



Aprender ciencias es  
reconstruir las ideas  
personales por medio del  
diálogo con otras personas  
y otros conocimientos

JUAN IGNACIO POZO

En el presente capítulo nos centraremos en rebatir la metáfora según la cual los alumnos son una *tabula rasa* y llegan al aula sin ningún conocimiento, por lo que la función de la educación científica es ante todo proporcionarles esos saberes que no tienen. Uno de los datos más consolidados de la investigación sobre el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia es que los alumnos, como el resto de las personas, tienen creencias intuitivas firmemente arraigadas, en muchos casos sin ser conscientes de ellas, sobre muchos de los fenómenos y los conceptos que estudia la ciencia. Por tanto aprender ciencia no es tanto repetir lo que dicen los científicos como cambiar esas representaciones previas, ligadas al sentido común y a la forma que su cuerpo interactúa con los objetos, tanto físicos como sociales. Se argumentará que la enseñanza de la ciencia debe ayudar no solo a explicitar esas creencias personales o intuitivas, sino también a reconstruirlas o cambiarlas por medio de un diálogo con otras formas de saber y pensar más complejas. Para ello se requerirá diseñar actividades que promuevan la reflexión sobre las relaciones entre unas ideas y otras, apoyándose en la interacción en pequeños grupos, mediante estrategias de aprendizaje cooperativo.



## SABÍAS QUE...

## IMPLICACIONES PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

**Todas las personas, ya desde la cuna, actuamos como científicos intuitivos y tenemos creencias sobre todo lo que sucede a nuestro alrededor.<sup>1,2</sup>**

- Dado que los alumnos tienen ya creencias sobre buena parte de los fenómenos que estudian, es necesario diseñar actividades de aula para activar esas creencias y trabajar a partir de ellas.<sup>3</sup>
- Sin embargo, buena parte de esas creencias intuitivas son implícitas, es decir, los alumnos no saben que las tienen, pero perciben el mundo y actúan en él de acuerdo con ellas.<sup>4</sup>
- El origen de esas creencias intuitivas es la forma en que nuestro cuerpo, ya desde la cuna, percibe, siente y actúa en el mundo: son las llamadas representaciones encarnadas o incorporadas.<sup>5,6</sup>
- Por tanto, las actividades para trabajarlas no deben servir tanto para que los profesores las conozcan, ya que para ellos hay catálogos muy completos<sup>7</sup>, sino para que los propios alumnos tomen conciencia de ellas.<sup>3</sup>



## SABÍAS QUE...

## IMPLICACIONES PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

**Estas formas intuitivas de pensar, representarse el mundo e indagar sobre él son diferentes de las que ha elaborado la ciencia.**<sup>1,4,6</sup>

- La ciencia intuitiva en ocasiones lleva a predicciones erróneas, pero en otras no. Lo que diferencia a la ciencia intuitiva de la ciencia establecida no son tanto sus predicciones como las formas de acceder a ese conocimiento (sus formas de pensar o sus métodos) y de interpretarlas (las teorías que elabora la ciencia por medio de su propio lenguaje y sus formalizaciones).
- La ciencia intuitiva se basa en el aprendizaje implícito<sup>5</sup>, que nos proporciona respuestas ciertas, seguras, a preguntas que ni siquiera nos hemos llegado a hacer (podemos predecir si un objeto que se mueve hacia nosotros nos va a golpear sin necesidad de preguntarnos cómo se mueve). La ciencia formal es sobre todo un modo de preguntar y poner en duda de forma explícita las respuestas que vamos encontrando, siempre inciertas y provisionales.

**Aunque sea errónea desde el punto de vista teórico, la ciencia intuitiva es muy útil y eficaz para interactuar con el mundo en la vida cotidiana: lleva a predicciones y acciones correctas desde el punto de vista de su propia experiencia.**<sup>4</sup>

- La ciencia intuitiva tiene una función pragmática: es válida porque que tiene éxito, es útil en la vida cotidiana. La ciencia formal va más allá y sirve para comprender, para responder a preguntas que empiezan con un “por qué”.
- Por tanto, para que los alumnos duden de sus intuiciones hay que enfrentarles a problemas, nuevas situaciones que no puedan predecir correctamente, o requerirles que expliquen y den sentido a sus intuiciones (por ejemplo, qué podemos hacer para que los objetos, las bolas de nieve, o los pájaros del videojuego *Angry Birds*, caigan más lejos).<sup>6</sup>

**Para ayudar a los alumnos a cambiar su ciencia intuitiva no hay que forzarles a abandonarla por errónea, sino a reconstruirla al dialogar con el conocimiento científico, en un proceso de integración de saberes.**<sup>9</sup>

- La ciencia intuitiva no se abandona nunca del todo, ya que es fruto de cómo nuestro cuerpo interactúa con el mundo y de nuestro sentido común<sup>10</sup>. Los científicos y los profesores de ciencias también usan su ciencia intuitiva: a pesar de saber que temperatura y calor no son sinónimos siguen usando “qué calor hace” en vez de “qué temperatura más elevada hace en esta habitación”.
- Por tanto, el objetivo de la educación científica no debe ser que los alumnos abandonen del todo sus intuiciones, sino que sepan dudar de ellas, repensarlas y explicarlas desde modelos teóricos más complejos.
- Se trata de que los alumnos reinterpreten y expliquen lo que sienten y perciben diariamente a partir del conocimiento científico que van adquiriendo, y no, como suele suceder, al revés: que reinterpreten las ideas científicas en función de su experiencia (atribuyendo propiedades macroscópicas a las partículas, o confundiendo fenotipo y genotipo, o calor y temperatura).<sup>7</sup>



## SABÍAS QUE...

## IMPLICACIONES PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

**Para que los alumnos tomen conciencia de sus intuiciones y las puedan repensar, la mejor vía es compararlas con las de otros, dialogar en el aula con el conocimiento científico y con las ideas de otros compañeros.**

- Frente a una enseñanza monológica, en la que la voz de los docentes *explica* el conocimiento establecido, los espacios dialógicos (en los que se cruzan varias voces y se interpelan unas a otras, fomentando la contratación de ideas y la argumentación) son más eficaces para un aprendizaje dirigido a la comprensión y a la reconstrucción de la ciencia intuitiva de los alumnos.<sup>11</sup>

**El aprendizaje cooperativo produce mejores resultados que el aprendizaje individual o la competición entre los alumnos.<sup>12</sup>**

- Cuando el trabajo en grupo da lugar a verdadera cooperación con los compañeros, produce mejores aprendizajes no solo en las relaciones sociales, sino que también promueve la comprensión y un aprendizaje más autónomo.
- No basta con hacer que los alumnos trabajen en grupo, sino que hay que fomentar la cooperación entre ellos mediante estrategias didácticas específicas (que se detallarán al final de esta parte).<sup>13</sup>

**Finalmente, al igual que los alumnos tienen una ciencia intuitiva que deben repensar, los profesores tenemos una psicología y una pedagogía intuitiva (el conjunto de creencias que se detallan seguidamente) que también debemos repensar.<sup>14</sup>**

- El sentido común, compartido a partir de esas experiencias corporales, no solo genera creencias sobre el mundo natural, sino también sobre el social, incluidas las experiencias de enseñanza y aprendizaje. Al igual que tenemos una ciencia intuitiva muy arraigada, tenemos también una psicología y una pedagogía implícita, que, sin darnos cuenta, rige muchas de nuestras acciones docentes.
- Si no logramos tomar conciencia de esas creencias implícitas sobre el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia, probablemente perpetuaremos modelos docentes tradicionales de escasa eficacia para el aprendizaje.



## EDU—MITOS

## LO QUE LA INVESTIGACIÓN DIDÁCTICA HA DEMOSTRADO

- ✗ Los alumnos son una *tabula rasa*, no tienen conocimientos científicos, así que nuestra función es darles los conocimientos de los que carecen.<sup>15</sup>**
  - Dado que ya tienen conocimientos o ideas previas, en gran medida implícitas, nuestra función es ayudarles a tomar conciencia de ellas y analizarlas críticamente, para cambiarlas.<sup>3,6</sup>
  - Proporcionar el saber establecido no es suficiente para que los alumnos comprendan la ciencia, ya que para ello deben repensar su ciencia intuitiva.<sup>4,6</sup>
  - Si enseñamos la ciencia disociada de las experiencias cotidianas en que se asienta esa ciencia intuitiva, en el mejor de los casos los alumnos usarán los conocimientos científicos en el aula para superar las evaluaciones, pero no para dar sentido a sus experiencias cotidianas, donde seguirán usando sus ideas intuitivas.<sup>3,4,6</sup>

---

- ✗ Las ideas intuitivas de los alumnos son erróneas y por tanto cuando las manifiestan en clase debemos corregirlas de inmediato, para evitar que sus compañeros las den por buenas y se contagien de ellas.**
  - Si corregimos de inmediato las ideas “erróneas” de los alumnos, tenderán a ocultarlas y de esta forma difícilmente las cambiarán.
  - Los errores en ciencia suelen ser muy productivos; no solo informan de las dificultades conceptuales de los alumnos, sino que explorar esos errores ayuda a superarlos, en lugar de a evitar cometerlos por miedo a una evaluación negativa.<sup>16</sup>
  - Deben ser los propios alumnos, con la guía de los docentes, los que, a través del diálogo, acaben por reconstruir esas diversas ideas para llegar a un conocimiento más complejo.<sup>9</sup>

---

- ✗ Los alumnos solo pueden pensar sobre los conocimientos científicos cuando tienen ya desarrolladas formas de pensamiento abstractas.<sup>15</sup>**
  - Es más bien al revés. El pensamiento abstracto o científico es una construcción social que solo surge en la medida en que los alumnos se enfrentan a situaciones que lo requieren. Si no les hacemos pensar como científicos nunca llegarán a hacerlo.<sup>17</sup>
  - Adaptando las tareas, las preguntas y las invasiones a cada momento del desarrollo, se puede hacer ciencia a todas las edades. Incluso los niños de preescolar pueden formular y comprobar hipótesis en contextos delimitados.<sup>18</sup>



**✘ El trabajo en grupo diluye la responsabilidad individual y solo los más interesados aprenden.**

- Eso es así cuando el trabajo en grupo no se apoya en la cooperación y no fomenta la construcción conjunta de significados. La cooperación es una situación en la que la solución encontrada por el grupo es mejor que cada una de las aportaciones individuales de sus componentes.<sup>13,19</sup>
- El trabajo cooperativo fomenta la responsabilidad con los compañeros, favoreciendo que los alumnos adquieran un sentido de competencia<sup>20</sup> y se impliquen más en la tarea sobre todo si tienen un cierto grado de autonomía en sus decisiones.<sup>21</sup>

**✘ Basta con ponerles a trabajar en grupo para que los alumnos aprendan cooperativamente.**

- La mayor parte de los aprendizajes en equipo no implican cooperación, sino que mantienen un modelo tradicional de división social del trabajo, en el que cada participante hace una tarea distinta, que luego se suma a las demás, en lugar de multiplicarse a través de la cooperación.
- Hay que enseñar específicamente estrategias de cooperación, diseñando actividades que fomenten y entrenen su uso, que deben ser supervisadas por los docentes.<sup>13,21</sup>

**✘ Al agrupar a los alumnos es mejor hacerlo en grupos homogéneos en los que todos tienen el mismo nivel porque así avanzan juntos.**

- Las agrupaciones heterogéneas favorecen un mejor aprendizaje al obligar a explicitar y contrastar puntos de vista distintos, niveles de conocimiento y/o capacidades diferentes.<sup>22</sup>
- La diversidad es riqueza<sup>23</sup>. Cuando los alumnos en un grupo se ponen fácilmente de acuerdo el aprendizaje tiende a ser escaso.
- En un grupo con alumnos con capacidades diversas, los menos capaces aprenden de los que tienen un conocimiento más avanzado, pero estos a su vez aprenden también al tener que ponerse en el punto de vista de sus compañeros y ayudar a su aprendizaje.<sup>13,23</sup>



## Activar de forma explícita las ideas previas de los alumnos favorece el aprendizaje de conceptos científicos: jugando al *Angry Birds*<sup>8</sup>

Cuando los alumnos se enfrentan a cualquier situación en la que están implicados conceptos científicos, ya sea en el aula o fuera de ella, tienden a actuar, sin ser conscientes de ello, en función de sus ideas o creencias intuitivas sobre ese fenómeno. Hay muchas investigaciones que muestran que cuando se facilitan, mediante alguna actividad o tarea, esas ideas de forma explícita y se hace que los alumnos reflexionen sobre ellas, el aprendizaje de los conceptos implicados mejora. Veamos una de estas situaciones.

En un estudio<sup>8</sup> se intentó comprobar si jugar al célebre videojuego *Angry Birds* mejora la comprensión de los conceptos de cinemática que están implicados en él.

En la investigación, realizada con alumnos de 1º de Bachillerato que estaban en ese momento estudiando esas nociones como parte de su currículo, se crearon cuatro grupos experimentales: los alumnos del grupo (1) jugaban sin recibir ninguna instrucción adicional; los del grupo (2) recibían la instrucción de que, tras jugar, debían explicar por escrito a un

supuesto compañero qué variables influían en que el pájaro/proyectil llegara más lejos, para lo que debían responder a un cuestionario y argumentar sus respuestas; los del grupo (3) hacían esta misma tarea pero en equipo, por parejas; y había un grupo (4) de control, que no jugaba.

De forma muy resumida, los resultados mostraron que los alumnos de los grupos 2 y 3, que tenían que pensar en qué variables creían que influían, reflexionar sobre ellas y explorar en el juego su efecto, mejoraban más su comprensión de los conceptos implicados (que había sido medida previamente en todos los grupos) que los alumnos que no jugaban (grupo 4), pero también que los que se limitaban a jugar sin activar explícitamente sus ideas previas. Además de mostrar que el juego en sí mismo (intentar pasar cuantas más pantallas mejor) no hace aprender, sino que se requiere jugar con metas de aprendizaje, este estudio ilustra cómo activar las propias ideas y reflexionar sobre ellas conducen a un mejor aprendizaje de conceptos científicos.

Sin embargo, el estudio fracasó en otra de sus hipótesis, que era que los alumnos que jugaban explicando lo que pasaba en parejas (grupo 3) tendrían un mayor aprendizaje que los que jugaban solos (grupo 2). Y es que los alumnos del grupo 2 jugaban juntos, pero no cooperaban porque no habían sido instruidos adecuadamente para ello.



## Algunas ideas-guía para fomentar la cooperación en el trabajo en grupo

La propia cultura educativa y las prácticas sociales tienden a fomentar el individualismo, en el marco de una cultura taylorista<sup>15</sup> basada en la división social del trabajo, que tan bien ilustrara Chaplin en su genial parodia en **Tiempos modernos**.

Esta tendencia al individualismo y la división social del trabajo se manifiesta incluso cuando se les invita a trabajar en grupo: con frecuencia suman sus aportaciones pero no colaboran. Por tanto, si queremos que ese trabajo en equipo conduzca a una verdadera colaboración —definida como la construcción conjunta de significados— es necesario diseñar actividades que cumplan una serie de requisitos, entre los que, de forma muy sumaria, debemos destacar:<sup>22,13</sup>

- Hacer grupos de 3-4 alumnos, que permiten que todos participen y tengan voz, pero sin que las relaciones intrapersonales se vuelvan demasiado complejas o la voz individual se diluya.
- A ser posible que los grupos sean heterogéneos, ya que así se enriquece la conversación y el diálogo entre perspectivas y competencias diversas.
- Fijar una meta clara pero que no pueda ser alcanzada directamente solo por una persona, o en la que puedan surgir con facilidad puntos de vista diferentes que habrá que explicitar y contrastar.
- Asegurar que la responsabilidad individual no se diluye en el grupo, supervisando el trabajo de cada grupo; también puede ser una estrategia útil exigir que antes de la discusión grupal cada alumno deba realizar la tarea individualmente para construir un punto de vista propio desde el que dialogar con otras ideas.
- Proporcionar modelos y estrategias de las habilidades sociales implicadas en conductas cooperativas, ilustrando claramente qué patrones son cooperativos y cuáles no. Para ello se pueden usar diversos tipos de tareas o juegos que favorezcan la diferenciación entre distintos roles en la interacción social dentro del grupo.<sup>13</sup>
- Evitar que los grupos asuman estrategias **tayloristas**, en la que cada cual hace lo que sabe hacer mejor, pero no se implican en una construcción conjunta del significado en una verdadera cooperación. Para ello hay de nuevo muchas estrategias didácticas que pueden utilizarse en el aula<sup>13</sup>.
- Supervisar tanto las interacciones sociales que se producen dentro del grupo como el propio diálogo sobre los contenidos científicos trabajados, con el fin de optimizar ambos aprendizajes.

# REFERENCIAS

1. Gopnik, A.; Meltzoff, A. y Kuhl, P. (1999). *The scientist in the crib*. Nueva York: William Morton.
2. Spelke, E. (1994). Initial knowledge: Six suggestions. *Cognition*, 50 (1-3), 431-445.
3. Cubero, R. (2000). *Cómo trabajar con las ideas de los alumnos*. Sevilla: Díada.
4. Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.
5. Pozo, J. I. (2017). Learning beyond the body: from embodied representations to explicitation mediated by external representations / Aprender más allá del cuerpo: de las representaciones encarnadas a la explicitación mediada por representaciones externas. *Infancia y Aprendizaje*, 40 (2), 219-276. <http://dx.doi.org/10.1080/02103702.2017.1306942>.
6. Bransford, J. D.; Brown, A. L. y Cocking, R. R. (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school: Expanded edition*. Washington, DC: National Academy Press.
7. Driver, R.; Squire, A.; Rushworth, P. y Wood-Robinson, V. (1994). *Dando sentido a la ciencia en secundaria: investigaciones sobre las ideas de los niños*. Madrid: Visor, 1999.
8. De Aldama, C. y Pozo, J. I. (2019). Do you want to learn Physics? Please play Angry Birds (but with epistemic goals). *Journal of Educational Computing Research*. <http://dx.doi.org/10.1177/0735633118823160>.
9. Linn, M. C. (2006). The Knowledge Integration Perspective on Learning and Instruction, R. K. Sawyer (ed.). *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 243-264). Nueva York; Cambridge University Press.
10. Pozo, J. I.; Gómez Crespo, M. A. y Sanz, A. (1999). When conceptual change does not mean replacement: different representations for different contexts. Schnotz; Vosniadou y Carretero (eds.). *New Perspectives on conceptual change* (págs. 161-174). Oxford: Elsevier.
11. Asterhan, C. S., y Schwarz, B. B. (2007). The effects of monological and dialogical argumentation on concept learning in evolutionary theory. *Journal of educational psychology*, 99(3), 626.
12. Springer, L.; Stanne, M. E. y Donovan, S. S. (1999). Effects of small-group learning on undergraduates in science, mathematics, engineering, and technology: A meta-analysis. *Review of educational research*, 69(1), 21-51.
13. Monereo, C. y Durán, D. (2002). *Entramados: métodos de aprendizaje cooperativo y colaborativo*. Barcelona: Edebé.
14. Pozo, J. I.; Scheuer, N.; Pérez Echeverría, M. P.; Mateos, M.; Martín, E. y de la Cruz, M. (eds.) (2006). *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje: las concepciones de profesores y alumnos*. Barcelona: Graó.
15. Moreno, R. (2006). *Panfleto antipedagógico*. Barcelona: El lector universal.
16. Pozo, J. (2016). *Aprender en tiempos revueltos. La nueva ciencia del aprendizaje*. Madrid: Alianza.
17. Duckworth, E. (1981). O se lo enseñamos demasiado pronto y no pueden aprenderlo o demasiado tarde y ya lo conocen: el dilema de "aplicar a Piaget". *Infancia y aprendizaje*, 4(2), 163-177.
18. Sodian, B.; Zaitchik, D. y Carey, S. (1991). Young children's differentiation of hypothetical beliefs from evidence. *Child development*, 62(4), 753-766.

19. Gillies, R. M. (2016). Cooperative learning: Review of research and practice. *Australian Journal of Teacher Education*, 41(3). <http://dx.doi.org/10.14221/ajte.2016v41n3.3>.
20. Hänze, M. y Berger, R. (2007). Cooperative learning, motivational effects, and student characteristics: An experimental study comparing cooperative learning and direct instruction in 12th grade physics classes. *Learning and instruction*, 17(1), 29-41.
21. Johnson, D. W. y Johnson, R. T. (1999). Making cooperative learning work. *Theory into practice*, 38(2), 67-73.
22. Johnson, R. T. y Johnson, D. W. (1986). Cooperative learning in the science classroom. *Science and children*, 24(2), 31-32.
23. Durán, D. (2006). Tutoría entre iguales, la diversidad en positivo. *Aula de innovación educativa*, 153, 7-11.

