

---

# 1.2

Qué sabemos de la importancia del valor del error y de su gestión para el aprendizaje

---

NEUS SANMARTÍ





La evaluación se asocia tradicionalmente a la calificación, a “poner notas”, pero su función más importante es la de aprender, es decir, la de identificar cómo se va progresando en la construcción del conocimiento, y qué es lo que conviene revisar y cómo. Habitualmente somos los docentes los que realizamos este proceso, en el marco de la llamada evaluación formativa, pero han de ser los propios aprendices los que realicen el análisis y tomen las decisiones. Está comprobada la poca utilidad de pasarse horas en lo que llamamos “corregir”<sup>1</sup>, ya que de hecho han de ser los propios estudiantes los que lo hagan y, normalmente, no lo hacen a partir de nuestras “correcciones”.

Aprender requiere ir evaluando constantemente. La investigación ha demostrado ampliamente que todos los aprendices, a cualquier edad y en relación a cualquier temática, parten de ideas previas, a menudo alternativas a las del conocimiento científico actual. El aprendizaje comporta cambiar estas ideas, a partir de buscar pruebas, de discutir con otros sobre su posible validez y de reconstruirlas, es decir, de la aplicación de procesos de indagación, argumentación y modelización. Todo ello requiere ir evaluando-regulando la calidad de las pruebas, de los argumentos y de los modelos teóricos en que se fundamentan. Los estudiantes que aprenden se caracterizan por que son capaces de realizar este proceso autónomamente, es decir, reconocen si sus ideas y prácticas

son coherentes y están bien fundamentadas, en qué aspectos no acaban de ser idóneas y qué hacer para cambiarlas<sup>2,3,4,5,6</sup>, mientras que los que no aprenden nunca saben si las tareas están bien realizadas y cómo avanzar, o bien necesitan constantemente la ayuda de una persona adulta que se lo indique. Es evidente que autoevaluarse es un proceso que requiere tiempo y la aplicación de estrategias que lo posibiliten. Además, se ha de aplicar de forma coherente por todo el profesorado de un centro escolar. No tendría sentido pedir a los estudiantes que se evaluaran sin que se les ayudara a reconstruir también su forma de aprender y, por tanto, habrán de cambiar también muchas de nuestras concepciones y prácticas docentes<sup>7</sup>. Se ha investigado, por ejemplo, qué es lo que caracteriza a los estudiantes que lo han aprendido a hacer de forma autónoma (unos pocos), y se ha podido comprobar que, cuando se enseña a todos a aplicar estrategias similares, los resultados que se obtienen (incluso en pruebas externas) son muy buenos.<sup>8</sup>

En el presente capítulo nos centraremos en *caracterizar estas prácticas y en sus implicaciones en la enseñanza de la ciencia*, con la finalidad de que los estudiantes comprueben que la evaluación les es útil para aprender, lo que a los docentes nos orienta en cómo ayudarles en su aprendizaje y para ambos puede ser una actividad muy gratificante.



## SABÍAS QUE...

## IMPLICACIONES PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

**La evaluación tiene como objetivo básico el aprendizaje y no la calificación.<sup>9</sup>**

- Aprender comporta evaluar-regular los obstáculos y dificultades que se van generando al realizar distintas actividades.
- Todos los estudiantes tienen ideas para explicar los fenómenos, generalmente alternativas a las de la ciencia actual, que habrán de ir regulando (revisando) a lo largo del proceso de aprendizaje.
- Sin una evaluación que favorezca la autorregulación de los aprendices no habrá un buen aprendizaje y, consecuentemente, buenos resultados.<sup>10</sup>

**Evaluar puede y ha de ser útil y gratificante, tanto para los estudiantes como para los docentes.**

- La evaluación ha de generar emociones positivas si se quiere que promueva aprendizajes significativos en los estudiantes.
- Requiere aplicarla de forma que comprueben que les es útil para aprender.
- Y también que los profesores la percibamos como una actividad que ayuda a nuestros estudiantes a superar sus dificultades y ser autónomos aprendiendo, y a nosotros mismos a mejorar nuestra docencia.

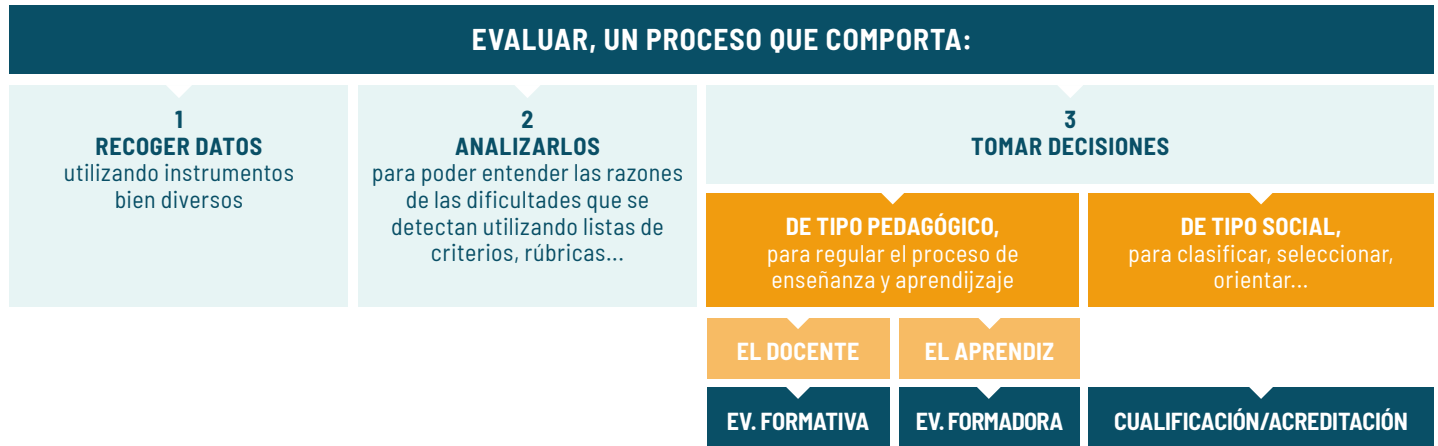
**Evaluar es un proceso.**

- La evaluación comporta aplicar diferentes acciones. Es necesario que cada una de ellas se plantee de forma coherente con su finalidad.
- En primer lugar, se han de recoger datos, que pueden ser de fuentes muy diversas: cuestionarios, escritos, exposiciones orales, mapas y esquemas de todo tipo, videos, entrevistas, observaciones...
- En segundo lugar, los datos se han de analizar con la finalidad de entender las razones que explican los progresos y las dificultades detectadas (si no se entiende por qué no se entiende no se podrá revisar). Para ello son útiles las listas de criterios (de cotejo, *checklist*) y las rúbricas, siempre que se disponga de buenos datos.
- Finalmente se toman decisiones. La gran mayoría tendrían que ser las relacionadas con qué hacer para avanzar y, en algunos pocos casos, para calificar resultados. Esta fase es la más importante, ya que en ella se concretan propuestas que han de ser útiles para hacer progresar a *todos* los estudiantes.



SABÍAS QUE...

IMPLICACIONES PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS



Una evaluación útil para aprender ha de promover la autoevaluación y coevaluación.<sup>11</sup>

- Solo puede corregirse quien ha de cambiar su pensamiento o práctica, y de ahí la importancia de la autoevaluación.
- Los docentes no “corregimos”, sino que ayudamos a los estudiantes a que sean capaces de hacerlo, es decir, a autoevaluarse.
- Los aprendices, a partir de aplicar procesos de coevaluación entre ellos, pueden dar retroalimentaciones personalizadas a los compañeros y, al hacerlo, también reafirman sus ideas y reconocen en qué mejorarlas.

La clave en todo proceso de evaluación es el **feedback** (retroalimentación).<sup>12,13</sup>

- La retroalimentación ha de posibilitar una buena toma de decisiones a cada alumno. Requiere centrar los comentarios (de los docentes, compañeros o familiares) en posibles ideas a tener en cuenta para mejorar una tarea concreta, y no en características del estudiante —su nivel de esfuerzo, estudio, atención...—.
- Las dificultades se regulan una a una y cuando aparecen, aunque siempre es mejor prevenir que curar. Son idóneas las retroalimentaciones que anticipan las causas de posibles errores, y verlos como algo normal en el proceso de aprender.
- Se ha de cuidar el lenguaje. Decir “muy bien” es tan mala práctica como decir “muy mal”, y si se formulan preguntas han de favorecer que el estudiante analice en qué pensó al hacer la tarea y no tanto en decir cómo hacerla bien.



## SABÍAS QUE...

## IMPLICACIONES PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Para ser capaz de autoevaluarse se requieren unas condiciones que se han de integrar al proceso de aprendizaje.<sup>14</sup>

- Se han de reconocer los objetivos de aprendizaje (de una tarea, unidad didáctica, proyecto...). Requiere, por parte del docente, compartirlos y promover la evaluación-regulación de la representación que construyen los alumnos.<sup>16</sup>
- Se han de anticipar y planificar las acciones necesarias para realizar un determinado tipo de tarea. Regular si se planifican adecuadamente es más importante que comprobar los resultados de la actividad.
- Se han de representar los criterios de evaluación que posibilitan analizar la calidad con que se realiza la actividad. También requiere compartirlos y evaluar-regular la representación que construyen los alumnos.

### CONDICIONES PARA QUE UN APRENDIZ SE PUEDA AUTORREGULAR A LO LARGO DE SU PROCESO DE APRENDIZAJE

#### Se ha de representar los objetivos y motivos de la actividad

- ¿Cuál es el problema/reto planteado?  
¿De qué tipo es?
- ¿Cuál es el motivo de su planteamiento?  
¿Por qué es importante?  
¿Qué aprendemos?
- ¿Qué conocimientos anteriores necesito "activar"?

#### Ha de anticipar y planificar en qué pensar y qué hacer para alcanzar los objetivos

- ¿En qué hemos de pensar para dar respuesta a este tipo de problemas?  
¿Cuál es el producto final esperado?  
¿Qué estrategias tendríamos que aplicar?  
¿Qué operaciones/pasos necesitamos realizar?

#### Se han de representar los criterios para evaluar la calidad del proceso y de los resultados

- ¿En qué nos fijamos para saber si estamos realizando adecuadamente la actividad?  
¿Qué diferencias hay entre lo previsto y el resultado?  
¿Qué incoherencias o errores hemos detectado?  
¿Cuáles pueden ser sus causas?

- Estas condiciones han formar parte del diseño didáctico, de forma que aprender y evaluar sean de hecho un único proceso.



## SABÍAS QUE...

## IMPLICACIONES PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

**La evaluación pone de manifiesto la diversidad de los estudiantes y ha de favorecer el aprendizaje de todos.**

- Los estudiantes son diversos al inicio de un proceso de aprendizaje y al final. No se puede pretender que todos aprendan lo mismo y al mismo ritmo.
- En el aula se han de crear espacios para regular distintos tipos de dificultades y para estimular a los estudiantes que son capaces de dar respuesta a tareas complejas. Todo ello favoreciendo la coevaluación y ayuda entre iguales.
- También las actividades para comprobar resultados de aprendizaje han de ser diversas (y no necesariamente realizadas el mismo día), con la finalidad de que todos puedan demostrar sus logros.

**Las actividades para comprobar resultados de aprendizaje han de ser contextualizadas, productivas y complejas.<sup>17</sup>**

- Es importante que los propios aprendices recojan evidencias de lo que han aprendido y puedan comparar sus conocimientos iniciales con los finales. Con esta finalidad es útil el uso del portafolios.
- Las preguntas o retos a plantear para evaluar resultados tienen que relacionarse con la resolución, argumentación o actuación en relación a un problema, hecho o fenómeno real (auténticos), distinto de los trabajados en el aula. No lo serían las demandas que solo requieren recordar nombres o ideas simples, incluso en el caso de los estudiantes con más dificultades.
- Han de posibilitar comprobar si se es capaz de indagar autónomamente, por lo que en algunos casos la actividad habrá de ser experimental (no solo de papel y lápiz). Se pueden plantear retos diversos en función del nivel de complejidad y grado de autonomía (con más o menos ayudas), teniendo en cuenta la diversidad de los aprendices.

**La calificación del grado de competencia de un estudiante requiere de la aplicación de criterios coherentes con la visión del aprendizaje.**

- Evaluar el grado de competencia requiere de la aplicación de criterios muy distintos de los tradicionales. Habitualmente se considera que un estudiante ha aprendido a un nivel mínimo cuando responde a la mitad de las preguntas en un examen o realiza un trabajo de calidad media. Pero estos criterios de calificación no nos dicen si es competente.
- Tampoco tiene demasiado sentido llegar a evaluar a un estudiante concluyendo que tiene un 6,5 o un 4,3 de competencia, ya que es imposible precisar tanto. Habitualmente se distinguen 4 niveles de competencia y en el caso de estudios muy costosos, como es el caso de PISA, se llega a 6.
- Al requerir la competencia un aprendizaje complejo (interrelacionar saberes diversos) y no ser útiles los sistemas habituales de calificación, se han generado nuevos instrumentos. El más conocido es la "rúbrica".





## SABÍAS QUE...

## IMPLICACIONES PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

**La calificación del grado de competencia de un estudiante requiere de la aplicación de criterios coherentes con la visión del aprendizaje.**

- Para definir una rúbrica, es necesario situar en la primera columna las acciones que se habrán consensuado al planificar la actividad, y en las siguientes se gradúan los distintos niveles de logro.
- Para concretar estos niveles se puede tener en cuenta el grado de pertinencia, creatividad, transferencia y autonomía, entre otras variables. Por ejemplo, ante un nuevo problema o reto, algunos alumnos necesitan ayuda para afrontarlo, y, a partir de aplicar guiones o plantillas dados o sugerencias de compañeros, docentes u otras personas, pueden dar una respuesta idónea y aplicar un buen proceso. En este caso, hablaríamos de un alumno competente, aunque a nivel básico. En cambio, el alumno que es capaz de ayudar a compañeros será un experto y competente a nivel máximo.

**La comunicación con las familias de los procesos de evaluación tiene la finalidad de compartir todo aquello que pueda promover un mejor aprendizaje de sus hijos.**

- Los cambios en los objetivos de un aprendizaje científico que se deducen de los currículos orientados al desarrollo de la competencia científica se han de compartir con los familiares de los estudiantes. Su percepción inicial es la de su escolaridad y habrán de poder entender en qué y por qué han cambiado.
- La relación familia-escuela ha de pasar de la visión de “informar” de los progresos de los hijos a la de compartir y participar en su proceso de aprendizaje. Los familiares piden saber cómo ayudarles mejor.
- Esta nueva relación exige un cambio en la concepción y práctica de la elaboración de informes y entrevistas. Será importante la participación de los propios aprendices en su preparación y realización, de forma que se favorezca el diálogo entre alumnos-familias-docentes, a partir de la identificación y análisis de evidencias de aprendizajes. La finalidad es poder tomar decisiones conjuntamente, para avanzar en el aprendizaje de los chicos y chicas.

**La evaluación deber ser gratificante, aunque es sabido que a menudo genera emociones negativas que es necesario aprender a gestionar.<sup>18</sup>**

- Las emociones negativas son tan importantes como las positivas para aprender, siempre que se sepan gestionar<sup>19</sup>. La evaluación es la actividad escolar que genera más emociones negativas, tanto a los docentes como a los aprendices, y el reto es que el proceso llegue a ser gratificante.
- Un cambio necesario respecto a prácticas tradicionales es llegar a reconocer que el error es el medio para aprender<sup>20</sup>. Si la primera vez que se realiza una tarea se hace correctamente, no se aprende nada (ya se sabía hacer). Requiere la creación de un clima de aula en el que se puedan expresar y compartir las dificultades sin temor.
- Toda evaluación comporta poner en acción valores; entre otros, que los estudiantes puedan vivenciar la cooperación (y no la competencia), la solidaridad y la empatía (y no el individualismo), la honestidad (y no la trampa o favoritismos), y la equidad (no se puede tratar igual a todos cuando somos tan diversos y con posibilidades de aprendizaje distintas).



- ✗ Dedicar tiempo a hablar de las ideas previas y a compartir objetivos es perder un tiempo que se necesita para aprender las ideas de la ciencia.**

  - Aprender ciencias exige revisar las ideas previas del alumnado, generalmente alternativas de la ciencia actual. Se necesita dudar sobre ella y al hacerlo se reconocen los objetivos de aprendizaje, que muchas veces se explicitan en las preguntas que serán objeto de investigación.
  - Comporta plantear alguna buena pregunta, abierta, conectada con la experiencia del alumnado, que posibilite que afloren sus ideas personales.
  - A partir de las respuestas, todas válidas e interesantes, se generan dudas e interés por aprender cuál puede ser la explicación más idónea, y se empieza a compartir objetivos.

---

- ✗ El error se ha de penalizar.**

  - Se debe cambiar la visión del error como algo malo a ocultar y disimular, ya que si no se expresa no se podrá revisar.
  - El profesorado debe favorecer un clima de confianza en el aula<sup>21</sup> para que el error sea percibido como algo normal y necesario para aprender.

---

- ✗ Devolver los trabajos “corregidos” con comentarios y calificaciones ayuda a mejorar los aprendizajes de los estudiantes.**

  - Solo puede corregirse quien se ha equivocado. Los compañeros, docentes y otros adultos sólo pueden ayudar a la corrección del que aprende.
  - Si las ayudas (*feedback*) van acompañadas de calificaciones, su efecto en el aprendizaje es nulo. Los alumnos solo leen los números o letras, y no los comentarios.<sup>22</sup>
  - Si solo se incluyen comentarios, son algo útiles para los estudiantes que ya han hecho el trabajo bastante bien, pero no para los que tienen más dificultades (no los entienden).<sup>23</sup>

---

- ✗ Cuando los estudiantes se coevalúan tienden a favorecer a sus amigos y a penalizar a sus “enemigos” y si se autoevalúan se califican alto.**

  - En general, las calificaciones resultado de autoevaluaciones y coevaluaciones son similares a las del profesorado, e incluso menores.
  - Depende de si se han compartido bien los criterios de evaluación, y la finalidad principal de la evaluación: reconocer qué se hace bien ya y en qué aspectos se ha de mejorar.
  - También es importante que se vivencien en el aula valores como los de cooperación, solidaridad, respeto a la diferencia...<sup>24</sup>





- ✗ Más controles y exámenes favorecen que los estudiantes se esfuercen y aprendan más.**

  - Diversos estudios demuestran que no se confirma esta hipótesis<sup>25</sup>. Los alumnos que ya obtienen buenos resultados y son competitivos mejoran algo, pero no los que no cumplen estas condiciones.
  - Actividades puntuales (no necesariamente exámenes escritos), en las que los estudiantes ponen a prueba qué han aprendido y en qué grado a partir de dar respuesta a nuevos problemas o situaciones, sí que favorecen el aumento de la autoestima y el interés por continuar aprendiendo (motivación intrínseca).
  - Tiene sentido plantear estas actividades cuando se valora qué se ha aprendido o los mismos estudiantes lo deciden. Por tanto, no tiene por qué ser el mismo día para todos y con las mismas actividades.

---

- ✗ Una prueba “objetiva” (muchas preguntas de respuesta corta) posibilita comprobar objetivamente el aprendizaje de los estudiantes.**

  - La mayoría de las llamadas pruebas objetivas evalúan más la comprensión lectora que los conocimientos de ciencias. También muchas de las pruebas para evaluar la competencia (por ejemplo, PISA) se fundamentan en una buena lectura de la situación planteada.
  - Para tener datos “objetivos” de aprendizajes es conveniente triangular<sup>26</sup> sus fuentes; es decir, diversificarlas. Una idea se puede expresar por escrito, oralmente, por medio de imágenes, gestos..., y hay alumnos que se comunican mejor a través de un medio que de otros.

---

- ✗ Una calificación objetiva es el resultado de promediar muchos trabajos y pruebas realizadas por cada alumno.**

  - Lo normal y deseable es que un estudiante sea poco competente al inicio de su proceso de aprendizaje y lo sea mucho más al final. La media entre sus respuestas al inicio del proceso y al final no es un buen indicador de resultados.
  - La evaluación de la competencia exige valorar muchas variables. Un estudiante que ha aprendido algún conocimiento científico, pero no lo sabe aplicar para analizar pruebas o para argumentar alguna propuesta de actuación, no es competente.
  - La objetividad en la evaluación de los aprendizajes proviene más de la triangulación evaluadora que de disponer de muchos datos. La triangulación puede ser entre profesores, el propio estudiante, compañeros, familiares e incluso otras personas. Por ejemplo, un monitor de comedor puede aportar valoraciones sobre el grado de competencia de un alumno al aplicar conocimientos sobre una nutrición saludable.



## EDU—MITOS

## LO QUE LA INVESTIGACIÓN DIDÁCTICA HA DEMOSTRADO

**✘ Si un estudiante no aprueba ha de repetir curso, tanto para que pueda recuperar lo que no aprendió como para transmitir al resto de compañeros que para pasar curso se han de esforzar.**

- Los estudios demuestran que, estadísticamente, a partir de repetir curso los alumnos “desaprenden”<sup>27</sup>, y no superan sus dificultades de partida.
- Este hecho no contradice que para algunos estudiantes puede ser útil la repetición si se dan unas condiciones: recibir ayuda para gestionar emocionalmente lo que se vive como un fracaso, promover una integración afectiva en el nuevo grupo que conlleve aceptación y disposición de ayuda por parte de los nuevos compañeros y compañeras, y realizar actividades de aprendizaje diferentes de las del curso anterior.
- La motivación a promover en el aula se ha de fundamentar en el gusto por aprender ciencias, es decir, por investigar, explicar fenómenos y argumentar puntos de vista de forma fundamentada en el conocimiento y en las pruebas, y no en la obtención de una calificación.



## EJEMPLO PRÁCTICO PARA SECUNDARIA

(14-15 años. Profesora: Pila Gracia)

### ¿Qué pasaría en un ecosistema si desapareciera una especie?



A partir del estudio publicado por Greenpeace, "El largo viaje del atún"  
<http://archivo-es.greenpeace.org/espana/es/reports/El-largo-viaje-del-atun/index.html>, se planteó un ABP con la finalidad de construir conocimiento alrededor del concepto de cadenas tróficas. Inicialmente se visualizó el vídeo <https://www.youtube.com/watch?v=kosZQqNC-o4>, que sirvió para debatir ideas iniciales y las preguntas que plantearon los estudiantes. Se evaluó el interés de cada una a partir del criterio: "¿Cuál podía posibilitar tener argumentos para argumentar de forma fundamentada sobre el problema?". La que se consensó fue: "¿Qué podría pasar si desaparecieran los atunes del mar?". Este proceso promovió que se compartiera el objetivo de aprendizaje.

Posteriormente, por equipos, los estudiantes buscaron datos y pruebas sobre qué comen los atunes, quién se los come a ellos, la fuente de la energía y su transferencia en cada nivel trófico, etc, y fueron esquematizando la cadena trófica y poniendo etiquetas respecto a si se trataban de consumidores (y de qué nivel) o productores. Como resultado de este trabajo, por parejas, pasaron del caso concreto de los atunes a la generalización, a partir de diseñar una base de orientación o esquema que recogía en qué habían de pensar para poder responder a la pregunta: "¿Qué pasaría si desapareciera una de las especies de una cadena trófica?". Los productos fueron diversos y se promovió una coevaluación entre parejas. Los estudiantes tenían que dar y recibir un *feedback* de los compañeros y, a partir de él, revisar su base de orientación inicial. Un ejemplo de producción final fue:

- ACCIONES**
1. Identificar los componentes de una cadena trófica.
  2. Identificar la especie que desaparece.
  3. Ver a qué nivel trófico pertenece.

**4a.** Si es productor, mirar las especies que se lo comen. Así sabremos cuáles son las afectadas.

**5a.** Identificar quién se come a los herbívoros. También resultarán afectados.

**4b.** Si es consumidor, mirar qué especies come. Estas especies crecerán en número.

**5b.** Identificar las C2 que se comían. También resultarán afectadas.

**6c.** Si una C2 comía solo esta especie, podría desaparecer.

**6c'.** Si las C2 comían otros alimentos, disminuirá su número.

Finalmente se propuso poner a prueba su grado de aprendizaje. Primero se consensaron los criterios de evaluación de realización de la tarea, a partir de las acciones recogidas en la base de orientación, y después los de calidad (¿cómo sabremos si las distintas partes de la tarea están bien?).

Finalmente se plantearon diferentes casos, algunos que exigían realizar una transferencia lejana respecto al ejemplo de los atunes y otros más cercana, para dar pie a que cada alumno pudiera escoger la que creyera que podría responder mejor sabiendo que unas eran de más nivel que otras. Ejemplos de los dos extremos fueron qué pasaría si desaparecieran las encinas de un bosque mediterráneo y las sardinas del mar.

Reflexionando sobre esta experiencia, se puede reconocer que aprender y evaluar son un único proceso, y que para que sea efectivo es fundamental que se compartan objetivos de forma explícita, se aprenda a generalizar a partir de concretar en qué pensar o hacer siempre que se tenga que aplicar lo que se está aprendiendo, y se compartan los criterios para evaluar si se está aplicando de forma idónea.



## EJEMPLO PRÁCTICO PARA PRIMARIA

(7-8 años. Profesora: Neus Garriga)

### ¿Cómo funcionan los juguetes?



Después de las fiestas de Navidad, los niños y niñas llevan juguetes al aula, los comparten y juegan. En esta exploración inicial surgen preguntas, muchas relacionadas con su funcionamiento. La maestra les propone que piensen sobre cuáles son las partes de su juguete, qué se le ha de “dar” para que funcione, qué “hace” el juguete y cómo lo hace, qué cambios observa en el juguete y por qué cree que pasan. Estas ideas previas (evaluación inicial) las recoge en un gráfico, individual para cada alumno, y en otro para el grupo clase.

Los niños y niñas explicaron y compararon las ideas, reconociendo que eran diversas, y empezaron a cuestionarlas (empiezan a compartir objetivos). Este proceso los llevó a querer saber más sobre su funcionamiento y decidieron centrarse en las que funcionaban al darles cuerda. Se imaginaron cómo eran por dentro y las desmontaron para observarlas, comprobaron cómo se movían y recogieron datos sobre la relación entre nº de vueltas al darle cuerda y tiempo de funcionamiento, probando otras formas de hacerla mover sin darle cuerda, etc.

Al mismo tiempo, cada alumno revisaba sus ideas iniciales cuando le parecía adecuado, añadiendo nuevas o cambiándolas. Este resumen, personal y colectivo al mismo tiempo, le ayudaba a pensar en aspectos a tener en cuenta para explicar el funcionamiento. Su compañero o compañera le proponía aspectos en los que mejorar.

En la parte final de su trabajo cada alumno diseñó un coche con materiales reciclados.

Los diseños iniciales los evaluaron antes de ponerlos en práctica y después. Muchos no funcionaban y tuvieron que tomar decisiones sobre cómo mejorarlos. Los cambios que proponían y sus razones se ponían por escrito para favorecer la interiorización.

También investigaron de qué dependía que un coche se desplazara más lejos que otros a partir de experimentar con variables como el peso, el diámetro de las ruedas o el rozamiento, y de nuevo evaluaron-regularon qué mejorar del diseño que habían aplicado.



# REFERENCIAS

1. Butler, R. (1988). Enhancing and undermining intrinsic motivation; the effects of task-involving and ego-involving evaluation on interest and performance. *British Journal of Educational Psychology*, 58.
2. Black, P. y Wiliam, D. (1998). *Assessment and Classroom Learning*. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 7-74.
3. Hattie, J. (2009). *Visible learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Nueva York: Routledge.
4. Hattie, J. (2017). *"Aprendizaje visible" para profesores*. Madrid: Ed. Paraninfo.
5. Schraw, G.; Crippen, K. J. y Hartley, K. (2006). Promoting self-regulation in science education: Metacognition as part of a broader perspective on learning. *Research in Science Education*, 36(1-2), 111-139.
6. Hodgson, C. (2010). *Assessment for Learning in Primary Science. Practices and benefits*. NFER Review. <https://www.nfer.ac.uk/publications/aas02/aas02.pdf>.
7. Perrenoud, P. (1993). Touche pas à mon évaluation! Pour un approche systémique du changement. *Mesure et évaluation en éducation*, 16 (1,2), 107-132.
8. Nunziati, G. (1990). Pour construire un dispositif d'évaluation formatrice. *Cahiers Pédagogiques*, 280, 47-64.
9. William, D. (2011). *Embedded Formative Assessment*. Bloomington (EUA): Solution Tree Press. Sanmartí, N. (2007). *Evaluar para aprender. 10 Ideas clave*. Barcelona: ed. Graó.
10. William, D.; Lee, C.; Harrison, C. y Black, P. (2004). Teachers developing assessment for learning: impact on student achievement *Assess. Educ. Princ. Policy Pract.*, 11(1), 49-65.
11. Hattie, J. (2009). En relación a esta variable Hattie cita 5 metaestudios:
  - Mabe/West (1982): Validity of self-evaluation of ability. <http://psycnet.apa.org/journals/apl/67/3/280/>.
  - Falchikov/Boud (1989): Student Self-Assessment in Higher Education. <http://rer.sagepub.com/content/59/4/395.short>.
  - Ross (1998): Self-assessment in second language testing. <http://ltj.sagepub.com/content/15/1/1.short>.
  - Falchikov/Goldfinch (2000): Student Peer Assessment in Higher Education <http://rer.sagepub.com/content/70/3/287.short>.
  - Kuncel/Crede/Thomas (2005): The Validity of Self-Reported Grade Point Averages, Class Ranks, and Test Scores. <http://rer.sagepub.com/content/75/1/63.short>.
12. Hattie, J. y Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Rev. Educ. Res.*, vol. 77 (1), 81-112.
13. Black, P. y Harrison, C. (2001). Feedback in questioning and marking: the science teacher's role in formative assessment. *School Science Review*, 82, 301, 55-61.
14. Kohn, A. (2001). Cinco razones para dejar de decir "¡muy bien!". <http://www.alfiekohn.org/parenting/muybien.htm>.
15. Gardner, M. (2019). The Benefits of Sharing Our Planning With Students. <https://www.edutopia.org/article/benefits-sharing-our-planning-students>.
16. Sanmartí, N. y Marchán-Carvajal, I. (2014). ¿Cómo elaborar una prueba de evaluación escrita? *Alambique*, 78, 1-10.
17. Bueno, D. (2019). Entrevista: Las emociones son cruciales para el aprendizaje. *Educación 3.0*.

18. Desautels, L. (2016). *How Emotions Affect Learning, Behaviors, and Relationships*. <https://www.edutopia.org/blog/emotions-affect-learning-behavior-relationships-lori-desautels>.
19. Astolfi, J. P. (1999). *El error, un medio para enseñar*. Colección Investigación y Enseñanza, nº 15. Sevilla: Díada Editora.
20. Jiménez Aleixandre, M. P. (1988). Entrevista a Rosalind Driver. *Cuadernos de Pedagogía*, 155, 32-35.
21. Butler, R. (1988). Enhancing and undermining intrinsic motivation; the effects of task-involving and ego-involving evaluation on interest and performance. *British Journal of Educational Psychology*, 58.
22. Veslin, O. y Veslin, J. (1992). *Corregir des copies*. París: Hachette Éducation.
23. Black, P. y Harrison, C. (2001). Self- and peer-assessment and taking responsibility: the science student's role in formative assessment. *School Science Review*, 83, 302, 43-49.
24. Hattie, J. (2017). *"Aprendizaje visible" para profesores*. Madrid: Ed. Paraninfo.
25. <https://mariae22.wordpress.com/2009/05/02/tecnicas-de-analisis/>

