

Modelando las decisiones de un experto a través del aprendizaje basado en decisiones: aplicaciones de la teoría, a la práctica y a la tecnología

Modeling expertise through Decision-based Learning: Theory, practice, and technology applications

Christopher Cardenas

Brigham Young University. Provo, Utah, USA
cardena3@byu.edu

Richard West

Brigham Young University. Provo, Utah, USA
rickwest@byu.edu

Richard Swan

Brigham Young University. Provo, Utah, USA
richard_swan@byu.edu

Kenneth Plummer

Brigham Young University. Provo, Utah, USA
ken_Plummer@byu.edu

Resumen

En la educación universitaria, se contrata a los profesores generalmente por su habilidad de hacer investigaciones. La mayoría de los profesores han recibido una amplia formación en su especialización, pero no han recibido la capacitación adecuada para compartir su conocimiento con sus alumnos. Por lo tanto, se les hace difícil en dos maneras de enseñar y ayudar a sus alumnos a desarrollar una habilidad experta. En primer lugar, a menudo no saben cómo funciona su propio conocimiento intuitivo y, en segundo lugar, carecen de una estrategia pedagógica para enseñar a los alumnos su proceso de tomar decisiones como expertos. En este artículo, sintetizamos la literatura sobre estas dificultades para expertos. Luego, explicamos cómo el Aprendizaje Basado en Decisiones (ABD) usa el análisis de tareas cognitivas para ayudar a los expertos a que hagan explícito su conocimiento. Además, explicamos cómo ABD puede ser una solución pedagógica apropiada para muchos profesores universitarios. Para concluir, hemos proporcionado estudios de caso donde nosotros y otros hemos usado ABD y explicamos cómo la tecnología educativa puede apoyar la teoría y la práctica del aprendizaje basado en decisiones.

Palabras clave: Aprendizaje basado en decisiones, DBL, Tecnología educativa, Aprendizaje.

Abstract

In higher education, faculty are generally hired for their expertise in the field. They have received extensive training in the discipline but have received limited training in teaching. Thus, they struggle in two ways to teach and develop expertise in novices: First, they are often blind to how their own intuitive expertise functions, and second, they lack a pedagogical strategy to teach their intuitive expert decision-making to students. In this paper, we synthesize the literature on these difficulties for experts. We then discuss how DBL uses cognitive task analysis to help experts make their knowledge explicit and how DBL may be an appropriate pedagogical solution for many university professors. Finally, we provide case studies of DBL in action and discuss how educational technology can support the theory and practice of Decision-based Learning.

Keywords: Decision-based Learning, DBL, Educational Technology, Learning

Introducción

Los alumnos asisten a la universidad, en parte, para adquirir conocimientos y habilidades para sus futuras carreras. Con suerte, su experiencia universitaria les proporciona la base necesaria para desempeñarse bien en el lugar de trabajo. Los profesores universitarios sirven como un recurso principal para ayudar a desarrollar esta habilidad experta en sus alumnos (Elvira, Imants, Dankbaar y Segers, 2017). Sin embargo, en la educación superior se contrata a los profesores generalmente por su habilidad de hacer investigaciones y publicar los resultados. Según Persellin y Goodrick (2010), generalmente se ha asumido que “cualquier doctor puede enseñar” (p. 1, citando a McGee y Caplow, 1965). Contrariamente a esa suposición, algunas investigaciones ha demostrado que los expertos a menudo tienen dificultades para enseñar e impartir su experiencia a los alumnos (Bransford, Brown, Cocking y Center, 2000; Catrambone, 2011; Endsley, 2018; Feldon, Timmerman, Stowe y Showman, 2010 ; Gordon y Guo, 2015; Nathan y Petrosino, 2003). En otras palabras, la habilidad de actuar con destreza dentro de una disciplina de estudio no significa que uno tiene la habilidad de enseñar esa misma disciplina. Shulman (1987) se refirió a este fenómeno como la diferencia entre el *conocimiento del contenido* y el *conocimiento pedagógico*.

Desafortunadamente, la mayoría de los profesores han recibido una formación pedagógica limitada (Chang, Lin y Song, 2011; Dath & Iobst, 2010; Gilmore, Maher, Feldon y Timmerman, 2014). Persellin y Goodrick (2010) observaron: “Los profesores pueden tener una buena comprensión del conocimiento del contenido, pero muchos no tienen las habilidades y los conocimientos necesarios para enseñar eficazmente” (p. 1). En otras palabras, la falta de conocimiento pedagógico puede ser un factor que contribuya a la dificultad de los profesores para transmitir su conocimiento experto a los alumnos (Goertz, 2013).

Además, otros investigadores también han identificado un problema que tiene que ver con el conocimiento del contenido. En este caso, no es la falta de conocimiento del contenido, sino que el conocimiento de los expertos se ha vuelto tan automático que los expertos se han vuelto inconscientes de la complejidad de su proceso de pensamiento (Bransford et al., 2000; Endsley, 2018; Nathan, Koedinger, & Alibali, 2001). Por lo tanto, no reconocen la necesidad de expresar claramente este conocimiento a los alumnos (Feldon et al., 2010; Koh, Koedinger, Rosé y Feldon, 2015; Ostermann, Leuders y Nückles, 2018; Tofel-Grehl y Feldon, 2013). Este fenómeno se conoce como “el punto ciego del experto” (Catrambone, 2011; Foley y Donnellan, 2019; Gordon y Guo, 2015; Nathan et al., 2001; Nathan y Petrosino, 2003)

Estos resultados sugieren que los instructores necesitan (1) ayuda para comprender más explícitamente su propio conocimiento experto (que puede lograrse a través del diseño instruccional) y (2) un marco pedagógico para enseñar ese conocimiento a los alumnos.

En este artículo, describiremos la necesidad teórica y práctica de un diseño instruccional y una estrategia pedagógica que supere el punto ciego del experto. Haremos esto, en parte, resaltando un tipo de conocimiento llamado “conocimiento condicional.” Describiremos un método llamado Aprendizaje Basado en Decisiones (ABD) que aborda estos temas desde una perspectiva de diseño y también pedagógica. Explicaremos el papel de la tecnología que respalda ABD y resumiremos brevemente cinco estudios de casos de implementación de ABD. Concluiremos con las implicaciones y limitaciones de ABD, y con recomendaciones para la investigación y la práctica.

Factores que adversamente afectan el desempeño docente

La enseñanza excelente es un esfuerzo que tiene muchas dimensiones. Hay muchos factores que contribuyen al éxito o al fracaso de la enseñanza. En particular, la falta de

conocimiento pedagógico y el punto ciego del experto son dos de estos factores que tienen un impacto en la habilidad de un experto para transmitir su especialidad.

Falta de conocimiento pedagógico

Para los profesores, la enseñanza es a menudo su énfasis secundario detrás de su investigación. Y en algunos casos, es un énfasis secundario muy distante para ellos (Dath & Iobst, 2010; Goertz, 2013; Petrosino & Shekhar, 2018; Shulman, 2015). A pesar de ello, Petrosino y Shekhar (2018) indicaron que “es importante que los maestros posean tanto el conocimiento del contenido como la capacidad de enseñar contenido de manera efectiva a los alumnos novatos” (p. 98). Sin embargo, los expertos en contenido a menudo carecen de conocimiento sobre estrategias pedagógicas (conocimiento pedagógico) y de cómo utilizarlas para enseñar su contenido (conocimiento del contenido pedagógico) (Gilmore et al., 2014; Shulman, 1987, 2015).

Por ejemplo, Meyer (2018) entrevistó a 16 profesores de secundaria que estaban implementando una nueva estrategia de enseñanza que incluía tomar decisiones en condiciones desconocidas y evaluar metacognitivamente sus procesos de pensamiento. Meyer descubrió que "los maestros creen que brindan a sus alumnos oportunidades para practicar pasos de procedimiento claros y observables para tomar una decisión, pero no son particularmente fuertes para apoyar el pensamiento de los alumnos sobre sus procesos intelectuales internos" (p. 8). Este resultado enfatiza la necesidad de que los maestros no solo tomen conciencia del proceso interno de toma de decisiones en el que participan, sino también de las estrategias necesarias para que ese proceso interno sea transparente y fácil de aprender para sus alumnos.

La solución práctica obvia a este problema sería la formación en pedagogía. De hecho, en las últimas décadas, las instituciones de educación superior han reconocido esta necesidad y han formado centros de apoyo al profesorado para brindar formación pedagógica.

De hecho, los profesores necesitan capacitación pedagógica; sin embargo, a pesar de estos esfuerzos en los campus universitarios, todavía no vemos diferencias dramáticas en las habilidades de los alumnos. Una razón puede ser que una parte significativa del conocimiento del contenido de un experto permanece oculta, no solo para los alumnos sino también para los propios expertos, haciendo difícil que puedan enseñar lo que ellos hacen automatizadamente. Explicaremos este fenómeno en la sección que sigue.

Automaticidad del pensamiento o el punto ciego del experto

Los expertos han acumulado una gran cantidad de conocimientos en su área de especialización (Gobet, 2005; Gobet & Charness, 2018). Además, este conocimiento se ha vuelto tan practicado que las decisiones a menudo se pueden tomar intuitivamente. La automaticidad ocurre cuando pensamientos, acciones o comportamientos complejos se agregan e integran en una sola unidad y se invocan con poco o ningún pensamiento o esfuerzo consciente (Endsley, 2018; Ericsson, 2018b; Gobet & Charness, 2018; Swan, 2008; Swan, Plummer Y West, 2020).

Por ejemplo, el jugador de tenis no visualiza un "saque de tenis" como una serie de movimientos discretos, sino como una única acción fluida. Si bien esta automaticidad es necesaria y un sello distintivo de la experiencia, esta tiene una desventaja: los expertos tal vez no pueden ser capaces de explicar cómo activan y usan su conocimiento experto, un fenómeno conocido como el "punto ciego del experto" (Catrambone, 2011; Feldon et al. al., 2010; Nathan et al., 2001; Petrosino y Shekhar, 2018; Tofel-Grehl y Feldon, 2013). Considere este ejemplo de la vida real: la facultad de ingeniería enseñó a los alumnos el procedimiento de modelar un problema para dar como resultado un sistema de ecuaciones a resolver. Los alumnos pudieron llegar hasta este punto con éxito. Sin embargo, los profesores notaron que muchos alumnos les costó mucho decidir cuál de las ecuaciones debían resolver. Comentaron: "Aquí es donde es simplemente intuitivo; o lo sabes o no lo sabes." Sin embargo, con tiempo y esfuerzo consciente, se dieron cuenta de que ellos inmediatamente reconocieron qué ecuación tenía solo una variable para resolver. Hasta ese momento, desconocían su propio proceso de pensamiento y nunca habían comunicado esta señal condicional a los alumnos. Con este punto ciego revelado, la solución fue simple.

El ejemplo anterior no parece aislado ni único. Según Yuan, Wang, Kushniruk y Peng (2017):

Resolver un problema del mundo real a menudo implica un proceso sofisticado de comprender el problema, vincular el conocimiento abstracto con la información del problema y aplicar métodos y estrategias relevantes para resolver el problema. El aprendizaje en tales contextos puede generar una gran carga cognitiva para los alumnos que los instructores o los expertos a menudo subestiman, ya que para ellos muchos de los

procesos necesarios se han vuelto en gran medida automáticos o subconscientes con la experiencia. (pág.233).

De hecho, según un meta análisis de Tofel-Grehl y Feldon (2013), múltiples estudios muestran que, al enseñar a los alumnos, los expertos a menudo omiten entre el 40 y el 70% de lo que ellos mismos hacen. Por lo tanto, los profesores universitarios, a pesar de tener conocimiento del contenido, pueden tener dificultades para representar ese conocimiento de manera precisa y completa a los alumnos (Feldon, 2010; Foley & Donnellan, 2019; Hoffman, 1998, 2016; Huang, 2018; Singer & Smith, 2013 ; Swan et al., 2020; Tofel-Grehl y Feldon, 2013).

Swan y col. (2020) afirmaron que lo que está oscurecido en el punto ciego del experto es un tipo de conocimiento llamado *conocimiento condicional*. El conocimiento condicional generalmente se agrupa con el conocimiento procedimental y conceptual que son más familiares. Describiremos brevemente el conocimiento procedimental, condicional y conceptual, y explicaremos el papel del conocimiento condicional en el desempeño y la enseñanza de los expertos.

Clases de conocimiento.

El conocimiento se puede caracterizar de diferentes formas. Una forma que es relevante para esta discusión es que los expertos han adquirido conocimientos procedimentales, condicionales y conceptuales (Anderson et al., 2001; Bransford et al., 2000; Plummer, Swan y Lush, 2017; Sansom, Suh y Plummer , 2019; Swan et al., 2020)

Conocimiento procedimental. El conocimiento procedimental es el conocimiento de “cómo hacer” algo (Bransford et al., 2000; Sugiharto, Corebima, Susilo, & Ibrohim, 2018; Swan et al., 2020). (p. 52). Según Anderson et al. (2001), “El conocimiento procedimental a menudo toma la forma de una serie o secuencia de pasos a seguir” (p. 52). También puede tomar la forma de pautas o heurísticas (Dreyfus & Dreyfus, 2005, 2008; Swan et al., 2020). En resumen, el conocimiento procedimental describe cómo realizar las tareas físicas y mentales en una disciplina de estudio.

Conocimiento condicional. El conocimiento condicional es el conocimiento de "cuándo" o "bajo qué condiciones"; consiste en reconocer las condiciones bajo las cuales se aplican determinados conceptos y procedimientos (Bransford et al., 2000; Oluwatayo, Ezema, & Opoko,

2017; Vasyukova, 2012). Cuando uno usa su conocimiento condicional, regula y dirige su conocimiento conceptual y procedimental. Amolloh, Lilian y Wanjiru (2018) afirmaron que el conocimiento condicional ayuda al pensamiento crítico y a la resolución de problemas a un nivel superior.

Conocimiento conceptual. El conocimiento conceptual puede describirse como el conocimiento de los conceptos, teorías y modelos de una disciplina de estudio (Anderson et al., 2001; Bransford et al., 2000; Swan et al., 2020). El conocimiento conceptual también se ha denominado conocimiento declarativo (Sugiharto et al., 2018; Tofel-Grehl & Feldon, 2013); aunque Anderson et al. (2001) argumentaron que se prefiere el término conocimiento conceptual cuando se hace referencia a ideas, teorías, modelos, etc. más amplios, mientras que el conocimiento declarativo debe referirse a "elementos de contenido discretos y aislados (es decir, términos y hechos)" (p. 41). El conocimiento conceptual, desarrolla una base de comprensión teórica dentro de una disciplina que ayuda a los alumnos a comprender una amplia gama de problemas (Alamäki, 2018; Barrotta & Montuschi, 2018; Greca & Moreira, 2000). Por ejemplo, un arquitecto sabe qué buscar en un diseño de alta calidad porque conoce los conceptos rectores de lo que debe buscar, como la estabilidad de los materiales, la resistencia fundamental y los patrones de deterioración.

El rol del conocimiento condicional de una persona experta

Bransford y col. (2000) enfatizaron que una de las cosas que distingue a los expertos es que su conocimiento está condicionado (ver también Renkl y Mandl, 1996; Swan et al., 2020; Whitehead, 1929). No solo tienen conocimiento de conceptos y procedimientos, sino que también comprenden las condiciones bajo las cuales aplicar ese conocimiento (Amolloh et al., 2018; Elvira et al., 2017; Lorch, Lorch y Klusewitz, 1993). Como dicen Barrotta y Montuschi (2018), los expertos tienen "conocimiento de las circunstancias específicas relevantes a las que se aplica [la teoría]" (p. 390). Los expertos son versados en la toma de decisiones en situaciones novedosas, porque reconocen los patrones condicionales y pueden concentrarse en estrategias productivas (Elvira et al., 2017; Ivarsson, 2017; Johnson, 2005; Oluwatayo et al., 2017). Mientras que los novatos están nadando en un mar de características superficiales, los expertos se centran en las condiciones que son importantes y esenciales de una tarea (Le Maistre, 1998; Swan et al., 2020; Van de Wiel, 2017).

El rol del conocimiento condicional en el aprendizaje.

Ya en 1929, Whitehead argumentó que el conocimiento es "inerte" a menos haya sido "condicionalizado" (ver también Bransford et al., 2000; Swan et al., 2020). Sin embargo, la mayor parte de la instrucción en la educación superior se centra en el conocimiento conceptual con un grado de conocimiento procedimental (Bransford et al., 2000; Hovious, 2016; Swan et al., 2020). Walsh y Kotzee (2010) concluyeron que, "las universidades han enseñado mucho conocimiento [conceptual] y algunos conocimientos procedimentales, pero los alumnos han tenido que desarrollar el conocimiento condicional, que es necesario para lograr un conocimiento completamente funcional, por sí mismos después de graduarse" (p. 40, citando a Biggs (2003), énfasis agregado).

Por lo tanto, lo que parece perderse en el punto ciego del experto, y por lo tanto quedar fuera de la instrucción, es el conocimiento condicional (Swan et al., 2020). Sin embargo, cuando el conocimiento condicional se hace explícito, las habilidades de los alumnos mejoran. Por ejemplo, Sansom et al. (2019) encontraron que un módulo de práctica centrado en el conocimiento condicional mejoró significativamente la capacidad de los alumnos para razonar a través de problemas de entalpía y calor. El desempeño superior de los futuros profesores de biología se atribuyó a la presencia de conocimiento condicional por Sugiharto et al. (2018). Los investigadores Van De Kamp, Admiraal y Rijlaarsdam (2016) descubrieron que el conocimiento condicional es un componente clave para ayudar a los alumnos de arte de la escuela secundaria a intercambiar ideas más fácilmente y generar ideas más originales. De hecho, existe un creciente cuerpo de investigación que destaca la importancia del conocimiento condicional (Endsley, 2018; Fadde, 2009; Garikano, Garmendia, Manso y Solaberrieta, 2019; Raymond, 2019; Schmidmaier et al., 2013).

En relación a la educación, Swan et al. (2020) propusieron un modelo en el que el conocimiento condicional es una condición previa necesaria para desarrollar una comprensión conceptual completa. Señalaron que la comprensión conceptual es necesaria para la experiencia adaptativa que esperamos que los alumnos logren eventualmente. Sin embargo, cuando los profesores omiten inadvertidamente el conocimiento condicional, es como si estuvieran tratando de saltarse un paso necesario del desarrollo. Ese paso ocurrirá antes de que se logre una

comprensión conceptual completa; sin embargo, los alumnos aprenderán esto por sí mismos después de graduarse, como afirman Walsh y Kotzee (2010). Por lo tanto, parecería lógico primero ayudar a los profesores a hacer explícito para sí mismos su conocimiento condicional y luego proporcionar una pedagogía que hiciera explícito dicho conocimiento a sus alumnos, esto mejoraría el aprendizaje de los alumnos y los prepararía mejor para sus carreras. De hecho, cuando el desempeño de los expertos se hace más explícito, se encuentran efectos de tamaño significativos en la mejora del conocimiento procedimental, del conocimiento declarativo [¿conceptual?], de la autoeficacia y de la velocidad de desempeño de los alumnos, (Tofel-Grehl y Feldon, 2013).

Si bien hay muchos modelos de aprendizaje activo o aprendizaje experiencial, los cuales expondrán a los alumnos a actividades en las que tácitamente podrían adquirir algún conocimiento condicional, no hemos encontrado un diseño instruccional o método de enseñanza que se enfoque específicamente en el conocimiento condicional. Por otro lado, el aprendizaje basado en decisiones (ABD), contiene ambos elementos porque es un proceso de diseño instruccional así como un método pedagógico que utiliza el conocimiento condicional como principio organizativo. Desarrollado en el 2013 por educadores de la Universidad Brigham Young, ABD ha sido implementado en estadística, matemáticas, redacción, estudios religiosos, psicología, química y actualmente se está desarrollando para cursos de contabilidad, biología y ciencias físicas. En las secciones que siguen, explicaremos el proceso de diseño de ABD y su implementación pedagógica. Además de esto, les resumiremos cinco ejemplos de implementación de ABD.

El aprendizaje basado en decisiones como método de diseño instruccional.

ABD se basa en la presencia de un marco estructurado y organizado en torno a los procesos de toma de decisiones de un experto. Estas decisiones dependen en gran medida de las condiciones presentes en cada situación. Por lo tanto, el conocimiento condicional que guía la toma de decisiones de los expertos es la columna vertebral de ABD. Esta estructura denominada Modelo de Decisión Experto (MDE), debe ser diseñada primero y luego se diseñan módulos de instrucción en torno a cada punto de decisión dentro del MDE. Luego, se crea un banco de problemas, casos

o escenarios que representan el rango de aplicación deseado. Así, para facilitar el proceso de diseño, se siguen estos pasos:

- Definir el propósito de un curso / unidad / modelo
- Diseñar un modelo de decisión experto
- Crear instrucción concisa e inmediata para cada punto de decisión
- Construir el banco de problemas con múltiples problemas / casos / escenarios
- Crear asignaciones intercaladas

Explicaremos cada uno de estos pasos por turno.

Definir un propósito del curso

La experiencia enseña que muchos instructores ingresan al aula con poco propósito de orientación que no sea el de "cubrir el material". El acto de definir un propósito claro en términos de habilidades de los estudiantes, es el primer paso para descubrir el punto ciego del experto. Este paso por sí solo tiene valor para el instructor, ya que puede articular mejor lo que está tratando de lograr. Siempre que sea posible, es mejor generar un propósito para todo el curso y dividir los elementos del propósito según sea necesario para las unidades del curso. En una nota teórica, este paso es un componente esencial del diseño en retrospectiva (ver Wiggins y McTighe, 2005).

Para definir el propósito de un curso, pedimos a los expertos docentes que visualicen, y realicen una lluvia de ideas en papel, cómo llegarán a ser los estudiantes exitosos al finalizar sus cursos. ¿Cómo sería el desempeño de un estudiante "experto"? Luego trabajamos con ellos para resumir esta visión en una sola oración. A continuación, dirigimos a los docentes a que dividan el propósito del curso en componentes que definen el alcance de lo que el curso contribuirá para lograr el propósito. Estos elementos se convierten en los resultados del aprendizaje del curso. A continuación se muestra un ejemplo de un curso de introducción a la estadística para estudiantes de posgrado:

Propósito del curso: Los estudiantes podrán producir por su cuenta una investigación cuantitativa creíble y evaluar la credibilidad de la investigación cuantitativa publicada en su campo.

No se espera que un solo curso pueda cumplir todas las facetas de un propósito de curso que valga la pena. En nuestro ejemplo, los siguientes resultados de aprendizaje ponen en práctica el propósito del curso en los componentes de producción y evaluación de investigaciones creíbles que este curso abordará.

Los resultados del aprendizaje:

- Los estudiantes podrán seleccionar / identificar el método estadístico apropiado basado en el escenario proporcionado
- Los estudiantes podrán configurar y ejecutar correctamente el método estadístico en software estadístico.
- Los estudiantes podrán interpretar los resultados estadísticos para audiencias académicas y no profesionales.
- Los estudiantes podrán evaluar el uso apropiado de métodos, resultados e interpretación de resultados en investigaciones publicadas.

Cubrir la teoría de la probabilidad, la teoría del muestreo, el error estándar, etc., junto con una colección de métodos estadísticos, no nos dice realmente lo que los estudiantes deberían poder hacer. Los resultados de aprendizaje bien definidos, proporcionan un objetivo de rendimiento que ayuda a determinar si un MDE será beneficioso y dónde.

El crear un modelo de decisión experto

La mayor parte del trabajo para hacer que el conocimiento condicional sea explícito y fácil de enseñar, ocurre en el paso de crear un MDE. Se puede decir que ABD utiliza una forma de análisis de tareas cognitivas (ATC, ver Feldon, 2010; Feldon et al., 2010; Tofel-Grehl & Feldon, 2013) para guiar al profesor a través de un proceso de pensar en voz alta. Este proceso evoca las decisiones que tomaría como experto al entender a fondo un escenario o problema representativo. La mayoría de esfuerzo de ATC se enfoca en el conocimiento de procedimientos (ver Koh et al., 2015; Tofel-Grehl & Feldon, 2013), ABD pone el énfasis principal en las decisiones de los expertos y las condiciones que informan esas decisiones. Apropiadamente, entonces, un MDE

representa el proceso de toma de decisiones de un experto como un conjunto coherente de vías de decisión. Cada camino de decisión conduce a una decisión final que refleja el logro de uno o más resultados de aprendizaje.

En consecuencia, el siguiente paso es determinar qué resultado o resultados dependen del conocimiento condicional y, por lo tanto, son candidatas para un MDE. Hemos descubierto que ABD es más adecuado para abordar los resultados del aprendizaje que están en las categorías de analizar o evaluar (utilizando la taxonomía revisada de Bloom). Un resultado de aprendizaje de análisis dirige a los estudiantes a clasificar, categorizar y / o desglosar un problema, producto, proceso o escenario en sus partes constituyentes para lograr un objetivo determinado (Anderson et al., 2001). En el ejemplo anterior, los estudiantes están analizando un escenario de investigación para clasificarlo según el método estadístico relevante.

La evaluación de los resultados del aprendizaje se centra en determinar el valor de algo en función de criterios internos o externos (Anderson et al., 2001). Los criterios de evaluación suelen depender mucho del conocimiento condicional: la presencia, ausencia, grado o calidad de una propiedad, característica o condición. En el anterior ejemplo de estadísticas, el último resultado de aprendizaje sobre la evaluación de la investigación publicada, utiliza el mismo conocimiento condicional para determinar si el método utilizado por los investigadores fue apropiado para la situación de la investigación. Este conocimiento condicional ya debería haberse aprendido; por lo tanto, no es necesario crear un MDE separado para el resultado del aprendizaje evaluativo.

Entonces, teniendo en mente un resultado de aprendizaje apropiado, el experto plantea un problema, caso o escenario representativo. Con orientación, el experto examina cuidadosamente su propio pensamiento, para así identificar las preguntas que ellos mismos harían al analizar o evaluar este ejemplo concreto y específico que ellos mismos eligieron. Los puntos de decisión se representan como preguntas con posibles opciones. La Figura 1 muestra un ejemplo de un primer punto de decisión en un MDE.

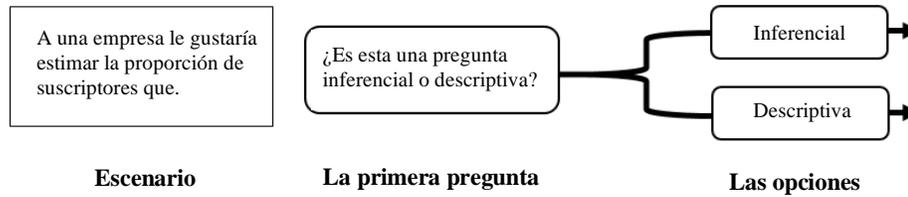
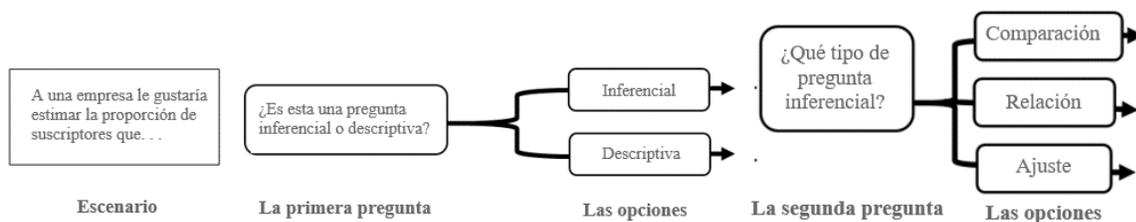


Figura 1. Primer punto de decisión en una ruta de decisión.

Tenga en cuenta que el ejemplo crea dos caminos posibles. El método más eficiente para crear un MDE es seguir un camino hasta su conclusión, en lugar de tratar de abordar todas las opciones a la vez. A medida que se vayan introduciendo otros tipos de problemas en el camino, estas otras opciones se desarrollarán.

Así, el experto / instructor identifica la opción correcta y las condiciones que la hacen correcta para el escenario dado. Luego identifican la siguiente decisión lógica para el escenario. En este ejemplo, si el escenario es inferencial, entonces la siguiente pregunta podría ser si el escenario pregunta sobre una comparación entre grupos, relación entre variables o bondad de ajuste (ver Figura 2). Este proceso de creación de preguntas y opciones continúa hasta que se llega a un punto final en el modelo de decisión. El punto final refleja el resultado del aprendizaje que se eligió. En este ejemplo, el punto final es seleccionar el método estadístico apropiado. A medida que se crean problemas más representativos y se llevan a través de este proceso, el MDE toma forma.



re 1.

Figura 2. Un camino dentro de un modelo de decisión. a decision path.

Como se mencionó anteriormente, el conocimiento condicional es fundamental. Sin embargo, la situación parece llegar a un punto en el que se han sentado las bases, y el conocimiento adicional conceptual y de procedimiento se basa en el conocimiento condicional ya adquirido. En

otras palabras, un MDE no es necesario para todas las unidades de un curso. Algunos resultados del aprendizaje dependen en gran medida del conocimiento condicional, mientras que otros se basan en el conocimiento condicional recién adquirido. En el ejemplo anterior de estadística, prácticamente todo el conocimiento condicional se enseña a medida que los estudiantes aprenden a seleccionar el método estadístico apropiado. Los otros tres resultados utilizan y construyen en esta base. Por lo tanto, no es necesario desarrollar un MDE para todos los resultados del aprendizaje.

Crear instrucción concisa e inmediata.

Con un MDE establecido, se asigna la instrucción a cada punto de decisión. De esta manera, la instrucción se proporcionará cuando sea necesario. También es importante enfocar la instrucción en lo que los alumnos realmente necesitan, o en que tengan la información suficiente para tomar una decisión. Parece que hay una tentación casi irresistible para todos los profesores (incluyéndonos a nosotros mismos) de enseñar a los estudiantes mucho más de lo que ellos necesitan; todo es importante, ¿no? Desafortunadamente, el resultado es una sobrecarga cognitiva (ver Sweller, 2011). El brindar instrucción concisa e inmediata disminuye la carga cognitiva y ayuda a los estudiantes a enfocarse en la información más importante en el momento que la necesitan. Los conceptos reaparecerán en otros momentos cuando otras facetas de estos mismos conceptos sean pertinentes de nuevo y se enseñen en ese momento.

En nuestro ejemplo de estadística, para tomar la primera decisión los estudiantes deben conocer la diferencia entre una muestra y una población. Necesitan saber que se usa *estadísticas inferenciales* cuando se va a *inferir* algo sobre una *población* basado en lo que está sucediendo con una *muestra*, y que se usa *estadísticas descriptivas* cuando se va a *describir* datos de una población entera. Luego, se les enseñan las señales condicionales que les ayudarán a identificar si el escenario de investigación trata con una muestra o con una población. Según este resultado, los alumnos pueden tomar su primera decisión.

Construir un banco de problemas

El adquirir experiencia requiere no solo práctica, sino práctica deliberada (Ericsson, 2006, 2018a). Una forma de práctica deliberada, es asegurarse de que cada camino de decisión tenga una

generosa cantidad de problemas o escenarios para proporcionar a los estudiantes suficiente práctica en cada rama del modelo de decisiones, y así lograr la habilidad deseada. El proceso de crear problemas no es difícil pero puede requerir mucho tiempo. Una forma de hacer este proceso más eficiente es usar el mismo escenario o problema y modificarlo de una manera que cubre todos los caminos del modelo de decisión. Esto también tiene un beneficio educativo. Cuando los estudiantes ven el mismo escenario o problema modificado y basado en diferentes condiciones, ellos comienzan a pensar como expertos y se enfocan en las condiciones sobresalientes en lugar de las características superficiales del escenario o problema.

Creación de asignaciones intercaladas

Uno de los desafíos a los que se enfrentan muchos estudiantes al procesar material nuevo, es un fenómeno conocido como interferencia (Underwood, 1957; Rieber y Salzinger, 1998). La interferencia ocurre cuando la información anteriormente aprendida interfiere con la adquisición de nueva información. Lo contrario también es posible, es decir que la nueva información reestructura el pensamiento de los estudiantes de una manera que interfiere con las concepciones correctas del material aprendido previamente. El intercalado se ha diseñado para disminuir la interferencia (Birnbaum, Kornell, Bjork y Bjork, 2013). Esencialmente, el entrelazado se logra cuando las tareas aprendidas previamente se combinan sistemáticamente con nuevas tareas. Por ejemplo, si los estudiantes practican la aplicación de conceptos en la semana 1 y conceptos en la semana 2, entonces la tarea de la semana 2 incluirá problemas prácticos de la semana 1 y de la semana 2. Esto continúa a lo largo de un semestre que culmina con tareas que se intercalan con conceptos de todo el curso.

Las asignaciones de ABD están intercaladas porque cada nueva asignación incluye problemas equivalentes a los de asignaciones anteriores. Esto hace que constantemente se mantengan toda la variedad de problemas del modelo de decisión frente a los estudiantes a medida que ellos avanzan en el curso, lo que hace posible que ocurra un reconocimiento significativo de patrones.

Estos constituyen los pasos básicos de diseño para crear una unidad o curso ABD. En la siguiente sección discutiremos la implementación de ABD como una pedagogía.

El aprendizaje basado en decisiones como estrategia pedagógica

ABD ubica el aprendizaje en escenarios realistas

El aprendizaje basado en decisiones comienza dentro del contexto de escenarios reales o realistas, aunque esta no es una característica distintiva de ABD. Otras metodologías constructivistas también sitúan el aprendizaje en contextos reales o realistas. Sin embargo, muchos de estos métodos todavía se centran en el conocimiento conceptual y dejan a un lado el conocimiento condicional que debe desarrollarse solo tácitamente (Prince, 2004; Prince & Felder, 2006, 2007; Walsh & Kotzee, 2010).

Como la mayoría de pedagogías constructivas, ABD presenta un escenario realista a los alumnos antes de recibir instrucción. Por lo general, los estudiantes no saben cómo resolverlo, por lo que reciben instrucción concisa e inmediata y aprenden a tomar las decisiones correctas para el escenario dado. De esta forma, la enseñanza toma lugar para cubrir una necesidad inmediatamente, en lugar de transmitir información de forma pasiva. Para usar nuestro ejemplo anterior, en lugar de que los estudiantes aprendan a través de conferencias y lecturas sobre procedimientos estadísticos, se les presenta un problema de investigación y se les hacen preguntas iniciales sobre qué tipo de pregunta de investigación es y los tipos de datos disponibles. Por ejemplo, si el estudiante no sabe, la diferencia entre una pregunta de investigación inferencial o descriptiva, entonces está disponible una instrucción concisa para que aprenda en ese momento.

Los estudiantes continúan llevando el escenario paso a paso a través de un camino de decisión. Los estudiantes aprenden en el contexto de la resolución de un problema concreto del mundo real, fomentando así el conocimiento condicional a medida que comprenden las condiciones de cuándo y por qué tomar varias decisiones. De esta forma, ellos aprenden relevantes conceptos, teorías, modelos y / o procedimientos necesarios para responder a cada pregunta con el fin de seleccionar la opción adecuada. En esencia, ABD operacionaliza esta afirmación de Gobet (2005): “las habilidades perceptivas, ancladas en ejemplos concretos, juegan un papel central en el desarrollo de un experto y luego el conocimiento conceptual se construye sobre tales habilidades perceptivas” (p. 193). Por consiguiente, la instrucción ABD se enfoca en desarrollar el reconocimiento de patrones condicionales que luego invocan conceptos y procedimientos relevantes.

Los elementos críticos de ABD como pedagogía incluyen:

- Condicionar el conocimiento con altas estrategias de andamiaje .
- Monitorear el progreso con moderadas estrategias de andamiaje
- Exigir responsabilidad sin estrategias de andamiaje.

Condicionar el conocimiento con altas estrategias andamiaje

Es generalmente aceptado que el aprendizaje mejora cuando se proporciona a los alumnos con un andamiaje adecuado (Collins, 2006). En general, parece que el andamiaje es un componente que se espera que el instructor agregue de manera adaptativa a un plan de lección estandar (Collins, 2006; Pentimonti et al., 2017). En contraste, el proceso de diseño de ABD, de identificar puntos de decisión y crear instrucción inmediata y necesaria, crea inherentemente instrucción con mucho andamiaje. Inicialmente, la enseñanza es altamente intensa en andamiaje , ya que guía a los estudiantes paso a paso a través de diferentes escenarios y les da tiempo para procesar cada decisión. En las interacciones con los estudiantes, el papel del instructor cambia, pasa de proporcionar instrucción y andamiaje a monitorear el progreso de los estudiantes a través del MDE, así el andamiaje desaparece poco a poco a medida que se desarrolla la automaticidad de los estudiantes. Este proceso funciona bien en una situación híbrida, en la que los estudiantes se preparan para la clase por su cuenta al abordar los problemas a través del modelo hasta que se sientan seguros de sus habilidades. Luego, el instructor puede usar el tiempo de la clase para medir su progreso en un entorno con estrategias de andamiaje moderados.

Monitorear el progreso con moderadas estrategias de andamiaje

Idealmente, antes de la clase los estudiantes practican en un entorno con altas estrategias de andamiaje. El instructor puede usar el tiempo de la clase para plantear escenarios y hacer que la clase los resuelva juntos. De esta manera, los compañeros de clase y el instructor se proporcionan un andamiaje moderado entre sí. Al trabajar juntos quedan reveladas las debilidades de los alumnos en la adquisición individual del esquema condicional, y al mismo tiempo se refuerza su comprensión. En estas interacciones, el instructor puede evaluar qué tan bien están progresando los estudiantes al buscar signos de automaticidad. Si los estudiantes están haciendo rápidamente

conexiones, ellos están desarrollando automaticidad. Si dudan o se toman demasiado tiempo para pensar las cosas, esto indica que se necesita más práctica.

Requerir responsabilidad sin estrategias de andamiaje

El MDE podría convertirse en una dependencia, a menos que los estudiantes sean responsabilizados de actuar sin requerir andamiaje. Esto generalmente puede tomar la forma de algún tipo de evaluación. La evaluación debe reflejar el desempeño de los estudiantes en lo que han estado practicando, cabe recalcar que no se permiten MDE u otro tipo de apoyo. Esto se puede hacer presentando a los estudiantes preguntas y/o contextos de investigación adicionales (usando nuestro ejemplo de estadísticas) y pedirles que nuevamente elijan los procedimientos estadísticos correctos pero esta vez sin el apoyo de un MDE que proporcione andamiaje. Los estudiantes que han realizado el trabajo con mayor frecuencia "superan la prueba". Los estudiantes que piensan que pueden arreglárselas con poca práctica, probablemente no pasarán la evaluación. No hay punto medio. Cuando los estudiantes se dan cuenta de este hecho, el problema de motivación desaparece. Sugerimos que las evaluaciones se realicen muy temprano y con frecuencia.

En nuestra experiencia, las preguntas cómo y cuándo proporcionar andamiaje han sido un poco vagas cuando se usan otras estrategias pedagógicas. ABD crea estrategias de andamiaje y su eliminación dentro del mismo proceso. Si bien es cierto que no se requiere tecnología para implementar ABD, la tecnología puede ser una gran facilitadora, especialmente en términos de proporcionar un entorno con altas estrategias de andamiaje. En consecuencia, analizaremos a continuación el papel de la tecnología como apoyo.

Apoyando la teoría y práctica de ABD con tecnología

Los conceptos básicos de ABD no requieren tecnología para su implementación. En la implementación original en 2013, los instructores utilizaron PowerPoint y hojas de trabajo. Otros instructores crearon versiones en papel incompletas de sus modelos e hicieron que los estudiantes trabajaran en grupos para completarlos. Estas hojas de trabajo completadas se usaron luego como un ejemplo o guía para su tarea y sus discusiones en clase.

Otro instructor utilizó un software común de mapas mentales para crear y visualizar modelos de decisión de expertos, para así enseñar métodos de investigación cualitativa y de

evaluación de programas (ver Figura 3, ver también West & Leary, 2019). Algunos instructores indicaron anecdóticamente, que el solo proceso de pensar a través de su conocimiento condicional cambió su instrucción y mejoró el aprendizaje de los estudiantes. Sin embargo, sin tecnología de apoyo, la barrera para la implementación completa de ABD es alta.

Recientemente, se desarrolló un software específico para apoyar ABD. El software facilita la creación de MDEs (consulte la Figura 3), colocando los problemas en un banco de problemas, adjuntando los problemas a las rutas de decisión y creando tareas para los estudiantes. El software se integra con sistemas de gestión del aprendizaje (SGA) que son compatibles con los estándares de interoperabilidad de tecnologías de aprendizaje (LTI por sus siglas en ingles).

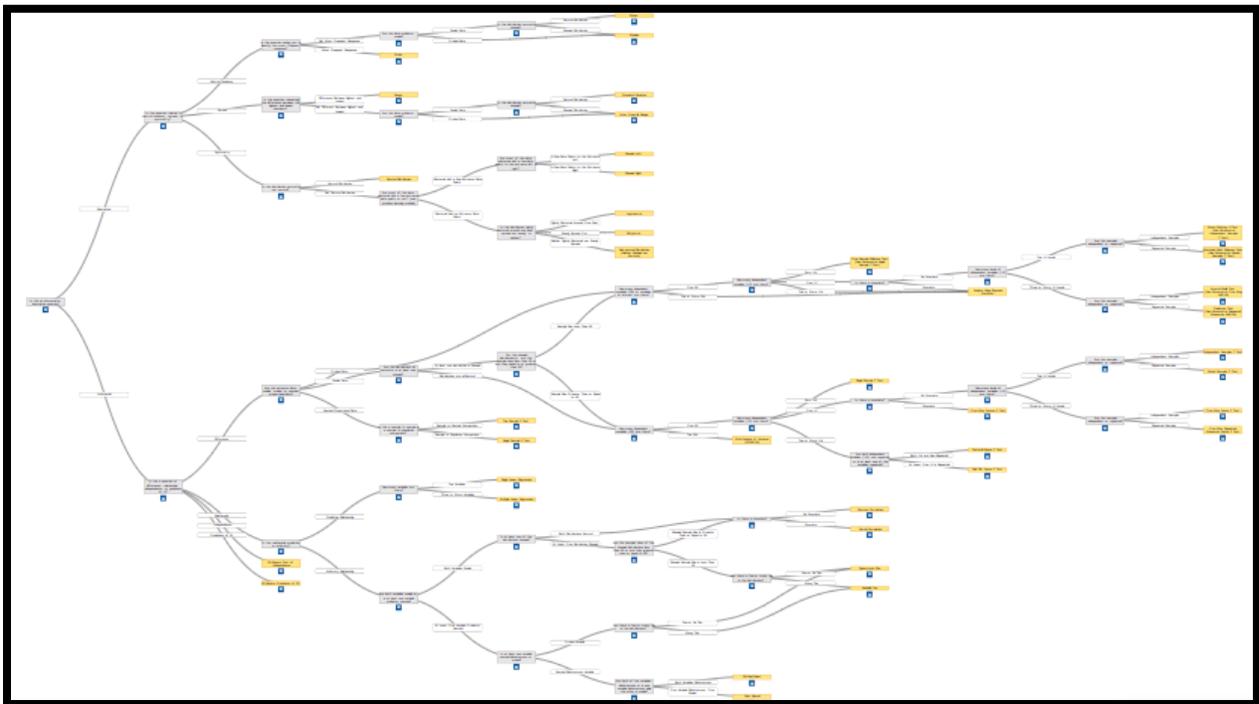


Figura 3. *Un MDE completo para un curso de introducción a la estadística.*

El software también presenta problemas o tareas, puntos de decisión, e instrucción inmediata y concisa para los estudiantes, y además realiza un seguimiento de su progreso. Los estudiantes no ven todo el MDE simultáneamente, sino que se les presenta un punto de decisión a la vez (consulte la Figura 4). Si ellos conocen la respuesta correcta, pueden proceder rápidamente.

Si necesitan ayuda, entonces pueden acceder a la instrucción inmediata y concisa disponible para el punto de decisión en el que se encuentran.

Objetivo: A los pacientes con trastorno de estrés postraumático (TEPT) a menudo no se les ofrece terapia de exposición para el TEPT debido a la preocupación de que los síntomas puedan empeorar. Este estudio examinó si el inicio de la exposición causaría una exacerbación del TEPT entre los pacientes con TEPT que participan en la terapia de exposición para el TEPT.

Método: Los veteranos siguieron el tratamiento de TEPT mediante exposición prolongada (CPE) y se incluyeron en este estudio si tenían datos disponibles para al menos la sesión 5 (N = 81). Completaron medidas de TEPT, una escala Likert de 6 puntos, durante todo el tratamiento y el postratamiento. Todas las distribuciones se acercan a las distribuciones normales. El método confiable de exacerbación examinó el número de participantes que demostraron una exacerbación de síntomas clínicamente significativa de la sesión 3 a la 5 (capturando la ventana prepost para el inicio de la exposición en COPE). El análisis examinó si la exacerbación clínica condujo a peores resultados posteriores al tratamiento.

- Haga clic en "¿Cómo decido?" A continuación, para conocer la diferencia entre estadísticas inferenciales y descriptivas.
- Luego, desplácese para ver la respuesta del instructor.

¿Es inferencial o descriptiva?

 ¿Cómo decido?

Inferencial

Descriptiva

Figura 2. Vista del estudiante que muestra un escenario con un punto de decisión.

Anticipándose a los beneficios de la tecnología como recurso para la enseñanza de la experiencia, Bol y Garner (2011) escribieron:

Por ejemplo, si los materiales de aprendizaje fueran a presentarse a través de una plataforma de aprendizaje electrónica, y si esa plataforma pudiera respaldar comportamientos flexibles de resolución de problemas al presentar una secuencia de pasos a través de los cuales los estudiantes puedan navegar para considerar soluciones más probables o menos probables a un problema, entonces los estudiantes podrían interactuar de manera más efectiva y estratégica con la información dada, incluso cuando son relativamente novatos en el área temática. (pág.116)

Creemos que esta es una descripción adecuada de cómo las soluciones de software podrían apoyar la pedagogía del aprendizaje basado en decisiones.

Evidencia inicial de la eficacia de ABD

En esta sección revisaremos los estudios de caso de implementación de esta pedagogía y la investigación emergente que respalda su efectividad en algunas disciplinas seleccionadas.

Estadísticas

Plummer y col. (2017) realizaron un pequeño estudio piloto sobre la efectividad de este nuevo enfoque de ABD. Un curso de estadística y dos cursos de ecuaciones diferenciales implementaron ABD durante todo un semestre. La pedagogía ABDL se empleó durante la clase utilizando la versión beta del software ABD. Se dependía mucho del software para las asignaciones de tareas. Cada sesión de clase cubrió una parte del modelo de decisión de expertos de ABD. La pedagogía en clase incluyó la instrucción inmediata y concisa, junto con el andamiaje de los estudiantes por parte del maestro a través del modelo de decisión.

Los resultados mostraron que la mayoría de los estudiantes se beneficiaron de la experiencia con ABD. Su rendimiento académico mejoró e informaron que podían aprender el material con más facilidad. Se aprendió mucho en estas primeras interacciones con ABD, incluida la importancia de módulos de aprendizaje más concisos y una mejor desaparición de las estrategias de andamiaje en modelo de decisión.

Educación religiosa

ABD también se implementó en una clase de educación religiosa, donde los estudiantes usaron el software ABD varias veces a la semana para hacer tareas donde identificaban temas contextuales de diferentes pasajes de las escrituras (Plummer, Taeger y Burton, 2020). Se entrevistó a cinco estudiantes y en general sintieron que se beneficiaron de ABD. Varios de ellos mencionaron que al llevar pasajes del texto a través del modelo de decisión, pudieron observar patrones más amplios asociados con el contexto de cada pasaje. Dos estudiantes informaron sentir que la complejidad y la autenticidad del texto en sí se volvieron aún más evidentes a medida que llevaban más y más pasajes a través del modelo de decisión.

Calor y entalpía en química

Además, Sansom et al. (2019) implementó ABD en una clase de química para ver si así mejoraban los puntajes de las pruebas para un examen de calor y entalpía. El profesor implementó la pedagogía junto con el software durante dos días. Luego, los estudiantes trabajaron en el software ABD desde casa antes del examen de calor y entalpía.

El mismo examen se distribuyó a dos grupos distintos de estudiantes. Un grupo recibió la instrucción original del profesor y el otro grupo recibió la instrucción ABD del profesor. El profesor proporcionó la instrucción experimental de ABD durante dos sesiones de su clase. La actividad de los estudiantes se registró en el software ABD para ver cómo se desempeñaban en sus tareas. Hubo 129 estudiantes que participaron en el estudio y estuvieron presentes durante por lo menos una de las sesiones de clase de ABD.

Los estudiantes que usaron el software para cinco problemas ($N = 74$) o 10 problemas ($N = 55$) obtuvieron puntajes más altos en la prueba de calor y entalpía que los estudiantes que no recibieron la instrucción ABD. El grupo de control obtuvo una puntuación de 4.5 en la prueba y los estudiantes que hicieron entre cinco y 10 problemas usando ABD obtuvieron diferencias de medias de $+0.626$ ($p = 0.002$) y $+0.577$ ($p = 0.018$), respectivamente. Por lo tanto, los estudiantes a los que se les enseñó con ABD parecían haber obtenido más ganancias de aprendizaje que los estudiantes a los que no se les enseñó con ABD.

Primer caso de estudio en Perú

En agosto del 2018, impartimos un taller de 5 días sobre ABD en una universidad pública peruana, capacitando a 25 profesores de diversas disciplinas sobre la pedagogía ABD. La mayoría de los profesores respondieron que después de implementar la metodología en su enseñanza, esta pedagogía les ayudó a involucrar más a los estudiantes y que ellos comprendan mejor el material, mientras que los estudiantes indicaron que les gustaba este nuevo enfoque innovador que contrastaba con las formas tradicionales de enseñanza de estos profesores. Sin embargo, una de las dificultades que enfrentaron los profesores durante el taller fue la falta de tiempo para desarrollar su modelo y materiales didácticos.

Segundo caso de estudio en Perú

En marzo del 2019 volvimos para impartir otro taller. Seguimos la misma estructura que el taller anterior, con la excepción de que comenzamos a capacitarlos en el software a partir del segundo día en lugar del cuarto día. Los profesores tuvieron más tiempo para desarrollar su modelo directamente en el software y parecían haber logrado más que el grupo anterior.

En los videos que ellos grabaron después del taller, implementaron la pedagogía mejor que los del primer grupo. Algunas de sus respuestas a la encuesta incluyeron las siguientes, dijeron que se trata de una “pedagogía lógica” y que sus estudiantes son más “activos” y “se responsabilizan de su propio aprendizaje” porque ellos mismos toman las decisiones de cómo resolver los problemas. Sin embargo, aún expresaron que necesitaban más tiempo para terminar sus modelos y practicar la pedagogía.

En resumen, es necesario realizar más investigaciones, pero los resultados iniciales son prometedores.

Implicaciones para el diseño instruccional y la enseñanza

Tradicionalmente, la instrucción ha consistido en “cubrir el material” y el aprendizaje se ha visto como algo solo para como recordar el material o adquirir conocimiento. El diseño instruccional a menudo ha consistido en diferentes formas de presentar el material y hacerlo memorable. Se ha asumido que el conocimiento memorizado es conocimiento estructurado. Sin embargo, la adquisición de conocimientos y la construcción de esquemas son actividades de aprendizaje complementarias pero separadas. En lugar de crear instrucciones genéricas con pocas estrategias de andamiaje, los diseñadores y los expertos deberían crear una versión que contenga altas estrategias de andamiaje y que apoye la construcción de esquemas. Es mucho más fácil quitar estrategias de andamiaje que proporcionarlas sobre la marcha. Además, los diseñadores deben trabajar junto con los expertos de cada materia para descubrir el conocimiento condicional oculto y hacerlo explícito, para situar el aprendizaje en su contexto inmediato, y para proporcionar instrucción inmediata y concisa. En resumen, planteamos que la construcción de esquemas condicionales debería considerarse una actividad de aprendizaje explícita de primer orden.

Además, creemos que la comprensión conceptual madura a medida que los estudiantes ven el rango y la variedad de interacciones, las interacciones condicionales, entre los elementos del dominio. No se puede negar que la comprensión conceptual es importante, pero insistimos en que ignorar la enseñanza explícita del conocimiento condicional es como intentar saltarse un paso esencial del desarrollo (ver Swan et al., 2020). El proceso de toma de decisiones en escenarios realistas pone en primer plano el conocimiento condicional y su función de conexión.

Implicaciones para la investigación

Además de las implicaciones para la práctica, creemos que el método ABD, presentado en este artículo, conlleva futuras implicaciones para la investigación. En primer lugar, se podrían explorar más a fondo las conexiones entre los dominios del conocimiento y sus correspondientes habilidades expertas. Esta investigación debe ser tanto básica/teórica, así como aplicada, ya que se necesita comprender cómo enseñar y desarrollar las diversas habilidades expertas. Además, si bien existe una rica historia de investigación sobre el desarrollo de esquemas, la mayor parte de esa investigación se centra en el conocimiento conceptual más que en el condicional, por lo que el vínculo entre el conocimiento condicional y el desarrollo de esquemas expertos necesita más investigación.

En segundo lugar, necesitamos más investigación sobre cómo los estudiantes de varios niveles de habilidad y en varios dominios reconocen las señales condicionales en su disciplina y cómo aprenden a aplicar las reglas condicionales a su campo. Se necesita más investigación particularmente en las diferencias entre los dominios vocacionales y los más orientados al conocimiento.

En tercer lugar, se necesita investigación sobre los métodos más efectivos para visualizar y organizar información condicional para los estudiantes, y para saber si la tecnología puede ayudar efectivamente a cerrar esta brecha de conocimiento condicional al proporcionar organización visual, claves para permitir a los estudiantes aplicar las diversas condicionalidades y instrucción efectiva a tiempo.

En cuarto lugar, se deben realizar investigaciones futuras para comprender mejor cualitativamente la naturaleza del conocimiento desarrollado (o no) a través de este método ABD. Además, la eficacia a través de fronteras internacionales y multiculturales es especialmente interesante para nosotros. Es particularmente necesaria una investigación a mayor escala que pueda probar el impacto de las estrategias ABD en los resultados de aprendizaje de los estudiantes, así como también que pueda probar cómo la enseñanza con ABD afecta el aprendizaje de los profesores en su especialización y como se profundiza su propia experiencia.

En quinto lugar, se necesita investigación para comprender si la enseñanza con ABD puede ayudar a los estudiantes a cerrar mejor la brecha de habilidades existente cuando se incorporan a la fuerza laboral y si pueden transferir su conocimiento condicional desde el entorno académico a

escenarios del mundo real. Adicionalmente se necesita desarrollar mas soluciones tecnológicas que puedan ayudar a que la enseñanza se imparta de esta manera. Esto es fundamentalmente crítico, en particular porque afirmamos que el conocimiento condicional a menudo no se enseña explícitamente en la universidad, quizás debido a la falta de tecnologías educativas para apoyar este tipo de enseñanza.

En sexto lugar, la investigación podría explorar cómo el aprendizaje basado en decisiones puede apoyar el aprendizaje en línea , especialmente en esta época de enseñanza durante la "crisis" pandémica, donde la enseñanza presencial a menudo es limitada y, por lo tanto, la capacidad de los instructores para dar apoyo a los estudiantes en persona también se ve limitada. Parte de esta investigación podría centrarse en cuánta “presencia docente” (Garrison, 2007) perciben los estudiantes de sus instructores cuando trabajan en un modelo de decisión educativa.

Finalmente, si bien describimos una solución tecnológica en este artículo, sin duda podrían desarrollarse otras. Damos la bienvenida a cualquier posible colaboración con académicos interesados en explorar estas posibles aplicaciones de ABD juntos.

Conclusiones

La mayoría de profesores quieren ser profesores de éxito. Pero la mayoría de ellos no han sido capacitados como maestros y se les deja solos por lo que replican lo que han visto hacer a otros profesores que tampoco fueron capacitados para ser maestros.

Además, la mayoría de los profesores desconocen el conocimiento condicional que han adquirido tácitamente. Por tanto, no pueden explicárselo a los alumnos. Los estudiantes, a su vez, quieren saber la relevancia de los conceptos que están aprendiendo. Sin embargo, es precisamente el conocimiento condicional invisible lo que hace que los conceptos sean funcionales y relevantes. ABD es tanto un proceso de diseño como un método de enseñanza que hace visible el conocimiento condicional. ABD organiza la instrucción en torno a puntos de decisión donde las condiciones invocan conceptos y procedimientos relevantes. Cuando el conocimiento se vuelve funcional, los estudiantes tienen más confianza y están mejor preparados para embarcarse en sus carreras. ABD es todavía relativamente nuevo y necesita más desarrollo e investigación. Sin embargo, los

resultados iniciales indican que ABD puede ayudar a los expertos a transmitir su experiencia a los estudiantes. De esta manera, los estudiantes pueden desarrollar su experiencia como expertos y estar mejor preparados para ingresar a la economía que esta abarrotada y que es global, complicada y centrada en la innovación.

Presentación del manuscrito: 15 de junio de 2020

Fecha de aprobación: 10 de septiembre de 2020

Fecha de publicación: 30 de septiembre de 2020

Cardenas, C., West, R., Swan, R., Plummer, K (2020). Modeling Expertise Through Decision-based Learning: Theory, Practice, and Technology Applications. *RED. Revista Educación a Distancia*, 20(64). <http://dx.doi.org/10.6018/red.449831>

Financiación

Los autores declaran los siguientes intereses financieros en competencia: Richard H. Swan y Kenneth J. Plummer son socios fundadores de Conate Incorporated, una empresa que desarrolla software para apoyar la pedagogía del aprendizaje basado en decisiones..

Referencias

- Alamäki, A. (2018). A conceptual model for knowledge dimensions and processes in design and technology projects. *International journal of technology and design education*, 28(3), 667-683.
- Amolloh, O. P., Lilian, G. K., & Wanjiru, K. G. (2018). Experiential learning, conditional knowledge and professional development at University of Nairobi, Kenya—Focusing on preparedness for teaching practice. *International Education Studies*, 11(7), 125-135. doi:10.5539/ies.v11n7p125
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., . Wittrock, M. C. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision*

- of Bloom's taxonomy of educational objectives, abridged edition*. White Plains, NY: Longman.
- Barrotta, P., & Montuschi, E. (2018). Expertise, Relevance and Types of Knowledge. *Social Epistemology*, 32(6), 387-396. doi:10.1080/02691728.2018.1546345
- Bol, L., & Garner, J. K. (2011). Challenges in supporting self-regulation in distance education environments. *Journal of Computing in Higher Education*, 23(2-3), 104-123.
- Bransford, J., Brown, A., Cocking, R., & Center, E. R. I. (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. (2nd ed.). Washington, D.C.: National Academy Press.
- Catrambone, R. (2011). *Task analysis by problem solving (TAPS): Uncovering expert knowledge to develop high-quality instructional materials and training*. Paper presented at the Learning and Technology Symposium, Columbus, GA.
- Chang, T. S., Lin, H. H., & Song, M. M. (2011). University faculty members' perceptions of their teaching efficacy. *Innovations in Education and Teaching International*, 48(1), 49-60. doi:10.1080/14703297.2010.543770
- Collins, A. (2006). Cognitive Apprenticeship. In R. K. Sawyer (Ed.), *Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (First ed., pp. 47-60). New York: Cambridge University Press.
- Dath, D., & Iobst, W. (2010). The importance of faculty development in the transition to competency-based medical education. *Medical Teacher*, 32(8), 683-686. doi:10.3109/0142159x.2010.500710
- Dreyfus, H. L., & Dreyfus, S. E. (2005). Peripheral Vision: Expertise in Real World Contexts. *Organization Studies*, 26(5), 779-792. doi:10.1177/0170840605053102
- Dreyfus, H. L., & Dreyfus, S. E. (2008). Beyond Expertise: Some preliminary thoughts on mastery. In K. Nielsen (Ed.), *A Qualitative Stance; Essays in Honor of Steiner Kvale* (pp. 113-124): Aarhus University Press.
- Elvira, Q., Imants, J., Dankbaar, B., & Segers, M. (2017). Designing Education for Professional Expertise Development. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 61(2), 187-204. doi:10.1080/00313831.2015.1119729

- Endsley, M. R. (2018). Expertise and Situation Awareness. In K. A. Ericsson, R. R. Hoffman, A. Kozbelt, & A. M. Williams (Eds.), *The Cambridge handbook of expertise and expert performance* (2nd ed., pp. 633-651). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Ericsson, K. A. (2006). The influence of experience and deliberate practice on the development of superior expert performance. In K. A. Ericsson, N. Charness, P. J. Feltovich, & R. R. Hoffman (Eds.), *The Cambridge handbook of expertise and expert performance* (pp. 685-705). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Ericsson, K. A. (2018a). The Differential Influence of Experience, Practice, and Deliberate Practice on the Development of Superior Individual Performance of Experts. In K. A. Ericsson, R. R. Hoffman, A. Kozbelt, & A. M. Williams (Eds.), *The Cambridge handbook of expertise and expert performance* (2nd ed., pp. 745-769).
- Ericsson, K. A. (2018b). Superior Working Memory in Experts. In K. A. Ericsson, R. R. Hoffman, A. Kozbelt, & A. M. Williams (Eds.), *The Cambridge handbook of expertise and expert performance* (2nd ed., pp. 745-769).
- Fadde, P. J. (2009). Instructional design for advanced learners: training recognition skills to hasten expertise. *Educational Technology Research and Development*, 57(3), 359-376. doi:10.1007/s11423-007-9046-5
- Feldon, D. F. (2010). Do psychology researchers tell it like it is? A microgenetic analysis of research strategies and self-report accuracy along a continuum of expertise. *Instructional Science*, 38(4), 395-415. doi:10.1007/s11251-008-9085-2
- Feldon, D. F., Timmerman, B. C., Stowe, K. A., & Showman, R. (2010). Translating expertise into effective instruction: The impacts of cognitive task analysis (CTA) on lab report quality and student retention in the biological sciences. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(10), 1165-1185. doi:10.1002/tea.20382
- Foley, C. E., & Donnellan, N. M. (2019). Overcoming Expert Blind Spot when Teaching the Novice Surgeon. *Journal of Minimally Invasive Gynecology*, 26(7, Supplement), S20. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jmig.2019.09.509>

- Garikano, X., Garmendia, M., Manso, A. P., & Solaberrieta, E. (2019). Strategic knowledge-based approach for CAD modelling learning. *International journal of technology and design education*, 29(4), 947-959. doi:10.1007/s10798-018-9472-1
- Garrison, D. R. (2007). Online community of inquiry review: social, cognitive, and teaching presence issues. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 11, 61+. Retrieved from <https://link.gale.com/apps/doc/A284325498/AONE?u=byuprovo&sid=AONE&xid=1c8141df>
- Gilmore, J., Maher, M. A., Feldon, D. F., & Timmerman, B. (2014). Exploration of factors related to the development of science, technology, engineering, and mathematics graduate teaching assistants' teaching orientations. *Studies in Higher Education*, 39(10), 1910-1928. doi:10.1080/03075079.2013.806459
- Gobet, F. (2005). Chunking models of expertise: Implications for education. *Applied Cognitive Psychology*, 19(2), 183-204. Retrieved from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/acp.1110>
- Gobet, F., & Charness, N. (2018). Expertise in Chess. In K. A. Ericsson, R. R. Hoffman, A. Kozbelt, & A. M. Williams (Eds.), *The Cambridge handbook of expertise and expert performance* (2nd ed., pp. 597-615).
- Goertz, P. W. (2013). *Seeing past the expert blind spot : developing a training module for in-service teachers*. (MA). University of Texas-Austin, Austin, TX. Retrieved from <https://repositories.lib.utexas.edu/handle/2152/23989>
- Gordon, M., & Guo, P. J. (2015). *Codepourri: Creating visual coding tutorials using a volunteer crowd of learners*. Paper presented at the 2015 IEEE symposium on visual languages and human-centric computing (VL/HCC).
- Greca, I. M., & Moreira, M. A. (2000). Mental models, conceptual models, and modelling. *International Journal of Science Education*, 22(1), 1-11. doi:10.1080/095006900289976
- Hoffman, R. R. (1998). How can expertise be defined? Implications of research from cognitive psychology. In R. Williams, W. Faulkner, & J. Fleck (Eds.), *Exploring Expertise* (pp. 81-100). London: Palgrave Macmillan.

- Hoffman, R. R. (2016). How can expertise be defined? Implications of research from cognitive psychology. In J. Fleck, W. Faulkner, & R. Williams (Eds.), *Exploring Expertise: Issues and Perspectives* (pp. 81-99). London: Macmillan Press.
- Hovious, A. (2016). Reality Check Revisited: Sage on the Stage vs. Guide on the Side. Retrieved from <https://designerlibrarian.wordpress.com/tag/conditional-knowledge/>
- Huang, E. (2018). Rearview mirrors for the “expert blind spot”. In A. Bakker (Ed.), *Design Research in Education: A Practical Guide for Early Career Researchers* (pp. 16). New York, NY: Routledge.
- Ivarsson, J. (2017). Visual Expertise as Embodied Practice. *Frontline Learning Research*, 5(3), 123-138. doi:10.14786/flr.v5i3.253
- Johnson, K. (2005). The ‘general’ study of expertise. In K. Johnson (Ed.), *Expertise in second language learning and teaching* (pp. 11-33). London: Palgrave Macmillan.
- Koh, D., Koedinger, K. R., Rosé, C. P., & Feldon, D. (2015). *Expertise in Cognitive Task Analysis Interviews*. Paper presented at the 37th Annual Meeting of the Cognitive Science Society, Pasadena, CA.
- Le Maistre, C. (1998). What is an expert instructional designer? Evidence of expert performance during formative evaluation. *Educational Technology Research and Development*, 46(3), 21-36.
- Lorch, R. F., Lorch, E. P., & Klusewitz, M. A. (1993). College students' conditional knowledge about reading. *Journal of educational psychology*, 85(2), 239.
- Meyer, H. (2018). Teachers’ Thoughts on Student Decision Making During Engineering Design Lessons. *Education Sciences*, 8(1), 9. doi:10.3390/educsci8010009
- Nathan, M. J., Koedinger, K. R., & Alibali, M. W. (2001). *Expert blind spot: When content knowledge eclipses pedagogical content knowledge*. Paper presented at the Third International Conference on Cognitive Science, Beijing, China.
- Nathan, M. J., & Petrosino, A. J. (2003). Expert blind spot among preservice teachers. *American Educational Research Journal*, 40(4), 905-928.
- Oluwatayo, A. A., Ezema, I., & Opoko, A. (2017). Development of Design Expertise by Architecture Students. *Journal of Learning Design*, 10(2), 35-56.

- Ostermann, A., Leuders, T., & Nückles, M. (2018). Improving the judgment of task difficulties: prospective teachers' diagnostic competence in the area of functions and graphs. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 21(6), 579-605. doi:10.1007/s10857-017-9369-z
- Pentimonti, J. M., Justice, L. M., Yeomans-Maldonado, G., McGinty, A. S., Slocum, L., & O'Connell, A. (2017). Teachers' Use of High- and Low-Support Scaffolding Strategies to Differentiate Language Instruction in High-Risk/Economically Disadvantaged Settings. *Journal of Early Intervention*, 39(2), 125-146. doi:10.1177/1053815117700865
- Persellin, D. C., & Goodrick, T. (2010). Faculty development in higher education: Long-term impact of a summer teaching and learning workshop. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 10(1), 1.
- Petrosino, A., & Shekhar, P. (2018). Expert blind spot among pre-service and in-service teachers: Beliefs about algebraic reasoning and potential impact on engineering education. *The International journal of engineering education*, 34(1), 97-105.
- Plummer, K., Swan, R. H., & Lush, N. (2017). *Introduction to Decision-Based Learning*. Paper presented at the 11th International Technology, Education and Development Conference, Valencia, Spain.
- Plummer, K., Taeger, S., & Burton, M. (2020). Decision-based learning in religious education. *Teaching Theology & Religion*, 23(2), 110-125. doi:10.1111/teth.12538
- Prince, M. (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223-231.
- Prince, M., & Felder, R. (2006). Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases. *Journal of Engineering Education*, 95(2), 123-138.
- Prince, M., & Felder, R. (2007). The Many Faces of Inductive Teaching and Learning. *Journal of College Science Teaching*, 36(5), 14-20.
- Raymond, K. M. (2019). First-year secondary mathematics teachers' metacognitive knowledge of communication activities. *Investigations in Mathematics Learning*, 11(3), 167-179.
- Renkl, A., & Mandl, H. (1996). Inert knowledge: Analyses and remedies. *Educational Psychologist*, 31(2), 115. Retrieved from <https://www.lib.byu.edu/cgi->

- [bin/remotearchive.pl?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=aph&AN=9612021865&site=ehost-live&scope=site](http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=aph&AN=9612021865&site=ehost-live&scope=site)
- Sansom, R. L., Suh, E., & Plummer, K. J. (2019). Decision-Based Learning: "If I Just Knew Which Equation To Use, I Know I Could Solve This Problem!". *Journal of Chemical Education*, 96(3), 445-454. doi:10.1021/acs.jchemed.8b00754
- Schmidmaier, R., Eiber, S., Ebersbach, R., Schiller, M., Hege, I., Holzer, M., & Fischer, M. R. (2013). Learning the facts in medical school is not enough: which factors predict successful application of procedural knowledge in a laboratory setting? *BMC medical education*, 13(1), 28.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-23. doi:10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411
- Shulman, L. S. (2015). PCK: Its genesis and exodus. In A. Berry, P. Friedrichsen, & J. Loughran (Eds.), *Re-examining pedagogical content knowledge in science education* (pp. 13-23). New York, NY: Routledge.
- Singer, S., & Smith, K. A. (2013). Discipline-Based Education Research: Understanding and Improving Learning in Undergraduate Science and Engineering. *Journal of Engineering Education*, 102(4), 468-471. doi:10.1002/jee.20030
- Sugiharto, B., Corebima, A. D., Susilo, H., & Ibrohim. (2018). *A comparison of types of knowledge of cognition of preservice biology teachers*. Paper presented at the Asia-Pacific Forum on Science Learning & Teaching.
- Swan, R. H. (2008). *Deriving Operational Principles for the Design of Engaging Learning Experiences*. (Doctoral Dissertation). Brigham Young University, Provo. Retrieved from <https://scholarsarchive.byu.edu/etd/1829/>
- Swan, R. H., Plummer, K. J., & West, R. E. (2020). Toward functional expertise through formal education: Identifying an opportunity for higher education. *Educational Technology Research & Development*. doi:10.1007/s11423-020-09778-1
- Sweller, J. (2011). Cognitive load theory. In J. P. Mestre & B. H. Ross (Eds.), *Psychology of learning and motivation* (Vol. 55, pp. 37-76). Amsterdam: Elsevier.

- Tofel-Grehl, C., & Feldon, D. F. (2013). Cognitive Task Analysis–Based Training. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 7(3), 293-304. doi:10.1177/1555343412474821
- Van De Kamp, M.-T., Admiraal, W., & Rijlaarsdam, G. (2016). Becoming original: effects of strategy instruction. *Instructional Science*, 44(6), 543-566. doi:10.1007/s11251-016-9384-y
- Van de Wiel, M. W. (2017). Examining Expertise Using Interviews and Verbal Protocols. *Frontline Learning Research*, 5(3), 112-140.
- Vasyukova, E. E. (2012). The Nature of Chess Expertise: Knowledge or Search? *Psychology in Russia: State of Art*, 5(1), 511. doi:10.11621/pir.2012.0032
- Walsh, A., & Kotzee, B. (2010). Reconciling ‘graduateness’ and work-based learning. *Learning and Teaching in Higher Education*(4-1), 36-50.
- West, R. E., & Leary, H. (2019). *Scaffolding new qualitative researchers through decision-based learning [Conference Presentation]*. Paper presented at the Association for Educational Communications Technology Annual Conference, Las Vegas, NV.
- Whitehead, A. N. (1929). *The Aims of Education and Other Essays*. New York, NY: The Free Press.
- Wiggins, G. P., & McTighe, J. (2005). *Understanding by design*: Ascd.
- Yuan, B., Wang, M., Kushniruk, A. W., & Peng, J. (2017). Deep Learning towards Expertise Development in a Visualization-based Learning Environment. *Journal of Educational Technology & Society*, 20(4), 233-246. Retrieved from www.jstor.org/stable/26229220