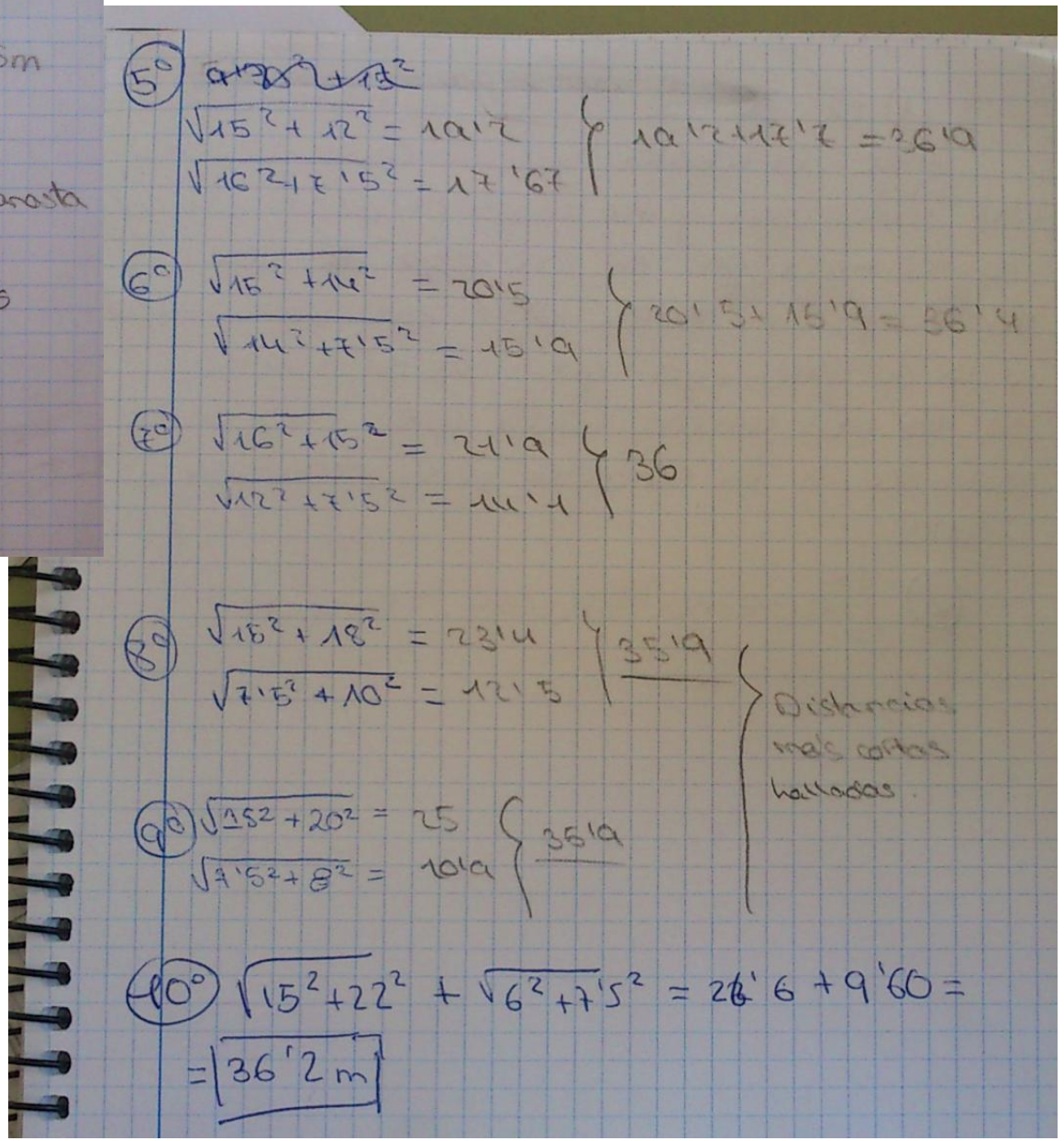
La profesora de Educación Física ha preparado una nueva prueba de velocidad que consiste en lo siguiente: coloca 10 conos a lo largo de la línea lateral de la cancha de baloncesto, empezando a 4 metros de la línea de fondo y separados entre sí 2 metros. Cada corredor sale desde la esquina opuesta, rodea el cono que quiera y corre hasta tocar la canasta del otro lado.

¿Tiene alguna importancia el cono que decidamo rodear en la carrera? ¿Qué haríais vosotros para intentar ganarla? Si pudierais añadir un nuevo cono, ¿dónde lo pondríais?



Puede verse esta actividad resuelta con geogebra aquí





Resolución aportada por un grupo de alumnos a este problema

Un ejemplo de evaluación mediante esta rúbrica a la resolución anterior

Establecer el modelo (4/4)	Se toman las suposiciones necesarias para simplificar la situación: dividen en dos segmentos rectilíneos los dos tramos de la carrera, que identifican con la hipotenusa de dos triángulos rectángulos. Suponen que la velocidad será la misma en los dos tramos.
Trabajar con precisión (3/4)	Se aplica correctamente el Teorema de Pitágoras para calcular las dos hipotenusas que resultan de rodear cada cono, y se suman sus longitudes, redondeando a un único decimal.
Interpretación (3/4)	La distancia total recorrida para cada cono es la suma de sus dos hipotenusas. Se decide rodear el octavo y el noveno, que son los que proporcionan una distancia mínima (en realidad es el octavo el que proporciona la mínima distancia).
Validación y reflexión (1/4)	No se identifica donde situar un nuevo cono que minimice la distancia total recorrida (entre el octavo y el noveno). No se revisa el modelo para intentar generalizarlo, por ejemplo, mediante una función que relacione la distancia total recorrida (y) con la distancia a la que se encuentre el cono con respecto al fondo de la pista (x).
Informar sobre el trabajo (1/4)	Se muestra la fórmula para el Teorema de Pitágoras. Utilizan un esquema para identificar los triángulos rectángulos. Muestran los cálculos para cada cono, sin indicar de donde se obtienen los datos.

El concurso IMMC también utiliza una rúbrica centrada en el proceso y el ciclo de modelización, que puedes ver a continuación, con los pesos indicados para cada categoría indicados en forma de porcentaje.

Definición del problema	Establecer el modelo	Trabajar (matemáticas) con precisión	Interpretar y validar	Informe y/o comunicación
Se identifica el problema real a resolver, se especifican las preguntas matemáticas precisas y se explicitan de forma justificada las hipótesis del problema.	Se formula de forma clara el modelo, identificando las variables relevantes, discriminando de forma justificada los valores de los parámetros. El modelo propuesto es reutilizable y generalizable.	Uso correcto de las herramientas matemáticas y, si procede, uso de TIC. Uso correcto de las representaciones y el lenguaje matemático.	Comprobación de los resultados matemáticos e interpretación en términos de la situación real. Se estudia la pertinencia de la solución y se evalúan los puntos fuertes y débiles del modelo presentado.	El informe es de fácil lectura, está bien redactado y organizado, incluyendo toda la información necesaria para resolver el problema y su respuesta.
10%	40%	20%	10%	20%

3. Evaluación global

Evaluación desarrollada durante una experiencia llevada a cabo en un centro local por el profesor César Gallart. Las ideas presentadas a continuación están descritas en su tesis doctoral que puede ser descargada desde este enlace.

Una evaluación que valora tanto el producto como el proceso

Durante el desarrollo de una experiencia con tareas de modelización en un centro de la provincia de Valencia, el profesor César Gallart definió una rúbrica de evaluación con tres categorías y cinco niveles de calidad.

Las categorías son:

- **Planteamiento y resolución.**
- **Presentación y comunicación.**
- **Iniciativa y autonomía.**

En las siguientes diapositivas se detallan cada una de las categorías.

Planteamiento y resolución

Esta categoría se centra en la valoración del proceso de resolución seguido por los alumnos, el cumplimiento de los objetivos fijados para la tarea, la adecuación de la solución aportada, y la posible reutilización de su trabajo a otras tareas similares a la planteada.

Se trata de responder a preguntas como:

¿Se comprende y formula correctamente el problema?

¿Se reconocen las entidades matemáticas subyacentes a la situación real original necesarias para resolver el problema?

¿La solución matemática obtenida es adecuada a la situación real original?

¿Se revisa y valida el modelo?

¿El modelo planteado es generalizable y reutilizable en otras situaciones similares a la original?

En la siguiente diapositiva podemos ver una de las actividades utilizadas durante la experiencia en este centro (La desaparición del portátil) y los modelos presentados por dos grupos de alumnos. A partir de estas dos resoluciones, *¿qué modelo piensas que es más rico, en el sentido de generalizable y reutilizable?*

La desaparición del portátil

Esta mañana nos hemos dado cuenta de que ha desaparecido uno de los portátiles del colegio. No hay pistas sobre su posible localización, salvo que puede encontrarse en cualquier aula del colegio. ¿Cómo vais a organizar la búsqueda? ¿Cuánto tiempo creéis que os llevará el registro del colegio?

Dos resoluciones… ¿qué modelo es más rico?

Grupo A

TT = [H x (E x T)] / N + D / V

Donde:

TT : tiempo total de encontrar el objeto

N: número de personas que buscan= 3

H: número de habitaciones= 43

T: tiempo medio que tardamos en registrar los escondrijos= 5 segundos/escondrijo

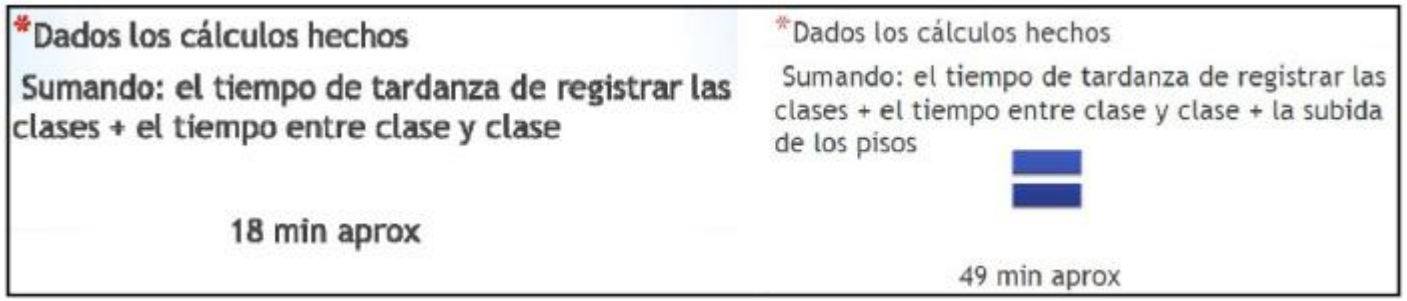
E: Nº de escondrijos por clase= 40

D: distancia total del recorrido en metros= 1200 m

V: velocidad de desplazamiento= 2 metros/segundo

TT = [H x (E x T)] / N + D / V= [43(40 x 5)] / 3 + 1200 / 2= 3466 segundos= 58 min aprox.

Grupo B



Más detalles de estas resoluciones en Gallart, Ferrando y García-Raffi (2018), aquí

Tarea 1. A la vista de las dos resoluciones anteriores (grupo A y grupo B) al problema de “La desaparición del portátil”, ¿qué conclusiones puedes sacar respecto a los modelos producidos por ambos grupos? Si nos centramos únicamente en el apartado “Establecer el modelo”, que hemos visto en la rúbrica del proyecto LEMA (diapositiva 18) o la del concurso IMMC (diapositiva 22), ¿cómo evaluarías ambos modelos? Haz una comparación de ambos modelos y establece una evaluación de ambos, atendiendo a los criterios establecidos en estas dos rúbricas o los tuyos propios.

Presentación y comunicación

Esta categoría incluye aquellos aspectos relacionados con las argumentaciones y justificaciones utilizadas, la claridad expositiva, el uso adecuado de símbolos y formalismos matemáticos, así como la inclusión de representaciones y herramientas de soporte (gráficos, tablas, etc.) que faciliten y enriquezcan la comunicación.

Nos planteamos preguntas tales como:

¿Se dan argumentos válidos para justificar el proceso de resolución utilizado?

¿Las explicaciones se entienden con facilidad?

¿Se contesta con claridad las cuestiones planteadas?

¿Se utilizan representaciones que faciliten la comprensión del problema?

¿Se utiliza el lenguaje matemático de forma correcta?

Iniciativa y autonomía

Esta categoría tiene en cuenta todo lo relacionado con el trabajo y participación activa de todos los miembros del grupo en la resolución del problema, la generación de ideas propias, la superación de obstáculos a partir de la reflexión y el debate crítico entre los compañeros, de llevar adelante los planes propios con autonomía y decisión, la falta de dependencia del profesor, y su capacidad de trabajo y esfuerzo.

Nos planteamos preguntas como:

¿Se produce debate constructivo entre los miembros del grupo?

¿Todos los miembros participan de forma activa aportando ideas?

¿Se escuchan y respetan las ideas de todos los miembros?

¿Se consulta con el profesor cada nuevo paso dado por el grupo o se confía en las propias capacidades?

¿Se requiere de manera constante la ayuda u orientación del profesor?

Resumen de las tres categorías

La categoría *Planteamiento y resolución* está más centrada en el propio proceso de modelización, mientras que las restantes categorías se centran más en aspectos formales y actitudinales.

En esta categoría las preguntas planteadas para ayudar en su evaluación giran en torno al ciclo de modelización (comprensión – simplificación – matematización – interpretación – validación) y la solución dada, su posible reutilización y generalización. Por ello, y a la hora de obtener una calificación final, se dio un peso doble a esta categoría.

En *Presentación y comunicación* las preguntas se centran en las explicaciones, justificaciones y representaciones que acompañan la producción de los alumnos, tanto en su diario como en su exposición pública final (argumentos – explicaciones – representaciones – lenguaje).

Finalmente, en *Iniciativa y autonomía* las preguntas pretenden centrar la atención en el nivel de participación y colaboración de todos los miembros del grupo y su grado de independencia y autonomía con respecto al profesor (participación – autonomía).

¿Cuándo evaluar cada una de las categorías?

Proceso de resolución

- La observación directa del profesor durante el proceso de resolución en grupo permitirá evaluar la *iniciativa y autonomía.*
- La observación del proceso será clave también para evaluar el *planteamiento y resolución.*

Presentación oral

- Durante la sesión de presentación hay que evaluar tanto la calidad de la presentación de los resultados obtenidos como los debates que puedan generarse entre diferentes grupos que han resuelto la misma tarea.
- El primer aspecto será crucial para evaluar la *presentación y la comunicación* pero el segundo permitirá evaluar la *iniciativa y la autonomía* de cada alumno.

Documentos escritos

- El diario del alumno, el del profesor (en el que se recogerá un registro del trabajo realizado por cada grupo en cada sesión de trabajo) así como la presentación final entregada por cada grupo de alumnos permitirá evaluar el *planteamiento y la resolución.*

Rúbrica de evaluación global de una tarea de modelización

En la siguiente diapositiva se muestra una posible rúbrica para evaluar una tarea de modelización trabajada en grupo a partir de la consideración de las tres categorías previamente descritas.

Categoría/Nivel	1	2	3	4	5
Planteamiento y resolución	El trabajo está mal enfocado. El problema no se ha entendido	El trabajo precisa revisarse. La solución es incorrecta	El trabajo precisa una pequeña revisión. El proceso de resolución presenta algunos errores y la solución no es totalmente adecuada	El trabajo está bien enfocado y el proceso de resolución no presenta, en general, errores. La solución es adecuada	El trabajo resuelve de forma satisfactoria el problema y el modelo puede aplicarse a otras situaciones similares a la planteada
Presentación y comunicación	La presentación está descuidada, con un mal uso, o inexistente, del lenguaje matemático. No se incluyen representaciones. Las explicaciones no se entienden o son inadecuadas	La presentación está algo descuidada, y el uso del lenguaje matemático es incorrecto o es pobre. Hay pocas representaciones o son inadecuadas. Las explicaciones son difíciles de entender. Se precisan muchas aclaraciones	La presentación es correcta, con un uso aceptable del lenguaje matemático y las representaciones. Las explicaciones presentan algunos aspectos poco claros que precisan aclaraciones	La presentación está cuidada, con un uso, en general, apropiado del lenguaje matemático y las representaciones. No se precisan, en general,	La presentación está cuidada, con un uso apropiado del lenguaje matemático y las representaciones, que enriquecen y facilitan su comprensión. Las explicaciones son claras y fáciles
Iniciativa y autonomía	No hay trabajo en grupo. No tienen iniciativa ni presentan ideas propias. Deben ser guiados constantemente por el tutor	Tienen dificultades para entenderse entre sí y llegar a decisiones conjuntas. Tienen poca iniciativa y recurren frecuentemente al tutor	Se toman decisiones conjuntas, pero no todos los miembros del grupo participan en el proceso de resolución. Requieren al tutor en algunas fases del proceso de resolución	Se toman decisiones conjuntas y todos los miembros del grupo, en mayor o menor medida, participan en el proceso de resolución. Requieren poca ayuda del tutor	Se toman decisiones conjuntas y todos los miembros del grupo participan en el proceso de resolución. No requieren del tutor en ninguna fase del proceso de resolución

4. Conclusiones

Vamos a poner todo esto en claro…

¿Qué hemos aprendido?

- Hay tantas formas de evaluar tareas de modelización como perspectivas posibles para trabajarlas.
- Aquello que no se evalúa se devalúa.
- Es importante definir, desde el principio, la evaluación de las tareas.
- Tanto el profesor como los alumnos deben conocer cómo se va a realizar la evaluación.
- La rúbrica a partir de categorías y niveles es una buena herramienta para evaluar tareas complejas y abiertas.
- Ninguna de las rúbricas presentadas es universalmente idónea, la mejor rúbrica es la que diseña cada profesor para cada experiencia concreta.
- Todas estas rúbricas permiten sacar buenas ideas para diseñar la tuya.

Ahora os toca a vosotros…

Tarea 2. En el módulo 4 se reflexionó sobre la implementación de una tarea de modelización (en la tarea se debía escoger una propia o adaptada de una de las fuentes que os sugerimos). Ahora se trata de definir, a partir de las diferentes rúbricas de evaluación mostradas, una rúbrica adaptada a vuestra tarea.

Obviamente esta rúbrica debe ser coherente con la implementación de la tarea que entregasteis en el módulo anterior.

Bibliografía:

Gallart, C., Ferrando, I. y García-Raffi, L.M. (2018). Análisis del rol del profesor en la gestión de una actividad de modelización mediante un estudio de caso único. *ENSAYOS, Revista de la Facultad de Educación de Albacete, 33*(2), pp. 47-62.

Lesh, R. y Doerr, H. (2003). Foundations of a models and modeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem-solving, en R. Lesh y H. Doerr (eds.), *Beyond Constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching*, (3-34). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum & Associates.

Borromeo-Ferri, R. (2018). *Learning how to teach mathematical modeling in school and teacher education.* Springer.