

Aptus Estudios

De la evidencia a la práctica

*Serie: ¿Cómo aprenden los niños?*

# SITUANDO A LOS ESTUDIANTES EN LA SENDA DEL APRENDIZAJE

---

28 de agosto de 2019

Documento original de

**AMERICAN**  
**Educator**  
A QUARTERLY JOURNAL OF EDUCATIONAL RESEARCH AND IDEAS



**Aptus**

POTENCIADORA EDUCACIONAL  
SIP Red de Colegios | Fundación Reinoldo Solari



# Situando a los estudiantes en la senda del aprendizaje

Argumentos a favor de una instrucción completamente guiada



Richard E. Clark,  
Paul A. Kirschner, y John Sweller

**D**urante más de medio siglo se ha venido debatiendo en torno al impacto de la instrucción guiada durante la enseñanza<sup>1</sup>. En esta polémica intervienen, por un lado, aquellos que sostienen que todas las personas, tanto alumnos principiantes como experimentados, aprenden mejor cuando se les imparte una enseñanza no guiada o parcialmente guiada. Esta modalidad suele definirse como una enseñanza en la cual, en vez de entregarles a los alumnos toda la información esencial y pedirles que la apliquen en la práctica, son ellos mismos los que deben descubrir o construir una parte o la totalidad de esa información esencial<sup>2</sup>. En el sector opuesto se encuentran aquellos que consideran que los entornos de aprendizaje ideales difieren según se trate de alumnos experimentados o principiantes: mientras los experimentados por lo general progresan sin necesidad de mucha guía, prácticamente todos los demás logran salir adelante cuando se les proporciona una instrucción completamente guiada y explícita (y no se les

exige que descubran ningún contenido o habilidad esencial)<sup>3</sup>.

Nuestro objetivo en el presente artículo es zanjar este debate. Décadas de investigación han permitido demostrar claramente que *para los principiantes* (entre los que se encuentran prácticamente todos los estudiantes) la enseñanza directa y explícita resulta mucho más eficiente y efectiva que la enseñanza parcialmente guiada<sup>4</sup>. De modo que, al enseñarles nuevos contenidos y habilidades a los alumnos principiantes, los profesores obtienen mejores resultados cuando proporcionan una guía explícita acompañada de práctica y retroalimentación, y no cuando les exigen a los alumnos que descubran gran parte de los contenidos que deben aprender. Como analizaremos más adelante, lo anterior no equivale a impartir todos los días una enseñanza directa y expositiva. Los problemas y proyectos concebidos para ser abordados mediante el trabajo independiente o en pequeños grupos pueden resultar eficaces, no como vehículos para realizar descubrimientos sino como un medio para practicar habilidades y conocimientos adquiridos recientemente.

Antes de pasar a describir esta investigación, conviene aclarar algunos términos. Los profesores que entregan una instrucción guiada y explícita *explican con todo detalle* los conceptos y las habilidades que los alumnos deben aprender. La instrucción guiada se puede proporcionar a través de diversos medios, como clases expositivas, modelación, videos, presentaciones en computador y demostraciones realistas. También puede incluir debates y actividades en clase, si el profesor se asegura de que estos métodos permiten entregar y practicar de manera explícita la información pertinente. Por ejemplo, cuando se les enseña a los alumnos a resolver un nuevo tipo de problemas en una clase de matemáticas, el profesor puede comenzar por mostrarles cómo resolver el problema y explicarles detenidamente el cómo y el por qué del razonamiento matemático requerido. Por lo general, en los siguientes problemas, las explicaciones detalladas pueden ir abreviándose gradualmente o incluso suprimirse hasta que, gracias a la práctica y a la retroalimentación, los alumnos sean

*Richard E. Clark es profesor de psicología educativa, profesor de investigación clínica en el área de cirugía, y director del Centro de Tecnología Cognitiva de University of Southern California. Paul A. Kirschner es profesor de psicología educativa en el Centro de Ciencias y Tecnologías del Aprendizaje en Open University of Netherlands. John Sweller es profesor emérito de educación en la Escuela de Educación de University of New South Wales. En este artículo se resumen secciones del trabajo "Por qué la Instrucción con Guía Mínima no Funciona: Un Análisis del Fracaso de la Enseñanza Constructivista, por Descubrimiento, Basada en Problemas, Experiencial y Basada en la Indagación", escrito por Paul A. Kirschner, John Sweller y Richard E. Clark, el cual fue publicado originalmente en inglés en Educational Psychologist 41, n.º 2 (2006): 75-86 y su versión en español está disponible en [www.aptus.org](http://www.aptus.org). La versión original de este artículo, en inglés "Putting Students on the Path to Learning", se obtiene en: <https://www.aft.org/sites/default/files/periodicals/Clark.pdf>.*



capaces de resolver los problemas por sí solos. De esta manera, antes de intentar resolver el problema por su cuenta, los estudiantes ya habrán recorrido todo el procedimiento y asimilado los conceptos asociados.

En cambio, aquellos profesores cuyas clases han sido diseñadas para ofrecer una guía instruccional parcial o mínima, esperan que los alumnos descubran por su cuenta algunos o todos los conceptos y habilidades que deben aprender. El enfoque parcialmente guiado ha recibido diversas denominaciones, entre ellas, el aprendizaje por descubrimiento<sup>5</sup>, el aprendizaje basado en problemas<sup>6</sup>, el aprendizaje por indagación<sup>7</sup>, el aprendizaje experiencial<sup>8</sup> y el aprendizaje constructivista<sup>9</sup>. Siguiendo con el ejemplo de las matemáticas, puede que a los alumnos que reciben una guía instruccional parcial se les plantee un nuevo tipo de problema y se les pida que se reúnan en pequeños grupos para aportar conjuntamente ideas sobre posibles soluciones, proceso en el que pueden o no recibir instrucciones o sugerencias. Luego puede organizarse un debate en clase sobre las diversas “soluciones” propuestas por los grupos, y tal vez transcurra bastante tiempo antes de que el profesor indique cuál es la respuesta correcta. Se espera que, durante el proceso en que se trata de resolver el problema y se analizan las distintas soluciones propuestas por los alumnos, cada uno de ellos llegue a descubrir el razonamiento matemático pertinente. En algunas clases mínimamente guiadas, los profesores emplean la enseñanza explícita de la solución como un método complementario para aquellos alumnos que no realizaron los descubrimientos necesarios y que se confundieron durante el debate en clase. Entre los ejemplos adicionales de métodos de enseñanza mínimamente guiada se incluyen: (1) una enseñanza de las ciencias orientada a la indagación en la que se espera que los alumnos descubran los principios fundamentales imitando las actividades indagatorias de los investigadores profesionales<sup>10</sup> y (2) una enseñanza en la que se espera que los estudiantes de medicina descubran las soluciones que existen ya desde larga data para tratar las afecciones que comúnmente aquejan a los pacientes<sup>11</sup>.

Dos cuerpos de investigaciones ponen de manifiesto las debilidades de los métodos de enseñanza parcial y mínimamente guiada: las investigaciones en que se comparan ambos métodos pedagógicos y las investigaciones en las que se aborda la manera de aprender de las personas. Los últimos cincuenta años de investigaciones empíricas han proporcionado evidencias abrumadoras e inequívocas de que, para todos, excepto los expertos, una guía parcial durante la instrucción es significativamente menos efectiva y eficiente que una guía completa. Asimismo, si tenemos en cuenta nuestros actuales

conocimientos sobre la manera en que aprenden las personas, no hay razón para pensar que la instrucción parcialmente guiada sea igualmente efectiva que aquella con una guía explícita e integral en la enseñanza primaria y secundaria.

## I. Investigaciones que comparan la enseñanza completamente guiada con la parcialmente guiada

Casi todos los experimentos controlados coinciden en señalar que cuando se maneja información nueva (esto es, información que los alumnos no conocían), es preciso indicarles explícitamente a los estudiantes lo que deben hacer y cómo hacerlo, y luego ofrecerles la oportunidad de practicar lo aprendido al mismo tiempo que reciben una retroalimentación correctiva<sup>12</sup>. En numerosas revisiones de estudios empíricos, sobre métodos para enseñar nueva información, se ha expuesto una sólida argumentación contra el uso de la instrucción con una mínima guía. Si bien un análisis a fondo de dichos estudios está fuera del ámbito de este artículo, hay una reciente revisión que vale la pena citar: Richard Mayer (científico cognitivo de la Universidad de California, Santa Barbara) examinó evidencias de estudios realizados entre 1950 y fines de la década de 1980, en los que se compara el aprendizaje basado puramente por descubrimiento (definido como una enseñanza no guiada basada en problemas) con modalidades de enseñanza guiada<sup>13</sup>. Mayer sugiere que en cada década desde mediados de los años cincuenta, después de que varios estudios empíricos aportaron evidencias sólidas de que el entonces popular método no guiado no funcionaba, no tardó en surgir una modalidad similar con otro nombre en la cual se repetía el ciclo. Cada una de las nuevas series de partidarios de los métodos no guiados parecía no estar al tanto de que las anteriores evidencias de los métodos de enseñanza no guiada no habían sido validadas, o bien no les interesaba esa información. Este patrón dio lugar a la aparición del aprendizaje por descubrimiento. Luego vino el aprendizaje experiencial, el cual a su vez dio paso al aprendizaje

**La investigación ha proporcionado evidencia abrumadora de que, para todos, excepto los expertos, una guía parcial durante la instrucción es significativamente menos efectiva que una guía completa.**

basado en problemas y al aprendizaje por indagación; y recientemente a las técnicas de educación constructivistas. Mayer concluyó que “el debate acerca del descubrimiento se ha repetido numerosas veces en el ámbito de la educación, pero cada vez la evidencia se ha inclinado a favor del método de aprendizaje guiado”<sup>14</sup>.

La evidencia aportada por los estudios experimentales correctamente diseñados y adecuadamente controlados, que se han realizado desde la década de 1980 hasta hoy, también respaldan la instrucción directa y guiada<sup>15</sup>. Algunos investigadores<sup>16</sup> han constatado que cuando los alumnos aprenden ciencias en clases donde se aplican métodos basados puramente en el descubrimiento, o donde la retroalimentación es mínima, suelen sentirse desorientados o frustrados, y esa confusión puede llevarlos a formular concepciones erróneas. Otros investigadores<sup>17</sup> han descubierto que como los comienzos en falso (en los cuales los alumnos se guían por falsas hipótesis) son un fenómeno común en esos contextos de enseñanza, el descubrimiento no guiado resulta ineficaz en la mayoría de los casos. En un estudio muy importante los investigadores no solo trataron de verificar si los

alumnos de ciencias aprendían más mediante el aprendizaje por descubrimiento en comparación con la enseñanza explícita, sino que además, si una vez que el aprendizaje había tenido lugar la calidad del mismo era distinta<sup>18</sup>. En concreto, verificaron si los alumnos que habían aprendido por descubrimiento eran más capaces de transferir los contenidos asimilados a nuevos contextos (como suelen sostener los partidarios de los métodos mínimamente guiados). Sus resultados fueron inequívocos. La enseñanza directa con un alto grado de guía, que incluye la entrega de ejemplos, se tradujo en un aprendizaje mucho más vasto que el adquirido mediante la enseñanza por descubrimiento. En los relativamente escasos alumnos que sí aprendieron a través de la enseñanza por descubrimiento no se observó ningún indicio de que su aprendizaje hubiese sido de mejor calidad.

En la realidad de las salas de clases se presentan numerosos problemas cuando se emplean distintos tipos de enseñanza mínimamente guiada. En primer lugar, por lo general solo los alumnos más brillantes y mejor preparados son capaces de realizar el descubrimiento. En segundo lugar, como se señaló anteriormente, muchos alumnos son presa fácil de la frustración.



Es probable que algunos de ellos se desconecten y otros imiten cualquier cosa que hagan los alumnos más aventajados; en cualquier caso, la verdad es que no están descubriendo nada. En tercer lugar, algunos estudiantes creen que han dado con la información o la solución correcta, pero están equivocados y por tanto se forman una concepción errónea que puede llegar a interferir en su proceso posterior de aprendizaje y resolución de problemas<sup>19</sup>. Es posible que, incluso después de que se le dé a conocer la respuesta correcta, un alumno traiga a la memoria su descubrimiento erróneo y no la solución acertada. En cuarto lugar, incluso en el improbable caso de que un problema o un proyecto haya sido diseñado de tal manera que todos los alumnos sean capaces de completarlo, la enseñanza mínimamente guiada es mucho menos eficiente que la guía explícita. Lo que puede enseñarse directamente en una demostración y un debate de 25 minutos, seguidos de 15 minutos de práctica independiente con retroalimentación correctiva por parte del profesor, puede requerir varias horas de clases si se emplea un método basado en proyectos o resolución de problemas mínimamente guiados.

Como si estas cuatro dificultades no fueran suficiente motivo de preocupación, existe un problema adicional en el que debemos hacer hincapié: *la enseñanza mínimamente guiada puede ampliar la brecha de logros académicos*. En una revisión de aproximadamente 70 estudios<sup>20</sup>, en los cuales se incluyó una gama de alumnos más o menos aventajados, al igual que una variedad de clases en que se aplicaba una enseñanza más y menos guiada, se descubrió lo siguiente: los alumnos más aventajados tienden a aprender más con la enseñanza menos guiada, pero los alumnos de menor rendimiento tienden a aprender más con la enseñanza

más guiada. Peor aún, una serie de experimentos comprobaron que los alumnos de menor rendimiento a los que se les asignó una enseñanza menos guiada o escogieron esa modalidad de aprendizaje, obtuvieron puntajes considerablemente *más bajos* en las mediciones de post-test que en las de pre-test. Para estos alumnos relativamente menos aventajados, el hecho de que no se les prestara un apoyo pedagógico sólido se tradujo en una *pérdida de aprendizaje cuantificable*. De estos resultados se desprende que los profesores deben impartir una enseñanza explícita cuando introducen un tema nuevo, atenuando gradualmente la magnitud de la guía a medida que los estudiantes adquieren más conocimientos y habilidades.

Aún más alarmantes resultan las evidencias<sup>21</sup> de que cuando se les pide a los alumnos que escojan entre una modalidad más guiada y otra menos guiada del mismo curso, los estudiantes menos aventajados que optan por el método menos guiado tienden a sentirse a gusto estudiando en él, aunque aprenden menos. Al parecer la enseñanza guiada ayuda a progresar a los alumnos menos aventajados al proporcionarles estrategias de aprendizaje orientadas a tareas específicas. Sin embargo, estas estrategias requieren que los alumnos participen en actividades explícitas que les exigen prestar atención, por lo que generalmente no son las preferidas, aunque faciliten el aprendizaje.

De igual manera, los alumnos de mejor rendimiento que deciden estudiar en la modalidad más guiada de un curso se sienten por lo general a gusto a pesar de haber escogido un entorno en el que aprenden menos. La razón por la que un mayor grado de orientación tiende a ser menos eficaz en el caso de estos alumnos es que en la mayoría de los casos ellos ya han aprendido estrategias de aprendizaje orientadas a tareas específicas, las cuales les resultan de mayor utilidad que las técnicas incorporadas en la versión más guiada del curso. Asimismo, algunas evidencias sugieren que prefieren contar con un mayor grado de orientación porque creen que de ese modo lograrán asimilar con un mínimo esfuerzo los contenidos requeridos.

**S**i las evidencias en contra de los métodos mínimamente guiados son tan contundentes, ¿por qué persiste este debate? Si bien no podemos responder con certeza, una de las principales razones parece ser que muchos educadores creen erróneamente que los métodos de enseñanza parcial y mínimamente guiada cuentan con una sólida base en la ciencia cognitiva. Volviendo a la revisión bibliográfica de Mayer, muchos profesores confunden el “constructivismo”, que es una teoría sobre cómo aprendemos y percibimos el mundo, con una prescripción sobre cómo hay que enseñar<sup>22</sup>. En el ámbito de la ciencia cognitiva, el constructivismo es una teoría del aprendizaje que goza de una amplia aceptación; sostiene que los alumnos deben construir representaciones mentales del mundo realizando un ejercicio de activo procesamiento cognitivo. Muchos educadores (en especial los profesores dedicados a la formación docente en las escuelas de educación) se han aferrado a esta noción de que los alumnos tienen que “construir” su propio conocimiento, y han *dado por sentado* que la mejor manera de fomentar esa construcción es hacer que los alumnos descubran nuevos conocimientos o resuelvan nuevos problemas sin una guía explícita de parte del profesor. Desgraciadamente, esta presunción errónea se ha generalizado. Mayer la denomina la “falacia de la enseñanza constructivista”. En términos sencillos, la actividad cognitiva puede ocurrir con o sin actividad conductual, y esta última de ninguna manera garantiza la ocurrencia de actividad cognitiva. En efecto, el tipo de procesamiento cognitivo activo que los alumnos deben llevar a cabo para “construir” conocimientos puede tener lugar al leer un libro, al escuchar una conferencia, al observar a un profesor realizar un experimento y al mismo tiempo describir lo que está haciendo, etc. Para aprender se necesita construir conocimientos. Pero al privar de información a los alumnos no se facilita la construcción de conocimientos.

## II. El cerebro humano: aprendizaje 101

Es preciso saber cómo aprende el cerebro humano para comprender a ciencia cierta por qué la instrucción con guía total resulta más efectiva para los alumnos principiantes que la orientación parcial o mínima. Existen dos componentes esenciales: la memoria a largo plazo y la memoria de trabajo (llamada a veces memoria a corto plazo). La memoria a largo plazo es ese enorme depósito mental de cosas que conocemos (ya sean palabras, personas, profundas ideas filosóficas o acrobacias en una patineta). La memoria de trabajo es un “espacio” mental limitado sobre lo que pensamos. Las relaciones entre la memoria de trabajo y la memoria a largo plazo, junto con los procesos cognitivos en que se apoya el aprendizaje, poseen una importancia decisiva cuando se trata de diseñar una enseñanza efectiva.

Nuestro entendimiento del rol de la memoria a largo plazo en la cognición humana se ha modificado notoriamente a lo largo de las últimas décadas. Ya no se la considera un depósito pasivo de fragmentos separados y aislados de información que nos permiten repetir lo que hemos aprendido. Tampoco se la ve como una entidad que solo influye periféricamente en complejos procesos cognitivos como el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Por el contrario, la memoria a largo plazo aparece hoy como la estructura central y predominante de la cognición humana. Todo lo que vemos, escuchamos y pensamos depende de nuestra memoria a largo plazo y está influido por ella.

Por ejemplo, una serie fundamental de estudios sobre ajedrecistas<sup>23</sup> demostró que los jugadores expertos se desempeñan bien incluso en partidas rápidas (que duran 5 minutos) porque la verdad es que ellos no se quedan pensando en cada jugada. Cuentan con decenas de miles de configuraciones del tablero almacenadas en la memoria a largo plazo y saben cuál es la jugada más apropiada para cada disposición de las piezas. Esas configuraciones se aprenden al estudiar partidas anteriores durante una década o más. Los ajedrecistas expertos pueden jugar bien con

**Muchos profesores confunden el “constructivismo”, que es una teoría sobre cómo aprendemos y percibimos el mundo, con una prescripción sobre cómo hay que enseñar.**

gran rapidez porque lo que están haciendo es recordar la mejor jugada y no tratar de averiguar cuál es. En muchas otras áreas diferentes se han realizado estudios similares sobre la manera en que actúan los expertos<sup>24</sup>. En conjunto, los resultados sugieren que los expertos en resolver problemas han logrado desarrollar su talento aprovechando la vasta experticia almacenada en su memoria a largo plazo en forma de conceptos y procedimientos, conocidos como esquemas mentales. Recuperan recuerdos de procedimientos y soluciones anteriores, y luego rápidamente escogen y aplican los más apropiados para resolver un determinado problema. Somos expertos en un área si nuestra memoria a largo plazo contiene una enorme cantidad de información o conocimientos relativos a ese ámbito. Esa información nos permite reconocer casi en seguida las características de una situación y nos indica, a menudo de manera inmediata e inconsciente, lo que debemos hacer y cuándo hacerlo. (Por ejemplo, piense cuánto más fácil fue manejar el comportamiento de sus estudiantes durante su quinto año en comparación con su primer año como profesor). Sin ese enorme caudal de información contenido en nuestra memoria a largo plazo, seríamos en gran medida incapaces de realizar cualquier cosa, desde acciones sencillas, como evitar el tráfico de vehículos

al cruzar una calle (información que muchos otros animales no son capaces de guardar en su memoria a largo plazo), hasta actividades complejas, como jugar ajedrez, resolver problemas matemáticos o mantener la atención de los alumnos. En suma, nuestra memoria a largo plazo contiene una gigantesca base de conocimientos que resulta fundamental para poder realizar todas las actividades que dependen de nuestra capacidad cognitiva.

Ahora bien, ¿cuáles son las consecuencias instruccionales de la memoria a largo plazo? Primero que nada, ella nos proporciona la motivación fundamental de la enseñanza: el objetivo de toda enseñanza consiste en almacenar conocimientos y habilidades en la memoria a largo plazo. Si no se ha incorporado nada a dicha memoria, no se ha aprendido nada.

Por su parte, la memoria de trabajo es la estructura cognitiva donde ocurre el procesamiento consciente. Solo somos conscientes de la información que actualmente está siendo procesada en la memoria de trabajo y tendemos más bien a pasar por alto una cantidad mucho mayor de información almacenada en la memoria a largo plazo. Cuando procesa información nueva, la memoria de trabajo tiene una duración y una capacidad muy limitadas. Por lo menos desde la década de 1950 sabemos que casi toda la información almacenada en la memoria de trabajo se pierde al cabo de 30 segundos<sup>25</sup> si no se repasa, y que la capacidad de dicha memoria se limita solo a una cantidad muy pequeña de elementos<sup>26</sup> (se estima que es de alrededor de 7, pero puede ser de apenas  $4 \pm 1$ )<sup>27</sup>. Por añadidura, cuando procesamos (en lugar de meramente almacenar) información, puede resultar razonable conjeturar que la cantidad de elementos que somos capaces de procesar asciende a solo dos o tres, dependiendo de la naturaleza del procesamiento necesario.

En el caso de la enseñanza, las interacciones de la memoria de trabajo con la memoria a largo plazo pueden ser incluso más



importantes que las limitaciones de procesamiento<sup>28</sup>. Las limitaciones de la memoria de trabajo son solo aplicables a la información nueva, información que hay que aprender (la cual no ha sido almacenada aún en la memoria a largo plazo). Cuando se trabaja con información organizada y almacenada previamente en la memoria a largo plazo, estas limitaciones desaparecen. Dado que la información puede ser recuperada desde la memoria a largo plazo y trasladada a la memoria de trabajo cada vez que sea necesario, el límite de 30 segundos que afecta a esta última se torna irrelevante. De igual modo, no existen límites conocidos para la cantidad de esa información que puede trasladarse desde la memoria a largo plazo a la memoria de trabajo.

Estos dos factores, que la memoria de trabajo es muy limitada cuando trabaja con información nueva, pero que no lo es cuando maneja información almacenada organizadamente en la memoria a largo plazo, explican por qué la enseñanza parcial o mínimamente guiada por lo general es inefectiva para principiantes, pero puede ser efectiva para expertos. Cuando se les plantea un problema para resolver, el único recurso con que

cuentan los principiantes es su muy restringida memoria de trabajo. En cambio, los expertos cuentan tanto con su memoria de trabajo como con todos los conocimientos y habilidades pertinentes almacenados en su memoria a largo plazo.

Uno de los mejores ejemplos de un método de enseñanza en el que se tiene en cuenta la manera en que interactúan nuestra memoria de trabajo y nuestra memoria a largo plazo es el del “efecto del ejemplo resuelto”. Un ejemplo resuelto es, tal como el nombre lo dice, un problema que ya ha sido resuelto (o “deducido”) y en el que cada uno de sus pasos es explicado en detalle y descrito con claridad; constituye el epítome de la enseñanza directa y explícita<sup>28</sup>. El “efecto del ejemplo resuelto” es el nombre que ha recibido una evidencia ampliamente verificada, que sostiene que los alumnos principiantes que intentan aprender mediante un sistema en el que se les exige resolver problemas obtienen resultados inferiores en los exámenes posteriores, incluyendo la transferencia a problemas distintos de los estudiados, que los alumnos que aprenden estudiando ejemplos ya resueltos de problemas equivalentes.

**Si el estudiante no tiene los conceptos relevantes en la memoria a largo plazo, solo le queda buscar a ciegas por posibles soluciones. Los principiantes pueden dedicar largos períodos de tiempo a actividades de resolución de problemas y no aprender prácticamente nada.**

El efecto del ejemplo resuelto fue demostrado por primera vez en la década de 1980<sup>29</sup>. Los investigadores descubrieron que los alumnos de álgebra aprendían más estudiando ejemplos resueltos que resolviendo problemas equivalentes. Desde esas primeras demostraciones del efecto, éste ha sido replicado en numerosas ocasiones empleando una gran variedad de alumnos que estudian una variedad igualmente amplia de materias que van desde matemáticas y ciencias hasta literatura inglesa e historia universal<sup>30</sup>. Para los principiantes, estudiar ejemplos resueltos constituye una alternativa que siempre será preferible que tener que descubrir o construir la solución de un problema.

¿Por qué razón ocurre el efecto del ejemplo resuelto? Las limitaciones de la memoria de trabajo y las relaciones entre ésta y la memoria a largo plazo que se analizaron anteriormente pueden darnos una explicación. Para resolver un problema es preciso buscar una solución o un proceso en el que debemos emplear nuestra limitada memoria de trabajo. Si el estudiante no tiene los conceptos o procedimientos relevantes en la memoria a largo plazo, solo le queda buscar a ciegas los pasos que posiblemente lo conduzcan a la solución y que cierren la brecha entre el problema y su solución. Este proceso le impone una enorme carga a la capacidad de la memoria de trabajo, pues quien intenta resolver el problema tiene que retener y procesar continuamente el estado en que se encuentra el problema en la memoria de trabajo (por ejemplo, ¿en qué etapa del proceso de resolución del problema me encuentro en este momento? ¿cuánto he progresado hacia la solución?) al igual que el estado del objetivo (por ejemplo, ¿qué camino debo seguir? ¿cuál es la solución?), las relaciones entre el estado del objetivo y el estado del problema (por ejemplo, ¿es este un paso acertado hacia la solución del problema? Lo que he hecho

hasta ahora, ¿me ha ayudado a acercarme a mi objetivo?), los caminos hacia la solución que permitirían reducir aún más las diferencias entre los dos estados (por ejemplo, ¿cuál debería ser el próximo paso? ¿me permitirá acercarme a la solución? ¿existe otra estrategia más adecuada para llegar a la solución?), y los subobjetivos que vayan surgiendo sobre la marcha. Así pues, la búsqueda de una solución produce una sobrecarga en la limitada memoria de trabajo y desvía recursos que ésta podría destinar a almacenar información en la memoria a largo plazo. Como consecuencia de lo anterior, los principiantes pueden dedicar largos períodos de tiempo a actividades de resolución de problemas y no aprender prácticamente nada<sup>31</sup>.

En cambio, el hecho de estudiar un ejemplo resuelto<sup>32</sup> permite reducir la carga que recae sobre la memoria de trabajo (porque la solución solo debe ser asimilada, no descubierta) y dirige la atención (es decir, dirige los recursos de la memoria de trabajo) hacia el almacenamiento en la memoria a largo plazo de las relaciones esenciales entre los pasos para resolver un problema.



Los alumnos aprenden a reconocer los pasos necesarios para resolver determinados problemas, lo cual constituye la base para desarrollar los conocimientos y habilidades que nos permiten resolver problemas<sup>33</sup>.

Es importante señalar que este debate en torno a los ejemplos resueltos se aplica a los alumnos principiantes y no a los expertos. De hecho, el efecto del ejemplo resuelto primero desaparece y luego *se invierte* a medida que aumenta la experticia de los alumnos. Dicho de otro modo, para los alumnos expertos resulta más eficaz resolver un problema que estudiar un ejemplo resuelto. Cuando los alumnos han acumulado suficiente experticia, estudiar un ejemplo resuelto es una actividad redundante que obliga a la memoria de trabajo a realizar un esfuerzo mayor que el necesario para recuperar una solución conocida de la memoria a largo plazo<sup>34</sup>. Esta inversión de la efectividad no se limita a los ejemplos resueltos, sino que se aplica a muchos métodos explícitos de enseñanza completamente guiada y se conoce como el “efecto de inversión de la experticia”<sup>35</sup>. En general, el efecto de inversión de la experticia sostiene que “las técnicas de enseñanza que resultan altamente efectivas para los alumnos inexpertos pueden perder su efectividad e incluso tener consecuencias negativas cuando se aplican a alumnos más experimentados”<sup>36</sup>. Por eso es que desde el principio de este artículo hemos subrayado que la entrega de guía a los estudiantes es la alternativa más adecuada para enseñar información y habilidades *nuevas*. Lo anterior demuestra la conveniencia de aplicar técnicas de enseñanza que comienzan con un alto grado de

<sup>28</sup> Para ver un breve video de YouTube sobre un ejemplo resuelto, visite <http://bit.ly/xa0TYQ> y vea a Shaun Erlichio, profesor de matemáticas de séptimo año de primaria en el Salk School of Science (M.S. 225), en Nueva York, resolviendo un problema de enunciado con fracciones.

<sup>32</sup> Con esto se da por sentado que el ejemplo resuelto está adecuadamente diseñado. Si no tenemos cuidado, es posible que elaboremos un ejemplo resuelto que imponga una enorme carga sobre la memoria de trabajo. De hecho, es posible elaborar ejemplos resueltos que imponen una carga cognitiva tan abrumadora como la búsqueda necesaria para encontrar la solución en el método de aprendizaje por descubrimiento<sup>32</sup>.

guía que luego se va atenuando a medida que los alumnos adquieren un mayor dominio de la materia. También señala la ventaja de utilizar técnicas con un mínimo de guía para reforzar o practicar contenidos previamente aprendidos.

El hecho de recomendar una guía parcial o mínima para los alumnos principiantes era comprensible a comienzos de la década de 1960, cuando el célebre psicólogo Jerome Bruner<sup>37</sup> propuso el aprendizaje por descubrimiento como herramienta de enseñanza. En ese entonces, los investigadores no sabían mucho acerca de la memoria de trabajo, la memoria a largo plazo y la manera en que interactúan. Hoy nos encontramos en un escenario completamente distinto, conocemos más detalles de las estructuras, funciones y características de la memoria de trabajo y de la memoria a largo plazo, las relaciones entre ellas y sus repercusiones en el aprendizaje, la resolución de problemas y el pensamiento crítico. También contamos con un caudal mucho mayor de evidencias experimentales sobre lo que constituye una enseñanza efectiva: casi todos los experimentos controlados coinciden en señalar que cuando se trabaja con información nueva es preciso enseñar a los alumnos explícitamente toda la información pertinente, incluidas las instrucciones sobre lo que hay que hacer y cómo hacerlo. Nos preguntamos por qué muchos formadores de docentes dedicados a los estudios y a la investigación en el campo académico ignoran las evidencias y continúan fomentando la enseñanza mínimamente guiada cuando capacitan a nuevos profesores.

Tras medio siglo de promoción de la enseñanza mínimamente guiada, tal parece que no existe ningún corpus de investigaciones serias que apoye la aplicación de esta técnica a ningún otro grupo que no sea el de los alumnos más experimentados. Casi la totalidad de las evidencias de estudios experimentales controlados (también conocidos como estudios de referencia o estándar dorado) respaldan el uso de la guía instruccional total y explícita en lugar de la guía parcial o mínima para los alumnos desde el nivel de principiante hasta el nivel intermedio. Estas conclusiones, y las teorías asociadas, sugieren que los profesores deberían proveer a sus alumnos instrucciones claras y explícitas en lugar de limitarse a apoyarlos en su intento de descubrir los conocimientos por su cuenta.

## Notas Finales

<sup>1</sup> David P. Ausubel, "Some Psychological and Educational Limitations of Learning by Discovery," *The Arithmetic Teacher* 11 (1964): 290–302; Robert C. Craig, "Directed versus Independent Discovery of Established Relations," *Journal of Educational Psychology* 47, n° 4 (1956): 223–234; Richard E. Mayer, "Should There Be a Three-Strikes Rule against Pure Discovery Learning? The Case for Guided Methods of Instruction," *American Psychologist* 59, n° 1 (2004): 14–19; y Lee S. Shulman y Evan R. Keislar, eds., *Learning by Discovery: A Critical Appraisal* (Chicago: Ry McNally, 1966).

<sup>2</sup> Véase, por ejemplo, Jerome S. Bruner, "The Art of Discovery," *Harvard Educational Review* 31 (1961): 21–32; Seymour Papert, *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas* (Nueva York: Basic Books, 1980); y Leslie P. Steffe y Jerry Gale, eds., *Constructivism in Education* (Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1995).

<sup>3</sup> Véase, por ejemplo, Lee J. Cronbach y Richard E. Snow, *Aptitudes y Instructional Methods: A Handbook for Research on Interactions* (Nueva York: Irvington, 1977); David Klahr y Milena Nigam, "The Equivalence of Learning Paths in Early Science Instruction: Effects of Direct Instruction and Discovery Learning," *Psychological Science* 15 (2004): 661–667; Mayer, "Three-Strikes Rule"; Shulman y Keislar, *Learning by Discovery*; y John Sweller, "Evolution of Human Cognitive Architecture," in *The Psychology of Learning y Motivation*, ed. Brian Ross, vol. 43 (San Diego: Academic, 2003), 215–266.

<sup>4</sup> John Sweller, Paul Ayres y Slava Kalyuga, *Cognitive Load Theory* (Nueva York: Springer, 2011).

<sup>5</sup> W. S. Anthony, "Learning to Discover Rules by Discovery," *Journal of Educational Psychology* 64, n° 3 (1973): 325–328; y Bruner, "The Art of Discovery."

<sup>6</sup> Howard S. Barrows y Robyn M. Tamblyn, *Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education* (Nueva York: Springer, 1980); y Henk G. Schmidt, "Problem-Based Learning: Rationale and Description," *Medical Education* 17, n° 1 (1983): 11–16.

<sup>7</sup> Papert, *Mindstorms*; y F. James Rutherford, "The Role of Inquiry in Science Teaching," *Journal of Research in Science Teaching* 2, n° 2 (1964): 80–84.

<sup>8</sup> David Boud, Rosemary Keogh y David Walker, eds., *Reflection: Turning Experience into Learning* (Londres: Kogan Page, 1985); y David A. Kolb y Ronald E. Fry, "Toward an Applied Theory of Experiential Learning," en *Studies Theories of Group Processes*, ed. Cary L. Cooper (Nueva York: Wiley, 1975), 33–57.

<sup>9</sup> David Jonassen, "Objectivism vs. Constructivism," *Educational Technology Research y Development* 39, n° 3 (1991): 5–14; y Leslie P. Steffe y Jerry Gale, eds., *Constructivism in Education* (Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1995).

<sup>10</sup> Wouter R. van Joolingen, Ton de Jong, Ard W. Lazonder, Elwin R. Savelsbergh, y Sarah

Manlove, "Co-Lab: Research and Development of an Online Learning Environment for Collaborative Scientific Discovery Learning," *Computers in Human Behavior* 21, n° 4 (2005): 671–688.

<sup>11</sup> Henk G. Schmidt, "Problem-Based Learning: Does It Prepare Medical Students to Become Better Doctors?" *Medical Journal of Australia* 168, n° 9 (May 4, 1998): 429–430; y Henk G. Schmidt, "Assumptions Underlying Self-Directed Learning May Be False," *Medical Education* 34, n° 4 (2000): 243–245.

<sup>12</sup> Jeroen J. G. van Merriënboer y Paul A. Kirschner, *Ten Steps to Complex Learning* (Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2007).

<sup>13</sup> Mayer, "Three-Strikes Rule."

<sup>14</sup> Mayer, "Three-Strikes Rule," 18.

<sup>15</sup> Véase, por ejemplo, Roxana Moreno, "Decreasing Cognitive Load in Novice Students: Effects of Explanatory versus Corrective Feedback in Discovery-Based Multimedia," *Instructional Science* 32, n° 1–2 (2004): 99–113; y Juhani E. Tuovinen y John Sweller, "A Comparison of Cognitive Load Associated with Discovery Learning and Worked Examples," *Journal of Educational Psychology* 91, n° 2 (1999): 334–341.

<sup>16</sup> Ann L. Brown y Joseph C. Campione, "Guided Discovery in a Community of Learners," en *Classroom Lessons: Integrating Cognitive Theory y Classroom Practice*, ed. Kate McGilly (Cambridge, MA: MIT Press, 1994), 229–270; y Pamela Thibodeau Hardiman, Alexey Pollatsek y Arnold D. Well, "Learning to Understudy the Balance Beam," *Cognition and Instruction* 3, n° 1 (1986): 63–86.

<sup>17</sup> Véase, por ejemplo, Richard A. Carlson, David H. Lundy, y Walter Schneider, "Strategy Guidance and Memory Aiding in Learning a Problem-Solving Skill," *Human Factors* 34, n° 2 (1992): 129–145; y Leona Schauble, "Belief Revision in Children: The Role of Prior Knowledge and Strategies for Generating Evidence," *Journal of Experimental Child Psychology* 49, n° 1 (1990): 31–57.

<sup>18</sup> Klahr y Nigam, "The Equivalence of Learning Paths."

<sup>19</sup> Eve Kikas, "Teachers' Conceptions y Misconceptions Concerning Three Natural Phenomena," *Journal of Research in Science Teaching* 41, n° 5 (2004): 432–448.

<sup>20</sup> Richard E. Clark, "When Teaching Kills Learning: Research on Mathematics," in *Learning y Instruction: European Research in an International Context*, ed. Heinz Myl, Neville Bennett, Erik De Corte, y Helmut Friedrich, vol. 2 (Londres: Pergamon, 1989), 1–22.

<sup>21</sup> Richard E. Clark, "Antagonism between Achievement y Enjoyment in ATI Studies," *Educational Psychologist* 17, n° 2 (1982): 92–101.

<sup>22</sup> Mayer, "Three-Strikes Rule"; y Richard E. Mayer, "Constructivism as a Theory of Learning versus Constructivism as a Prescription for Instruction," in *Constructivist Instruction: Success or Failure?* ed. Sigmund Tobias y Thomas M. Duffy (Nueva York: Taylor y Francis, 2009), 184–200.

<sup>23</sup> Véase Adriaan D. de Groot, *Thought and Choice in Chess* (The Hague, Netherlands: Mouton Publishers, 1965) (la obra original fue publicada en 1946); seguida de William G. Chase y Herbert A. Simon, "Perception in Chess," *Cognitive Psychology* 4, n° 1 (1973): 55–81; y Bruce D. Burns, "The Effects of Speed on Skilled Chess Performance," *Psychological Science* 15, n° 7 (2004): 442–447.

<sup>24</sup> Véase, por ejemplo, Dennis E. Egan y Barry J. Schwartz, "Chunking in Recall of Symbolic Drawings," *Memory y Cognition* 7, n° 2 (1979): 149–158; Robin Jeffries, Althea A. Turner, Peter G. Polson, y Michael E. Atwood, "The Processes Involved in Designing Software," in *Cognitive Skills y Their Acquisition*, ed. John R. Yerson (Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1981), 255–283; y John Sweller y Graham A. Cooper, "The Use of Worked Examples as a Substitute for Problem Solving in Learning Algebra," *Cognition y Instruction* 2, n° 1 (1985): 59–89.

<sup>25</sup> Lloyd Peterson y Margaret Jean Peterson, "Short-Term Retention of Individual Verbal Items," *Journal of Experimental Psychology: General* 58, n° 3 (1959): 193–198.

<sup>26</sup> George A. Miller, "The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information," *Psychological Review* 63, n° 2 (1956): 81–97.

<sup>27</sup> Véase, por ejemplo, Nelson Cowan, "The Magical Number 4 in Short-Term Memory: A Reconsideration of Mental Storage Capacity," *Behavioral and Brain Sciences* 24, n° 1 (2001): 87–114.

<sup>28</sup> Sweller, "Evolution of Human Cognitive Architecture"; y John Sweller, "Instructional Design Consequences of an Analogy between Evolution by Natural Selection and Human Cognitive Architecture," *Instructional Science* 32, n° 1–2 (2004): 9–31.

<sup>29</sup> Sweller y Cooper, "The Use of Worked Examples"; y Graham Cooper y John Sweller, "Effects of Schema Acquisition and Rule Automation on Mathematical Problem-Solving Transfer," *Journal of Educational Psychology* 79, n° 4 (1987): 347–362.

<sup>30</sup> William M. Carroll, "Using Worked Examples as an Instructional Support in the Algebra Classroom," *Journal of Educational Psychology* 86, n° 3 (1994): 360–367; Craig S. Miller, Jill Fain Lehman, y Kenneth R. Koedinger, "Goals y Learning in Microworlds," *Cognitive Science* 23, n° 3 (1999): 305–336; Fred Paas, "Training Strategies for Attaining Transfer of Problem-Solving Skill in Statistics: A Cognitive-Load Approach," *Journal of Educational Psychology* 84, n° 4 (1992): 429–434; Fred Paas y Jeroen J. G. van Merriënboer, "Variability of Worked Examples and Transfer of Geometrical Problem-Solving Skills: A Cognitive-Load Approach," *Journal of Educational Psychology* 86, n° 1 (1994): 122–133; Hitendra K. Pillay, "Cognitive Load and Mental Rotation: Structuring Orthographic Projection for Learning y Problem Solving," *Instructional Science* 22, n° 2 (1994): 91–113; Jill L. Quilici y Richard E. Mayer, "Role of Examples in How Students Learn to Categorize Statistics Word Problems," *Journal of Educational Psychology* 88, n° 1 (1996): 144–161; Ariane Rourke y John Sweller, "The Worked-Example Effect Using Ill-Defined Problems: Learning to Recognise Designers' Styles," *Learning and Instruction* 19, n° 2 (2009): 185–199; y J. Gregory Trafton y Brian J. Reiser, "The Contributions of Studying Examples and Solving Problems to Skill Acquisition," in *Proceedings of the Fifteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society* (Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1993), 1017–1022.

<sup>31</sup> John Sweller, Robert F. Mawer, y Walter Howe, "Consequences of History-Cued and Means-End Strategies in Problem Solving," *American Journal of Psychology* 95, n° 3 (1982): 455–483.

<sup>32</sup> Rohani A. Tarmizi y John Sweller, "Guidance during Mathematical Problem Solving," *Journal of Educational Psychology* 80, n° 4 (1988): 424–436; y Mark Ward y John Sweller, "Structuring Effective Worked Examples," *Cognition and Instruction* 7, n° 1 (1990): 1–39.

<sup>33</sup> Michelene T. H. Chi, Robert Glaser, y Ernest Rees, "Expertise in Problem Solving," en *Advances in the Psychology of Human Intelligence*, ed. Robert J. Sternberg, vol. 1 (Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1982), 7–75.

<sup>34</sup> Slava Kalyuga, Paul Chyler, Juhani Tuovinen, y John Sweller, "When Problem Solving Is Superior to Studying Worked Examples," *Journal of Educational Psychology* 93, n° 3 (2001): 579–588.

<sup>35</sup> Kalyuga y otros, "When Problem Solving Is Superior."

<sup>36</sup> Slava Kalyuga, Paul Ayres, Paul Chyler, y John Sweller, "Expertise Reversal Effect," *Educational Psychologist* 38, n° 1 (2003): 23.

<sup>37</sup> Bruner, "The Art of Discovery."