

# ¿Cuánto apoyo necesitan tus estudiantes? Andamiaje y carga cognitiva

Matías Rojas  
Magíster en psicología educacional  
Coordinador de contenidos Aptus



# ¿Qué conceptos aparecen en su mente cuando escuchan “aprendizaje autónomo”?

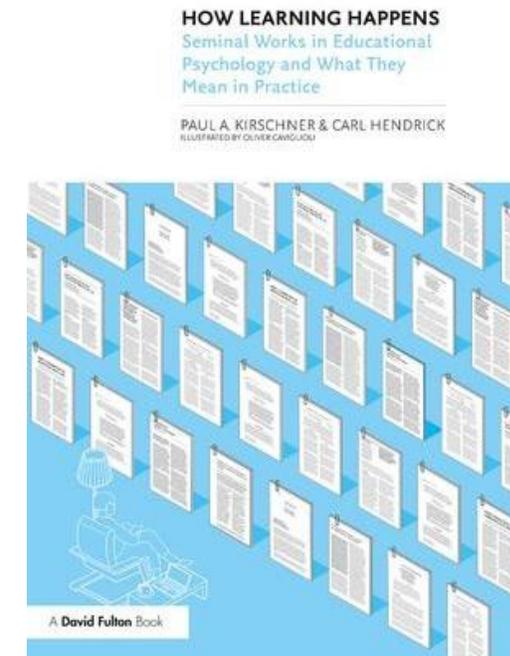
- Aprendizaje para toda la vida
- Aprendizaje autoregulado
- Metacognición
- Autoevaluación
- Habilidades del siglo XXI
- Autogestión
- Aprendizaje flexible
- Aprender a aprender

# —

## ¿Cuál es el problema? Una pequeña provocación...

---

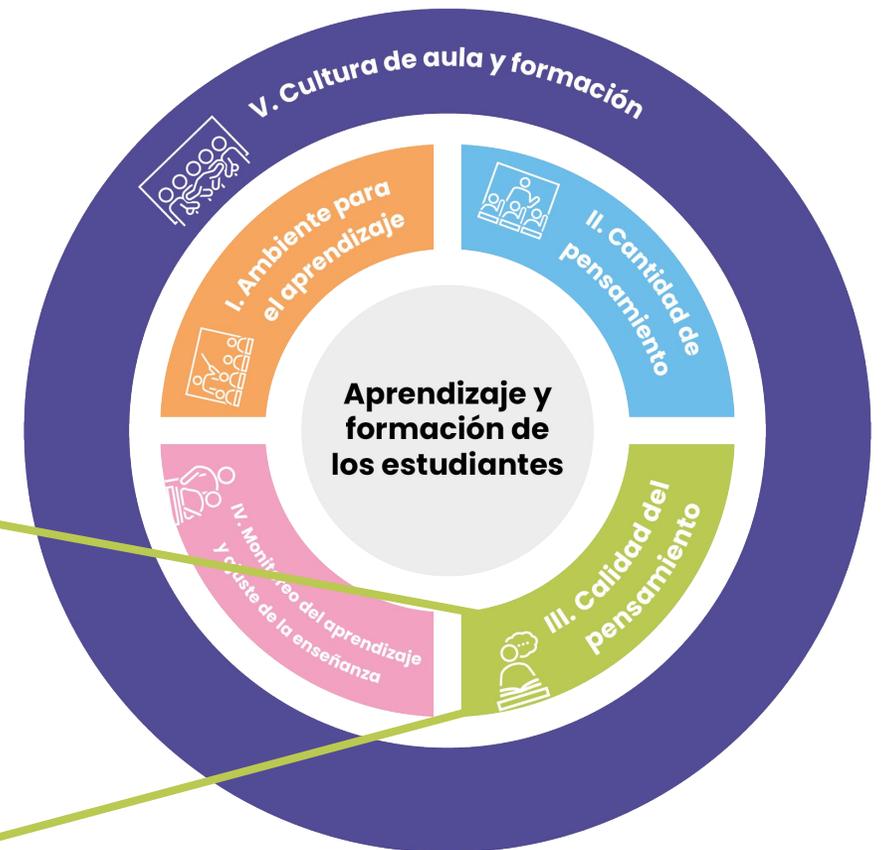
“El aprendizaje independiente no es una buena forma de llegar a ser un aprendiz independiente”  
(Kirschner y Hendrick, 2020, p. 66)



# Marco de escuelas efectivas

**Gradual: enseñanza explícita y traspaso gradual de la responsabilidad del trabajo cognitivo**

- **Asegurar y conectar recurrentemente con conocimientos previos**
- **Explicación del contenido nuevo**
- **Modelaje, demostraciones y ejercicios resueltos**
- **Práctica guiada**
- **Práctica independiente**
- **Adaptaciones para abordar necesidades de todos los estudiantes**



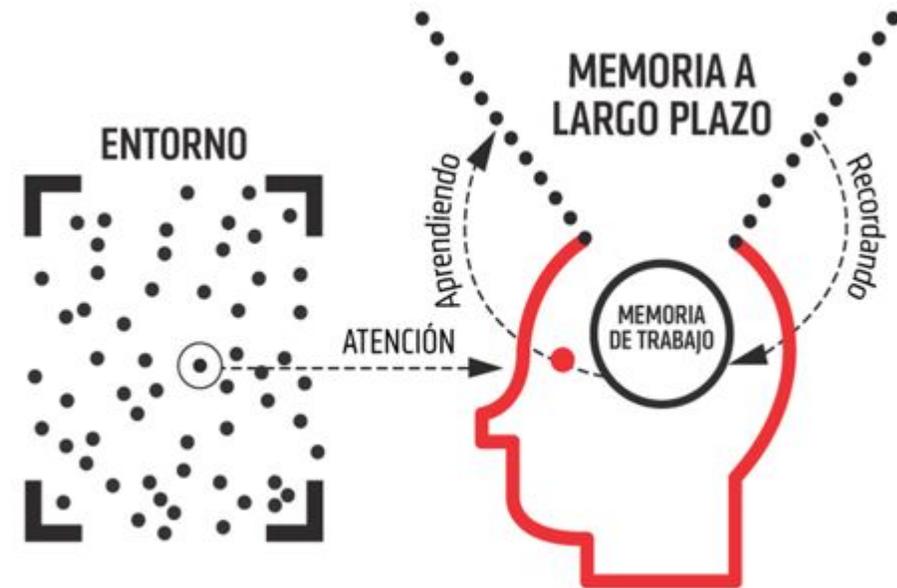
# 1. ¿Cómo aprenden las personas?

Diferencias “mentes principiantes” y “expertas”

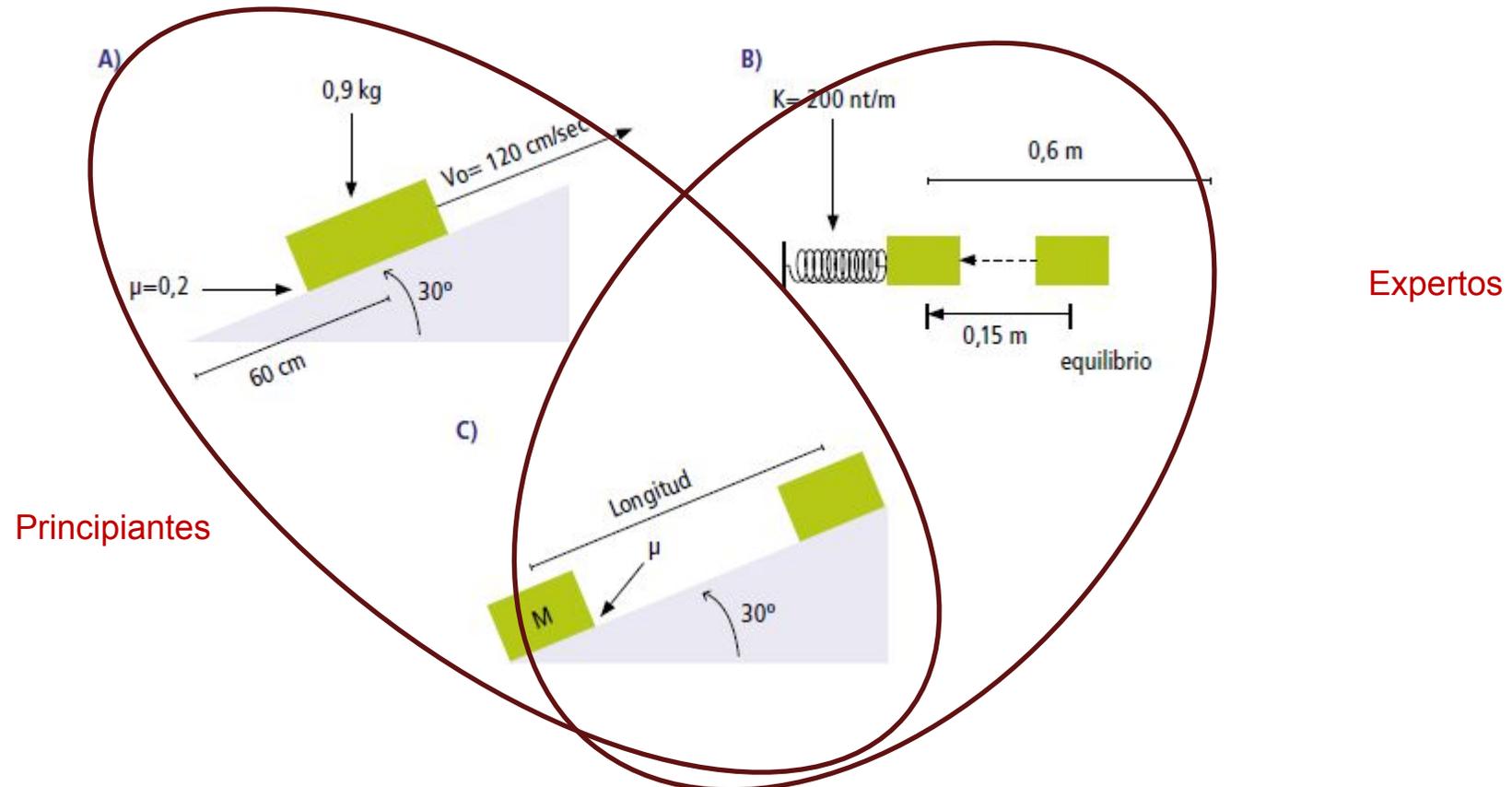


# Diferencias entre mentes principiantes y expertas

- Esquemas de conocimientos (memoria a largo plazo).
- Prevención de **sobrecarga cognitiva** (memoria de trabajo).
- Percepción de la **estructura/patrones de las tareas**.



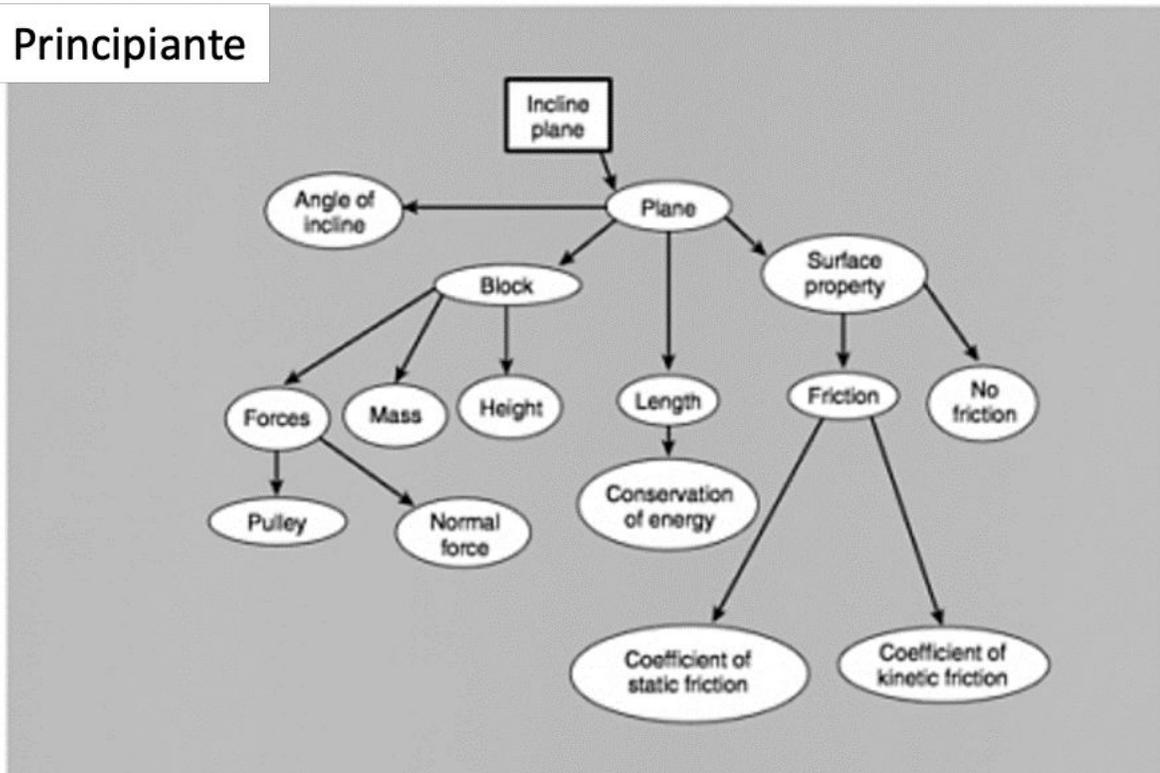
# Diferencias entre mentes principiantes y expertas: un experimento clásico



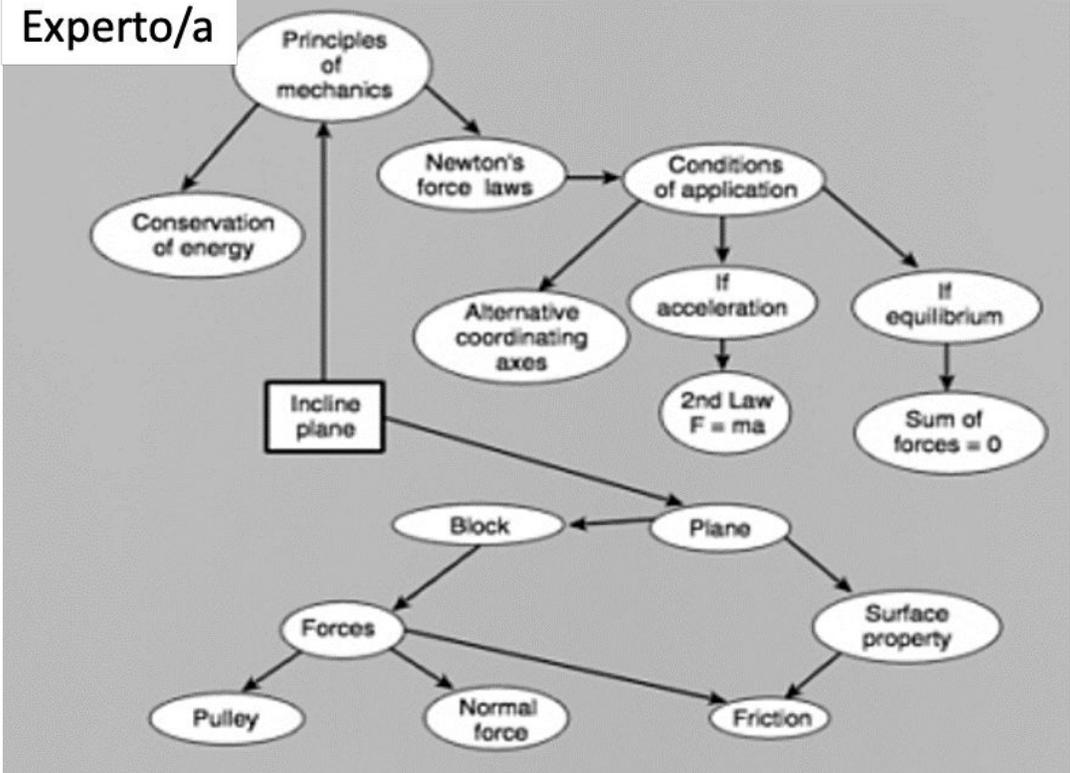
Elaborado por: Weinstein et al., (2023). Dando a conocer la ciencia del aprendizaje. En base al artículo seminal de Chi et al., 1981

# 1.2. ¿Qué podemos decir sobre los esquemas mentales de principiantes y expertos?

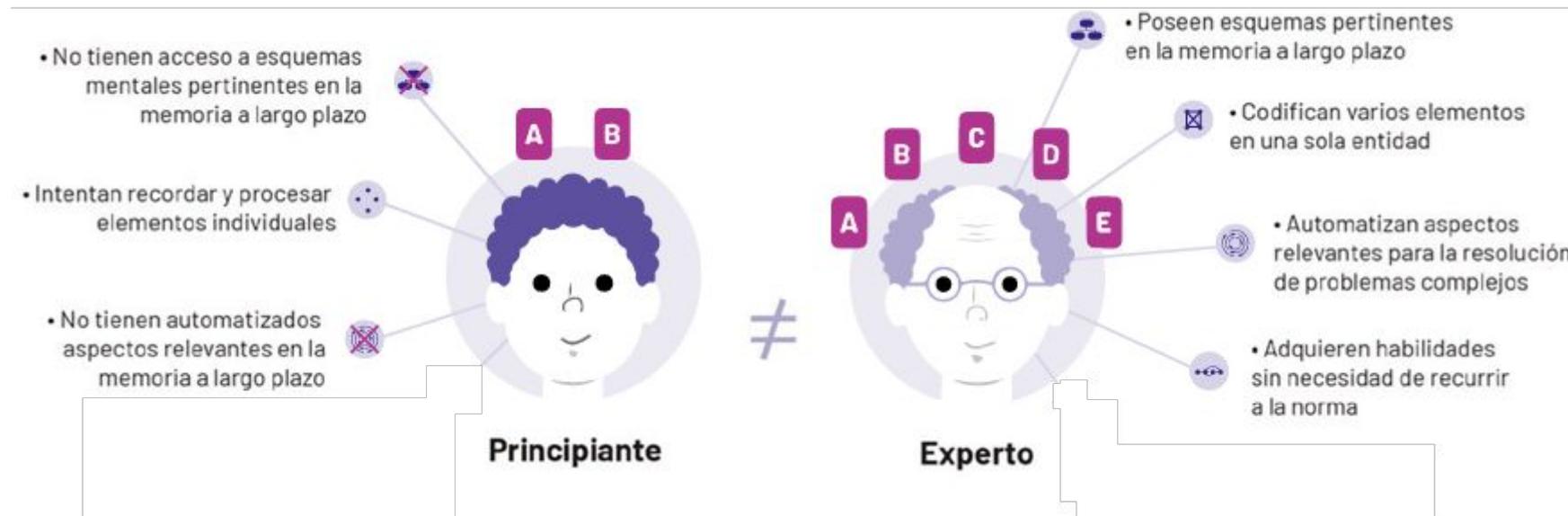
Principiante



Experto/a



# La/s **memoria/s** de las mentes principiantes y expertas en la enseñanza



Fuente: infografía elaborada por Aptus

# Redondeando las diferencias entre niveles de experticia

“Los expertos cuentan tanto con **mayor cantidad** de conocimiento como con **mayor calidad** de este, la **categorización de los problemas** les dará un comienzo ventajoso en comparación a los principiantes” (Kirschner y Hendrick, 2020, p. 6)

	<b>Aprendices principiantes</b>	<b>Aprendices con experticia</b>
<b>Esquemas de conocimientos</b>	Pocos conocimientos relevantes.	Cantidad y conexión entre conocimientos relevantes.
<b>Resolución de problemas</b>	Ensayo y error. Foco en características superficiales.	Eficiencia. Foco en principios.
<b>Transferencia</b>	Solo en tareas similares en apariencia.	Aplicación en tareas diferentes.
<b>Memoria de trabajo y carga cognitiva</b>	Sobrecarga cuando hay pocos apoyos	Apoyos innecesarios generan sobrecarga cognitiva

(Chi et al., 1981; Glaser, 1992; Clark et al., 2019; Sweller et al., 2020; Willingham, 2019).

# ¿Qué/cuánto apoyar a los estudiantes?

## Principio de la inversión de la experticia

Un experimento demostró que lectores nuevos de Shakespeare que contaron con ayudas tuvieron mejor desempeño que lectores más avanzados que, con las mismas ayudas, tuvieron confusión e interpretaciones equivocadas.

Oksa et al., 2010

## ¿Por qué?

**Carga cognitiva ajena/extrínseca**

# ¿Qué/cuánto apoyar a los estudiantes?

## Principio de la inversión de la experticia

- Los apoyos explícitos deben **reducirse gradualmente** a medida que los estudiantes avanzan.



## 2. Modelos de enseñanza que “respetan” la arquitectura cognitiva

Andamiaje/apoyos y gradualidad

# Reducción del andamiaje según la teoría de la carga cognitiva

Reducción gradual de los apoyos	Enseñanza directa o explícita	Teoría de la carga cognitiva
	Yo	<ul style="list-style-type: none"><li>• Problemas/ejemplos resueltos</li><li>• Modelos de autoexplicaciones</li></ul>
	Nosotros	<ul style="list-style-type: none"><li>• Problemas/ejemplos parcialmente resueltos</li><li>• Apoyos para autoexplicaciones y aprendizaje colaborativo</li></ul>
	Tú	<ul style="list-style-type: none"><li>• Problemas o ejercicios convencionales</li><li>• Aprendizaje colaborativo</li></ul>

# 3. Estrategias para graduar los apoyos

**3.1 Problemas resueltos**

3.2 Autoexplicaciones

3.3 Aprendizaje colaborativo

# 3.1 ¿Qué son los problemas resueltos?



## Estudio experimental de Sweller y Cooper (1985)

### Grupo control (“grupo de resolución de problemas convencional”)

1. Se presentan y explican **dos problemas resueltos** a los estudiantes.
2. Estudiantes resuelven **8 problemas** similares.
3. Estudiantes resuelven **6 problemas** similares.

### Grupo experimental (“grupo problemas resueltos”)

1. Se presentan y explican **dos problemas resueltos** a los estudiantes.
2. **2 de los 8** ejercicios son problemas resueltos. Estudiantes **resuelven los 6 problemas restantes** con los problemas resueltos disponibles.
3. Estudiantes resuelven **6 problemas** similares.

- **Menor tiempo de resolución.**
- **Menos errores matemáticos.**

# —

## 3.1 ¿Qué son los problemas resueltos?

---

Se ha estudiado en diversas disciplinas (por ej., Kyun, 2013):

- Resolución de problemas en literatura inglesa (estudiantes no nativos).

Estudiantes que respondieron preguntas sobre literatura inglesa en formato ensayo.

Estudiantes que respondieron mismas preguntas, pero con acceso a respuestas ejemplares.

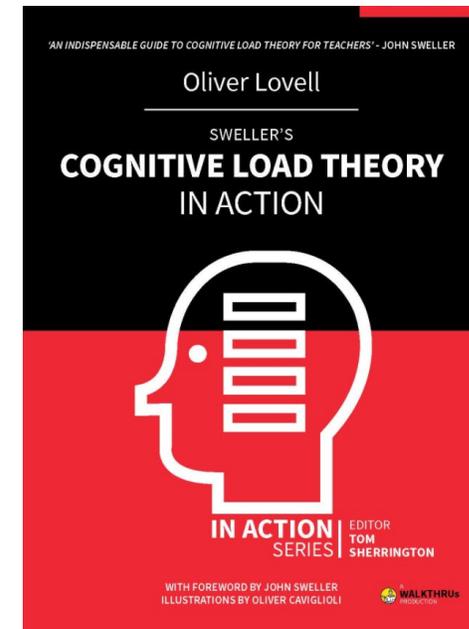
- Los estudiantes **con menos conocimientos previos** fueron los más beneficiados por los problemas resueltos.



# ¿Qué son entonces?

•“Los problemas/ejemplos resueltos son un **substituto de la lista convencional de problemas** que se les suele pedir a los estudiantes que resuelvan.” (Sweller, 2020 en Lovell, 2020).

“Refiere a la **práctica guiada** que los estudiantes realizan luego de una explicación inicial del docente” (Lovell, 2020, p. 106)



# Condiciones de efectividad de los problemas/ejemplos resueltos

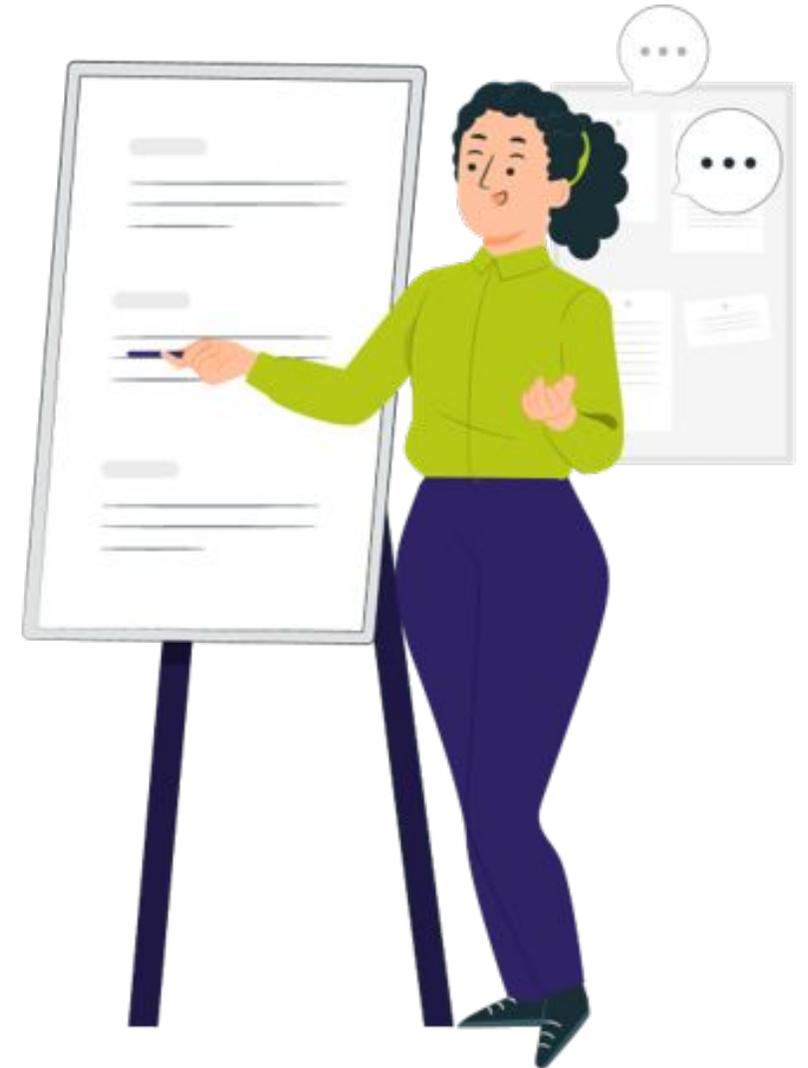
---

## 1. Alternación

Estudio problema/ejemplo resueltos + resolver un ejercicio “similar”.

## 2. Desvanecimiento

“Desvanecer” partes de los ejercicios resueltos gradualmente.



(Lovell, 2020)

# 1. Ejemplos de alternación

- Educación física/deporte.



Julius Yego (“Mr. Youtube”, primer keniano campeón mundial de jabalina)

Worked examples	Similar problem 1.
We are practising using the phrase <i>'...In contrast, ...'</i> 'In contrast' is used to show that the ideas presented before and after the 'in contrast' are opposites, or almost opposites.	Write a sentence using ' <i>... In contrast, ...</i> ' for each of the topics below.  <i>Don't forget this comma!</i>
Food example: <i>My favourite food is baked beans. In contrast, my brother hates them!</i>	Food example:
Film example: <i>Harry thinks that <i>The Matrix</i> is an excellent film. In contrast, I think it's boring.</i>	Film example:
Sport example: <i>I am very bad at soccer. In contrast, Faduma is amazing!</i>	Sport example:
Music example: <i>My Dad loves classical music. In contrast, my mum is a big fan of heavy metal.</i>	Music example:
Example from school subjects (harder):  <i>In English we indicate that we are asking a question by raising the pitch of our voice at the end of a sentence. In contrast, in Mandarin a question is indicated by saying 'ma' at the end of a sentence.</i>	Example from school subjects (harder):

Extraído de Lovell, O. (2020) Cognitive Load Theory in action

# 1. Ejemplos de alternación

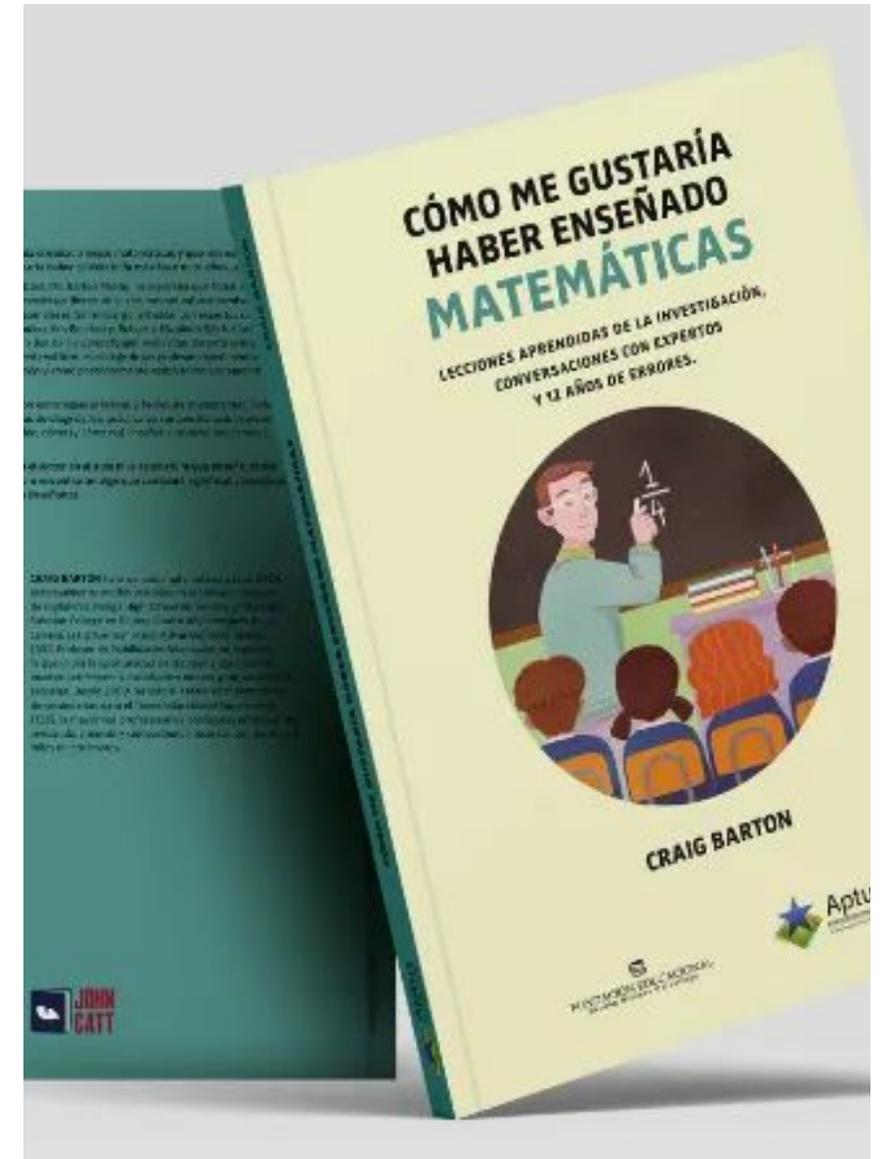
---

¡La alternación también sirve para las tareas de la casa!

Estudio de Ward y Sweller en Lovell, 2020

# La experiencia real del profesor de matemáticas Craig Barton

“Solía creer (...) que era importante lograr que los estudiantes practicara por su cuenta lo más rápido posible. (...) Sin embargo, lo que solía ocurrir es que, cuando ya había pasado cuatro o cinco problemas resueltos, y luego los ponía a trabajar solos, muchos no tenían idea de cómo comenzar siquiera la primera pregunta” (Barton, 2011).



# 1. Alternación: “duplas de problemas resueltos”.

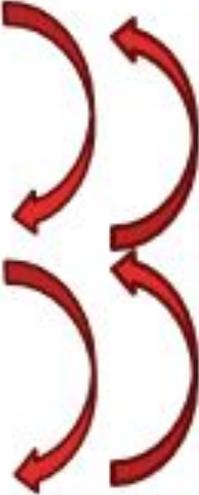
## ¿Cómo lo aplica Craig Barton?

<i>Problema Resuelto</i>	<i>Problema Propuesto</i>
Identificar el problema: Suma de fracciones. $\frac{3}{5} + \frac{1}{4} =$	Identificar el problema: $\frac{2}{3} + \frac{3}{7} =$
Debemos encontrar el MCM de los denominadores. $\begin{array}{r l} 5 & 4 & 5 \\ 1 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 20 \end{array}$	
Se amplifican las fracciones hasta tener el MCM como denominador. $\frac{3}{5} * \frac{4}{4} + \frac{1}{4} * \frac{5}{5} = \frac{12}{20} + \frac{5}{20}$	
Luego se suman los numeradores y se conserva el denominador. $\frac{12}{20} + \frac{5}{20} = \frac{17}{20}$	

Ejemplo de forma en que estructura una lección

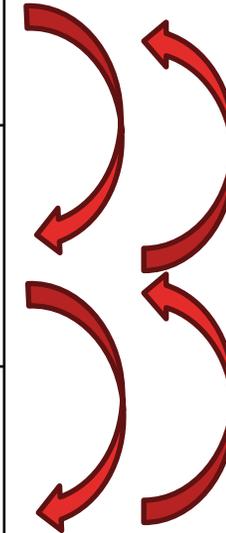
## ¿Cómo se articula la alternación con modelos de enseñanza explícita?

<b>“Momentos” instruccionales</b>	<b>Forma más común</b>	<b>Forma más efectiva</b>
<b>Yo hago</b>	Presentación y explicaciones de varios problemas resueltos	Presentación y explicación de problema resuelto
<b>Nosotros hacemos</b>	Resolución de problemas a completar con guía docente	Resolución de problema a completar o parcialmente resuelto (con problema resuelto disponible)
<b>Tú/ustedes hacen</b>	Resolución de problemas totalmente independiente	Resolución de problemas con práctica independiente guiada



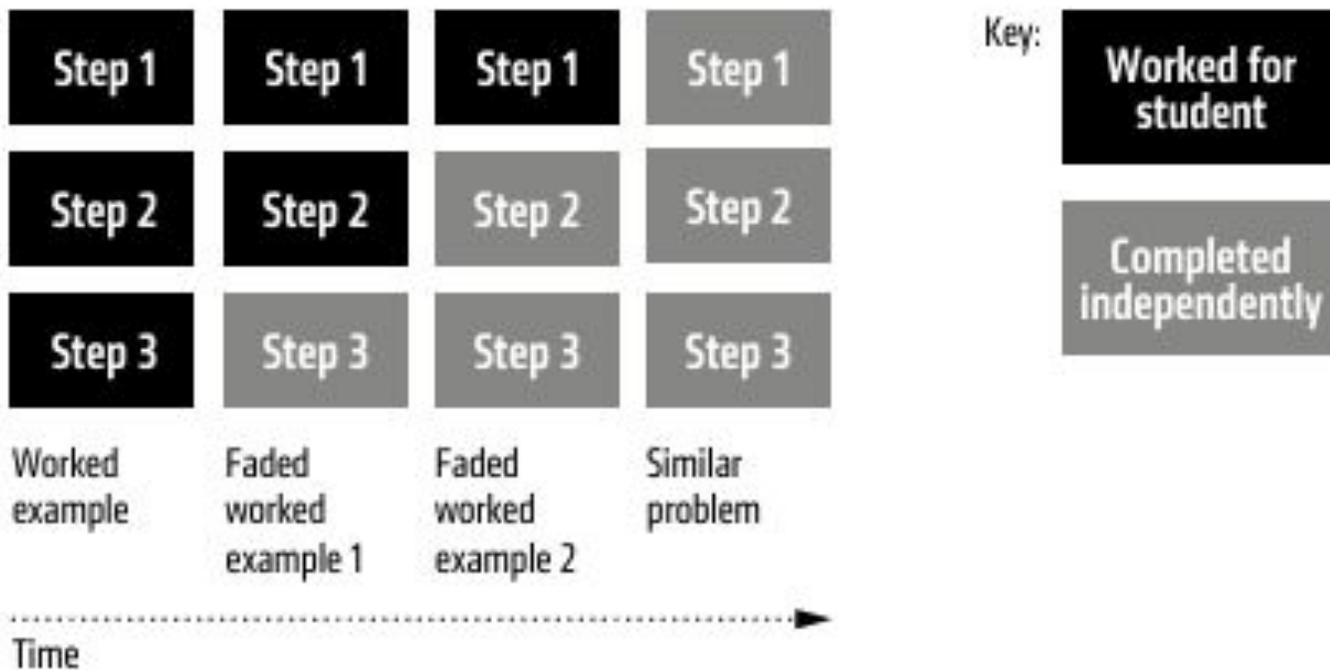
## ¿Cómo se articula la alternación con modelos de enseñanza explícita?

<b>“Momentos” instruccionales</b>	<b>Forma más común</b>	<b>Forma más efectiva</b>
<b>Yo hago</b>	Presentación y explicaciones de varios problemas resueltos	Presentación y explicación de problema resuelto
<b>Nosotros hacemos</b>	Resolución de problemas a completar con guía docente	Resolución de problema a completar o parcialmente resuelto (con problema resuelto disponible)
<b>Tú/ustedes hacen</b>	Resolución de problemas totalmente independiente	Resolución de problemas con práctica independiente guiada



# 1. Desvanecimiento

Faded worked examples, overview



# 1. Ejemplos de desvanecimiento

“Desvanecer” partes de los ejercicios resueltos gradualmente.

**Faded worked examples.**  
We are practising using the phrase,  
**'... In contrast, ...'**

'In contrast' is used to show that the ideas presented before and after the 'In contrast' are opposites, or almost opposites.

Example:  
My favourite food is baked beans. **In contrast**, my brother hates them!

Practice 1a:  
Harry thinks that *The Matrix* is an excellent film. **In contrast**, I think it's \_\_\_\_\_.

Practice 1b:  
I am very bad at soccer. **In contrast**, Faduma is \_\_\_\_\_!

Practice 1c:  
My Dad loves classical music. **In contrast**, my mum is a big fan of \_\_\_\_\_.

Practice 2a:  
My favourite food is baked beans. **In contrast**, \_\_\_\_\_.

Practice 2b:  
My best friend isn't very good at table tennis. **In contrast**, \_\_\_\_\_.

Practice 2c:  
I really like to listen to rap. **In contrast**, \_\_\_\_\_.

For parts 3, 4, and 5 remember to add this comma after the 'In contrast'.

Practice 3a:  
My favourite food is baked beans. **In contrast** \_\_\_\_\_.

Practice 3b:  
My best friend isn't very good at table tennis. **In contrast** \_\_\_\_\_.

Practice 3c:  
I really like to listen to rap. **In contrast** \_\_\_\_\_.

Practice 4a:  
My teacher likes to eat curry. \_\_\_\_\_.

Practice 4b:  
My teacher is a big fan of tennis. \_\_\_\_\_.

Practice 4c:  
My grandma likes to listen to jazz music. \_\_\_\_\_.

5a. Create your own food example:  
\_\_\_\_\_

5b. Create your own sport example:  
\_\_\_\_\_

5c. Create your own music example:  
\_\_\_\_\_

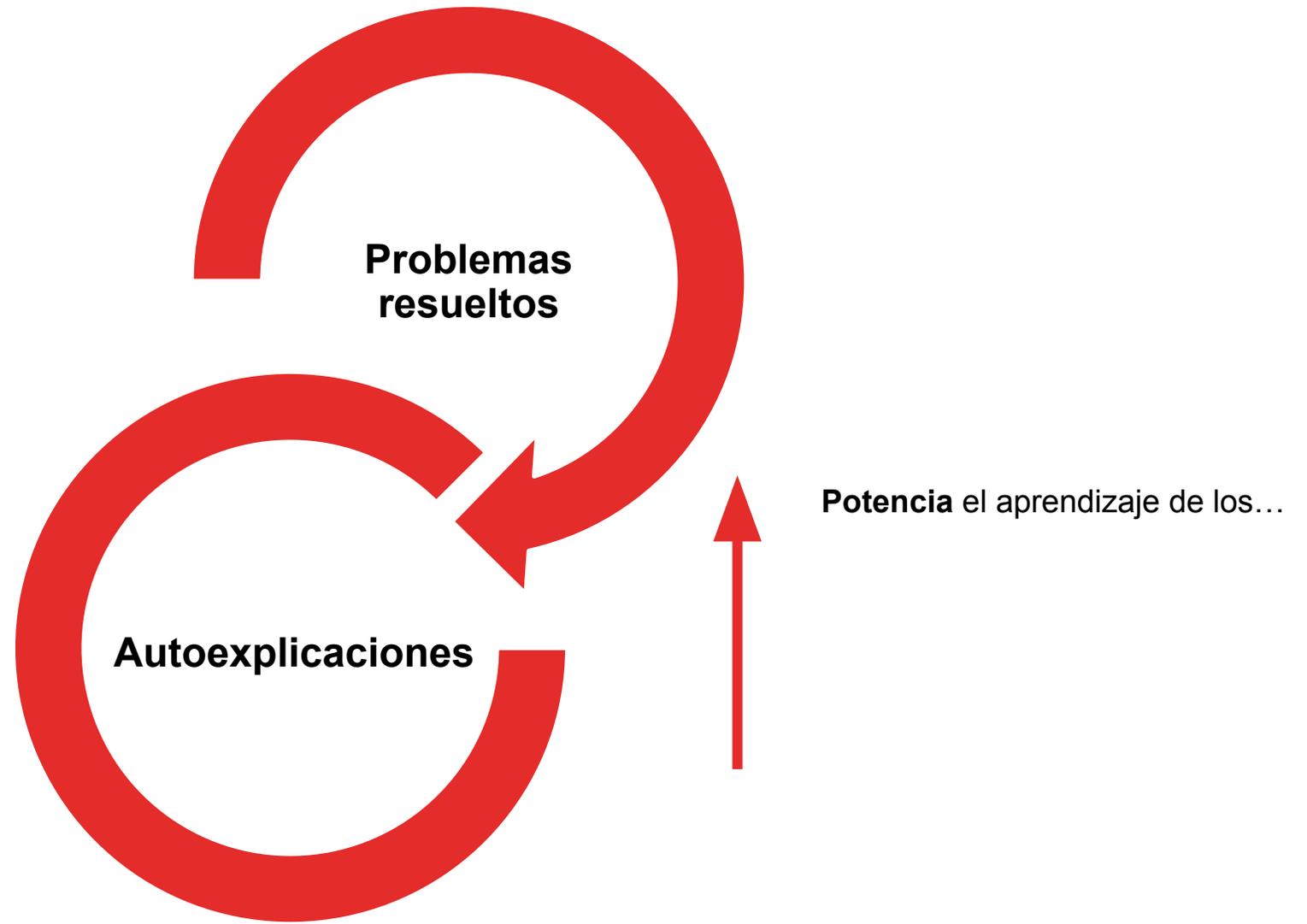
6. Create an example of your choice:  
\_\_\_\_\_

# 3. Estrategias para graduar los apoyos

3.1 Problemas resueltos

**3.2 Autoexplicaciones**

3.3 Aprendizaje colaborativo



## 3.2. Autoexplicaciones

---

- Dentro de las estrategias “promisorias” (Dunlosky et al., 2013).
- Promueve inferencias, metacognición y mejores esquemas de conocimiento (Chi, 2000).
- Ayuda a que piensen en la **estructura profunda** de los problemas (Renkl, 2002).

# —

## 3.2. Autoexplicaciones: el problema

---

- Los estudiantes **no son buenos** para hacer explicaciones espontáneamente.

Deben aprender a:

- Crear explicaciones con foco en los **principios**.

**Buena noticia: ¡se pueden incentivar!**



# 1

## 2.

# Autoexplicaciones

---

### Uso de enunciados de autoexplicaciones (*selfexplanations prompts*)

Problema resuelto	Reflexión	Tu turno
Haz que la ecuación esté en términos de $p$ $r - 2p = op + bt$		Haz que la ecuación esté en términos de $h$ $t - mh = 3h + 5t$
$t - 2p + 2p = op + bt + 2p$ $t = op + bt + 2p$	¿Por qué agregué $2p$ a los dos lados de la ecuación?	
$t - bt = op + bt + 2p - bt$ $t - bt = op + 2p$	¿Por qué resté esta vez en lugar de sumar?	
$t - bt = p(o + 2)$	¿Cómo supe factorizar?	

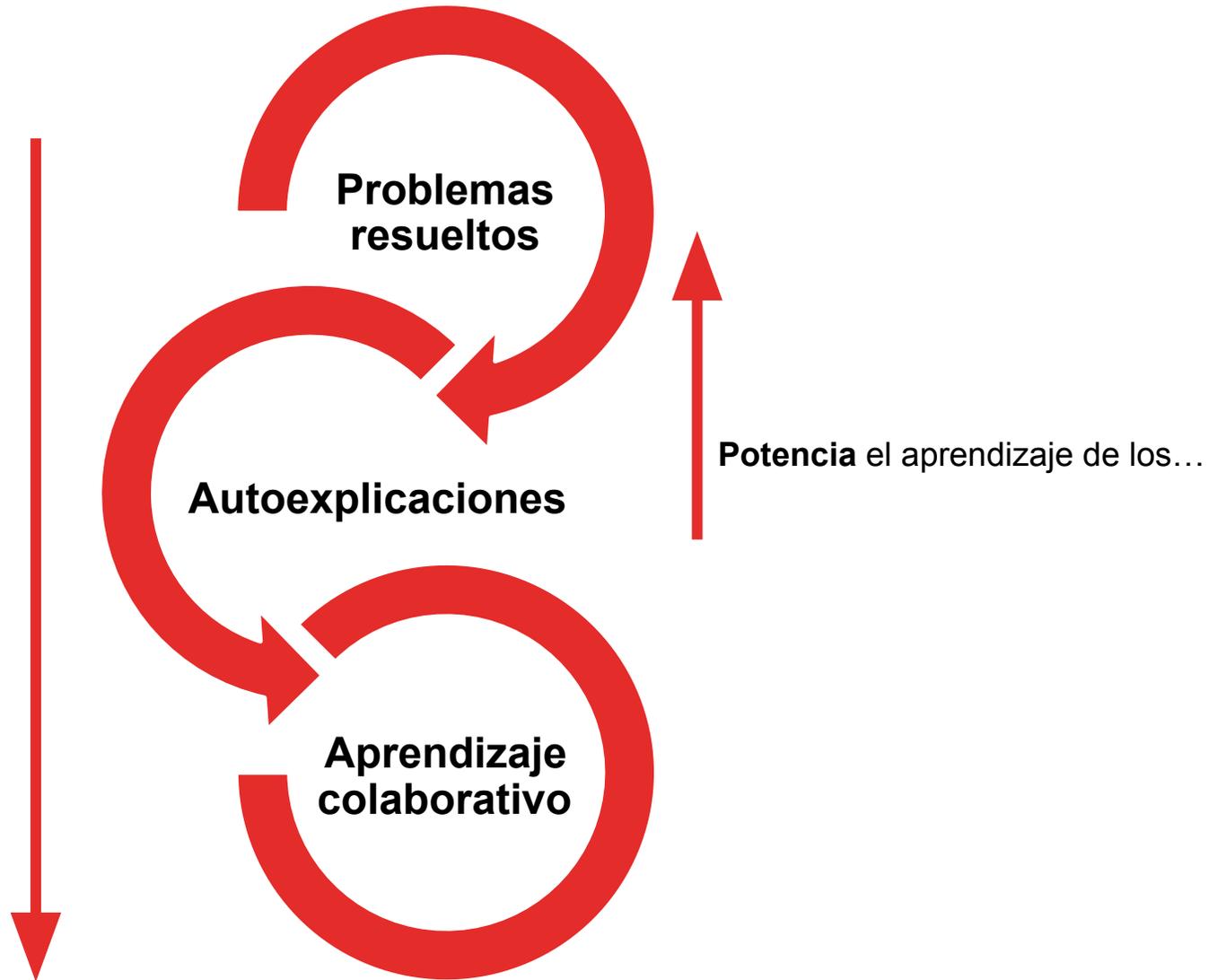
# 3. Estrategias para graduar los apoyos

3.1 Problemas resueltos

3.2 Autoexplicaciones

**3.3 Aprendizaje colaborativo**

¿Y qué pasa cuando deben trabajar de forma más autónoma en grupos?



# —

## 3.3. Aprendizaje colaborativo de problemas resueltos

---

- Algunos estudios plantean la superioridad del aprendizaje individual de **problemas resueltos** (Renkl, 2023).



El aprendizaje colaborativo puede dar mejores resultados cuando se trata de problemas más “complejos” (Retnowati et al., 2016).

¿Por qué?  
La carga cognitiva **se puede repartir** (Kirschner et al., 2018).

### *The Problem:*

Nina and Tom have drawn and measured parallelograms. In doing so, they noticed that opposing sides were always of equal length. Moreover, opposing angles were always of equal size.

**Tom:** “We measured so many parallelograms: We have drawn all kinds of quadrangles, and always we recognized that the opposing sides were of equal length and opposing angles were of equal size. I think, it has to be like this!”

**Nina:** “I think you are right, but I don’t know a reason. Maybe by chance, we have only drawn parallelograms for which the statement is correct? We cannot measure the angles and sides exactly. Perhaps they were only approximately of the same size.”

**Tom:** “So let’s try to prove our assumption like mathematicians would do!”

Tom and Nina try to prove the following mathematical proposition:

“In a parallelogram opposing sides are of equal length and opposing angles are commensurate!”  
In the following we have a look at how they solved the mathematical problem. Please read their solution ...” (Reiss et al., 2008, pp. 463-464)

# —

## 3.3. Aprendizaje colaborativo

---

“El efecto positivo de poder **compartir la carga cognitiva** dentro de un grupo podría verse anulado por los **costes de comunicación y coordinación** (es decir, la carga cognitiva causada por las actividades transactivas) entre los miembros del grupo”  
(Kirschner et al., 2018)

# —

## 3.3. Aprendizaje colaborativo

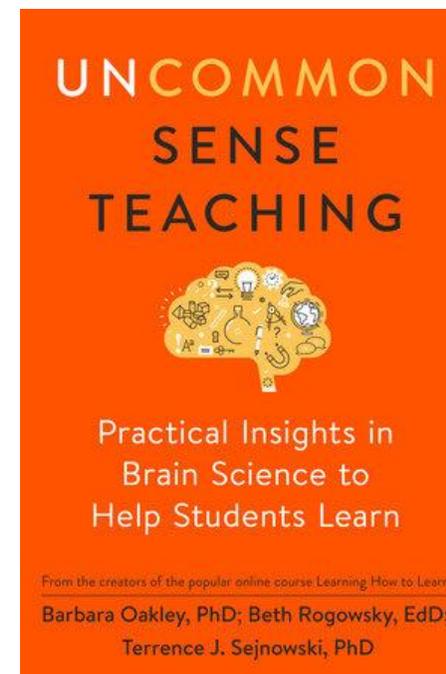
“Miembros que dificulten el funcionamiento del grupo pueden **aumentar el estrés** de otro estudiante en lugar de reducirlo” (Oakley, Rogowsky y Sejnowsky, p. 184)

### Algunas condiciones clave:

- Interdependencia positiva.
- Responsabilización individual.
- 

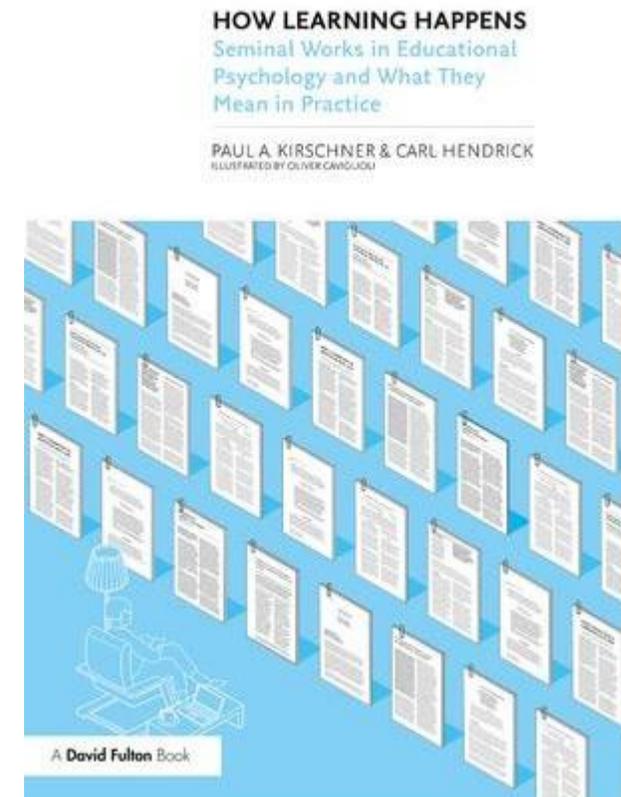
### Ideas prácticas:

Clínica de colaboración.  
Problemas resueltos sobre cómo colaborar en un campo específico.



Y ahora, ¿qué piensas de esta cita?

“El aprendizaje independiente no es una buena forma de llegar a ser un aprendiz independiente”  
(Kirschner y Hendrick, 2020, p. 66)



## Referencias bibliográficas

Renkl, A. (2002). Worked-out examples: instructional explanations support learning by self-explanations

Atkinson, R. K., Derry, S. J., Renkl, A., & Wortham, D. (2000). Learning from examples: Instructional principles from the worked examples research. *Review of Educational Research*, 70(2), 181–214. <https://doi.org/10.2307/1170661>

Suna Kyun , Slava Kalyuga & John Sweller (2013): The Effect of Worked Examples When Learning to Write Essays in English Literature, *The Journal of Experimental Education*, 81:3, 385-408

### **Documentos en español (traducidos por Aptus):**

Clark, R., Kirschner, P. & Sweller, J. (2012) Situando a los estudiantes en la senda del aprendizaje. *American Educator*.

Kirschner, Sweller y Clark, R. (2012). *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.* *Educational psychologist*, 41(2), 75-86.

Kirschner, P. (2018). *El aprendizaje por indagación no es la solución: un llamado a la enseñanza directa y explícita.* *ResearchED magazine*.