Aplicación de la lógica investigativa en un ciclo de mejora en el aula en la asignatura Psicobiología Sistémica

Applying investigative logic in an improvement cycle in classroom in the subject Systems Psychobiology

TAMARA DEL ÁGUILA PUNTAS

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5514-3223>

Universidad de Sevilla. Departamento

de Psicología Experimental

tdelaguila@us.es

Fecha de recepción: 03-06-2019

Fecha de aceptación: 16-06-2019

DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/9788447221912.016>

Pp.: 380-401

Esta obra se distribuye con la licencia Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0
Internacional (CC BY-NC-ND 4.0.)

Resumen

El objetivo del presente trabajo es mostrar el resultado del diseño de un Ciclo de Mejora en el Aula (CIMA) aplicado sobre un tema de la asignatura Psicobiología Sistemática (Grado en Psicología, Universidad de Sevilla). Se presta especial atención al diseño de los contenidos, en consonancia con los conceptos estructurantes propios de la asignatura y que definen la Psicología como disciplina científica. El modelo didáctico aplicado responde a una lógica investigativa, que se cristaliza en la organización de los contenidos en torno a grandes preguntas, a secuencias de preguntas sobre los contenidos particulares, y de actividades específicas que buscan promover la construcción del conocimiento por parte del estudiante.

Palabras Clave: Psicobiología sistémica; Grado en Psicología; Docencia universitaria; Experimentación docente universitaria; Conceptos estructurantes en la Psicobiología.

Abstract

The aim of the present work is to show the result of the design and application of an Improvement Cycle in Classroom (ICIC). The cycle was applied onto a unit from the subject Systems Psychobiology (Degree in Psychology, Universidad de Sevilla). Special attention has been paid to the design of the contents, in line with the subject's own structuring concepts and with those that define Psychology as a Science discipline. An investigative logic paradigm has been applied as a didactic model, by the organization of its contents around general questions, investigative questions on particular contents, and specific activities aimed at providing a role for the student in structuring the knowledge.

Keywords: Systems Psychobiology; Degree in Psychology; University teaching; University teaching research; Structuring concepts in Psychobiology.

Contexto de aplicación

El presente Ciclo de Mejora en el Aula (en adelante, CIMA) ha sido diseñado para impartir los contenidos de un tema de la asignatura Psicobiología Sistémica, del primer año del Grado en Psicología. El tema desarrollado es “Psicobiología del sistema somatosensorial del tacto discriminativo”. Se trata de un bloque de contenidos teóricos de la asignatura, con el que se pretende que los alumnos aprendan la anatomía y organización de los sistemas sensoriales, y los mecanismos neurofisiológicos implicados en la codificación de la información sensorial y en la percepción de estímulos. El CIMA fue puesto en práctica en el grupo bilingüe en el curso 2018/2019 en la Universidad de Sevilla, y por tanto los materiales han sido elaborados en inglés.

Diseño del Ciclo de Mejora en el Aula

Contenidos de la asignatura, mapa de contenidos y conceptos estructurantes

Un aspecto fundamental de la asignatura, tal y como se recoge en la guía docente, es “que los graduados y graduadas posean y comprendan los conocimientos que definen y articulan la Psicología como disciplina científica” (Universidad de Sevilla, 2018). Un concepto imprescindible para entender la psicología como una ciencia es el principio de identidad psiconeural, según el cual “todos los sucesos mentales son sucesos cerebrales, procesos nerviosos específicos” (Bunge & Ardila, 2002). Así entendida, la mente es una colección de funciones neurofisiológicas, y el objetivo de la psicobiología es identificar y caracterizar los sistemas neurales que controlan la conducta. Cualquier función del cerebro (y del sistema nervioso central por extensión) está en gran medida definida por sus

conexiones, es decir, por sus circuitos. En un sentido más amplio podemos decir que la función de cualquier componente del sistema nervioso central está determinada por su estructura tanto en lo relativo a sus circuitos como a otros niveles estructurales. La relación entre estructura y características funcionales del sistema neural será, por tanto, un criterio fundamental de organización de los contenidos de la asignatura, de modo que un primer objetivo será que los alumnos comprendan los principios de organización del sistema somatosensorial desde esta perspectiva de la psicobiología y el principio de identidad neural.

Los contenidos se organizan, pues, en torno a tres preguntas que surgen del concepto estructurante de “identidad psiconeural”, ya que, si la función sensorial como función mental es un proceso nervioso específico, cabe preguntarse:

1. ¿“Qué” es la función sensorial?
2. ¿“Quién” desempeña la función sensorial? O, dicho de forma más correcta, más acorde con el principio de identidad neural, ¿qué circuitos neurales encarnan esta función?
3. ¿“Para qué?”, es decir, ¿qué función desempeñan para el organismo como un todo?

Estas preguntas confirman el esquema general, o “mapa de contenidos madre” (Figura 1), que lleva anidados tres mapas que dan respuesta a las citadas preguntas.

TAMARA DEL ÁGUILA PUNTAS

Figura 1. Mapa de contenidos general: “mapa madre”.

Otro objetivo igualmente importante es fomentar la curiosidad por conocer cómo funciona el sistema nervioso a nivel fisiológico, así como el que se desarrolle una actitud crítica. Es prioritario que surja en los alumnos la necesidad de buscar respuestas y que se planteen cómo se ha resuelto hasta el momento, o bien se podría resolver mediante nuevos experimentos. Estos objetivos se verán reflejados en el diseño de las actividades.

A la primera pregunta (el Qué, en rosa en la Figura 1) responde el mapa de contenidos 1 (*"Stimulus Properties Coding"*, Figura 2). La función sensorial consiste en la codificación de los distintos atributos del mundo externo (Dayan & Abbott, 2001), en este caso de los estímulos táctiles. El mapa refleja cuáles son los atributos que codifica el sistema. Se trata de un esquema conceptual que relaciona cómo las distintas funciones del sistema somatosensorial posibilitan tal codificación. Llamar la atención sobre este aspecto es relevante si tenemos en cuenta que un objetivo de una rama de la Psicobiología, la Psicología fisiológica, es precisamente determinar cómo las cualidades que definen o caracterizan a los diferentes estímulos sensoriales son codificadas por el sistema nervioso.

Figura 2. Mapa de contenidos 1 (“Stimulus Properties Coding”).

El mapa de contenidos 2 (“Anatomical structures”, Figura 3 a la izquierda) corresponde a la segunda pregunta (en morado en la Figura 1, el “Quién”). Representa el circuito que materializa la función sensorial: una vía neural con estructura jerárquica. La organización jerárquica es un rasgo distintivo de los sistemas sensoriales, ya que la percepción de un estímulo está desencadenada por una secuencia de acontecimientos que comienzan en el receptor periférico hasta que alcanza las regiones cerebrales “superiores”, pasando por diversas vías y estaciones. Por esta razón, se irán estudiando las estructuras en el orden natural en la que viajan los estímulos nerviosos desde la

periferia hasta el cerebro. Este trayecto se subdivide en cuatro niveles: el de la primera neurona o aferente primario, sobre la que incide el estímulo; el de la segunda neurona del cordón posterior; el de la tercera neurona talámica; y el de las dianas corticales de las neuronas de tercer orden. A este respecto cabe destacar que, aunque se haga énfasis en la organización jerárquica del sistema sensorial, la flexibilidad de la conducta y su modulación por factores contextuales y cognitivos no puede entenderse sin otra característica del sistema nervioso, una característica que precisamente viola la rigidez jerárquica; es este un aspecto sobre el que se incidirá de manera explícita, pues a ello se dedicará una actividad específica, como se verá más adelante.

Figura 3. Mapa 2 (“Anatomical Structures” junto al dibujo del recorrido de la vía neural) y mapa 3 (“Structural-Functional Properties”).

El mapa de contenidos 3 (“Structural-Functional Properties”, Figura 3 a la derecha) surge de la interacción entre los mapas 1 y 2, tal como se puede apreciar en el mapa madre (Figura 1). Refleja la relación entre estructura y función: cómo la estructura concreta de los distintos elementos (receptores moleculares, neuronas, circuitos) da lugar

a unas funciones neurofisiológicas que, en última instancia, dan respuesta a la necesidad de codificar los distintos atributos del estímulo.

Como se ha dicho, un elemento vertebrador de los contenidos es el recorrido por la vía neural en el sentido natural en que viajan los estímulos; los contenidos se impartirán en concordancia, siguiendo los niveles descritos en el mapa 2 (*Anatomical structures*, Figura 3 a la izquierda).

La función somatosensorial posee en última instancia una dimensión cognitiva perceptiva (la percepción de los estímulos táctiles), a la vez que un componente motor (es necesario para un control motor fino). Esta es la respuesta a la pregunta “Para qué” (*What for?*, en ocre en Figura 1). Esta idea se trabajará en una serie de actividades específicas en las que los contenidos del mapa 3 deben ser integrados en relación a estos componentes cognitivo y motor, de ahí la flecha que los relaciona en el mapa madre (ver Figura 1).

Resumiendo, los contenidos se estructuran siguiendo un recorrido por el proceso neurofisiológico de procesamiento de los estímulos táctiles, revisando las estructuras anatómicas implicadas (mapa 2); relacionando en cada nivel la estructura de diversos componentes y propiedades funcionales del sistema somatosensorial (mapa 3) para entender cómo se da respuesta a la función de codificación de los estímulos sensoriales (mapa 1).

Estos contenidos incorporan una serie de conceptos estructurantes, que se han ido comentando y que se resumen en la Tabla 1. Estos conceptos se repetirán a lo largo del desarrollo de la docencia desde distintas perspectivas y con diferentes ejemplos, estrategia que fomenta la creación de esquemas mentales (Gooding, Mann, & Armstrong, 2017).

Tabla 1. Conceptos estructurantes.

1	Principio de identidad psiconeural.
2	La estructura sigue a la función.
3	El sistema somatosensorial está estructurado jerárquicamente.
4	El sistema somatosensorial codifica atributos del mundo externo.
5	La función somatosensorial tiene una dimensión cognitiva y a su vez es imprescindible para el control motor.
6	La jerarquía no es rígida: existen bucles de retroalimentación en cada sinapsis y conectividad recurrente que explican la flexibilidad cognitiva y conductual. El desdibujamiento de las relaciones jerárquicas es especialmente pronunciado a nivel cortical.
7	La codificación del mundo externo no es isomórfica, sino más bien un proceso de inferencia, de interpretación a nivel celular y de circuitos (no inferencia o interpretación cognitiva) de inputs sensoriales ruidosos, con influencia de aspectos cognitivos y contextuales como las expectativas y experiencias previas.

Modelo metodológico posible y secuencia de actividades

Se seguirá un modelo metodológico acorde con el objetivo de que el aprendizaje sea un proceso de formación integral en el que se induzca en el alumno el desarrollo del pensamiento científico-natural, del sentido crítico e investigador, habilidades para enfrentarse al conocimiento de la realidad (Universidad de Sevilla, 2018). Un importante

cuerpo de evidencias que se nutre de investigaciones sobre cómo las personas aprenden ciencia nos muestra que los métodos de enseñanza y aprendizaje centrados en el estudiante son más efectivos que los enfoques pasivos tradicionales en los que el instructor se limita a impartir las lecciones (National Research Council, 2015). Un enfoque centrado en el alumno debe fomentar que sea el alumno el que construya su propio conocimiento, para lo cual es imprescindible convertir los contenidos que se pretenden enseñar en una serie de preguntas, de modo que, partiendo de un enigma inicial que suponga un reto a los estudiantes, y a través de una serie de actividades que favorezcan la resolución del problema y estimulen la curiosidad, se pretende crear una experiencia de aprendizaje mantenida (Finkel, 2008). Así, la base lógica organizadora alrededor de la cual tiene lugar la mejor docencia es la consecución de un contexto óptimo en el que se produzca el despertar de la motivación de los alumnos, a través de cuestiones que les resulten fascinantes, y en el que se fomente el pensamiento crítico (Bain, 2004).

Todo esto se refleja en el diseño del presente ciclo en la transformación del modelo expositivo clásico en un modelo de tipo investigativo, en el que se sustituye la simple exposición de contenidos por “secuencias investigativas” que fomenten la adquisición de los contenidos de manera activa por parte de los alumnos (Figura 4).

Figura 4. Modelo de “secuencias investigativas”.

También, ya desde el diseño del CIMA, se ha tenido en cuenta el papel de las emociones en el aprendizaje. Las emociones afectan a la probabilidad de que se atienda a la información, así como a la manera en que la memoria

almacena y recupera dicha información, y la enseñanza con contenido emocional favorece la probabilidad de aprendizaje (Kensinger, 2004). Para apelar de forma más directa a las emociones de los alumnos, a la sensación de reto y de participación, se incorporan una serie de actividades específicas que complementan las secuencias investigativas. Estas actividades específicas están diseñadas con el objetivo de generar experiencias concretas relacionadas con los contenidos que se están tratando, experiencias que interpelen e involucren de forma aún más directa a los alumnos.

Estos recursos metodológicos se orientan al planteamiento de problemas, a modo de reto, a los que los alumnos deben intentar dar respuesta, para inocularles la curiosidad y la necesidad de adquirir el conocimiento, a la vez que se promueve que sean ellos mismos quienes comiencen a buscar respuestas de forma activa.

En definitiva, los contenidos de los mapas 2 y 3 (ver Figura 3) se trabajarán mediante secuencias investigativas, y se complementarán con actividades específicas orientadas a cubrir diferentes aspectos de los contenidos y a incidir en los distintos conceptos estructurantes. En el mapa conceptual de la Figura 1 (en el apartado “Diseño del Ciclo de Mejora en el Aula”) se relacionan de forma gráfica las distintas actividades específicas con los contenidos a los que hacen referencia. Las actividades específicas fueron las siguientes:

- *Actividad específica 1: Completar el mapa de contenidos 1.* Se elaborará en un primer momento de manera grupal el esqueleto del mapa 1, es decir, únicamente con los atributos que codifica la submodalidad de tacto discriminativo del sistema somatosensorial: modalidad, intensidad y propiedades espaciales y temporales. La forma de construirlo será mediante preguntas guiadas en un proceso inductivo. Los alumnos quedarán advertidos de que los mecanismos concretos

que hacen posible dicha codificación (los conceptos del mapa 3, Figura 3) se irán estudiando a lo largo del tema, y que se espera que sean capaces de ir completando el mapa. Al finalizar el tema, pondremos en común la solución para llegar al mapa 1 completo. Con esta actividad se trabajan los conceptos estructurantes 1 y 2 (Tabla 1).

- *Actividad específica 2: Patrón de respuesta de la primera neurona ante textura Braille.* Una vez completados los contenidos del primer nivel y estudiadas las propiedades de disparo de los diferentes aferentes primarios, les presentaré este ejemplo de textura y los estudiantes tendrán que deducir cómo serán los campos receptivos de los distintos receptores. Lo corregiremos en la pizarra, a la vez que recuerdan qué características condicionan estas propiedades. Este ejemplo ilustra la importancia en la dimensión cognitiva (para la generación de la percepción de una textura). Para su desarrollo deberán integrar todos los contenidos impartidos sobre la primera neurona. Con esta actividad se trabajan los conceptos estructurantes 4 y 5.
- *Actividad específica 3: Patrón de disparo durante actividad motora.* Este caso es similar al anterior, pero en lugar de una textura, les presento una acción motora y tienen que deducir la respuesta en forma de potenciales de acción de los distintos tipos de aferentes primarios. Aquí se ilustra la importancia en relación al control motor fino. Con esta actividad se trabajan los conceptos estructurantes 4 y 5.
- *Actividad específica 4: Resumen y síntesis de la vía como estructura jerárquica.* El objetivo de esta actividad es doble. Por una parte, que se esfuercen en reconstruir el recorrido y el circuito que hemos visto en clase y las propiedades funcionales que hacen posible su función. Por otra, insisto en la idea de jerarquía para a continuación desafiar el concepto mediante un ejemplo. Con esta actividad se trabajan los conceptos estructurantes 2, 3 y 4.

- *Actividad específica 5: Ilusión de la caja espejo.* La actividad anterior debe terminar con la idea de que el sistema somatosensorial es una jerarquía que representa de manera fiel los atributos del mundo externo, en este caso de la interacción del mundo externo con la piel. Entonces pediré que salga alguien a experimentar con la caja espejo. La caja espejo crea la ilusión de pertenencia, de que la mano reflejada es la mano que hay dentro de la caja; cuando los movimientos entre la mano reflejada y la real son incongruentes, se produce sorpresa. Esta ilusión es posible porque la información visual compite con la información proveniente de los receptores somatosensoriales de la mano oculta, y puede incluso dominar. A partir de este fenómeno que experimentarán ellos mismos, aprovecho para explicar conceptos relacionados con esta ilusión y con las dimensiones cognitiva y funcional en relación con los mecanismos corticales, y para introducir los conceptos estructurantes 6 y 7 y a la vez concluir el tema.

Una consideración final sobre las “secuencias investigativas” es que para su aplicación me serviré de una técnica útil tanto para la exploración de las ideas como para la elaboración del conocimiento por parte del alumno, y que consiste en evitar que los alumnos tengan que “simplemente dar respuestas correctas”, tanto en las preguntas en clase como en las actividades escritas. Esto tiene una ventaja adicional, ya que la técnica de puesta en común de “razonamientos en voz alta” y reflexión crítica supone una técnica simple pero especialmente útil para promover la metacognición y ayudar a los alumnos a comprender cómo aprenden, así como para desarrollar técnicas para dirigir el aprendizaje; la reflexión crítica promueve la integración del conocimiento (Gooding et al., 2017). De modo que se invitará siempre al alumno, a través de las secuencias investigativas ya descritas, a elaborar la idea general de la que se desprende la respuesta a la pregunta planteada. Para ello será importante desdramatizar en caso de

que la respuesta sea incorrecta, pero no dejando por ello de incidir en el esfuerzo y, sobre todo, en el análisis de la lógica que le ha llevado al error.

Aplicación del Ciclo de Mejora en el Aula

Salvo algún contratiempo, las sesiones se desarrollaron según los tiempos previstos.

La primera sesión la comencé con mi presentación y explicando cómo serían las clases. Tras una introducción en la que planteé las preguntas del “mapa madre” o mapa cero, desarrollamos en conjunto el esqueleto del mapa 1, sobre el que trabajarían en la actividad específica 1, y continuamos con la secuencia de actividades desarrollada en el diseño del ciclo.

La dinámica de la clase era diferente según las actividades específicas que correspondieran, pero comenzaban siempre con la síntesis de lo impartido hasta el momento, y proseguían con la secuencia de actividades.

En las actividades de secuencia de preguntas, si bien al principio parecían denotar que no entendían su lógica, luego la participación fue aumentando y resultaron ser provechosas como medio de explorar tanto las ideas iniciales como su transformación a través del aprendizaje. Una de las principales dificultades que se presentaron fue que la participación en dichas secuencias progresó muy lentamente: los alumnos tardaron más de lo previsto en entenderla y participar plenamente. Este inconveniente fue más llamativo por el hecho de que se trataba de un CIMA corto; aun así, dio sus frutos a tiempo.

El desarrollo de las actividades específicas transcurrió de la siguiente manera:

- *Actividad específica 1.* El planteamiento del esquema básico del mapa 1 fue más rápido de lo previsto: fueron los alumnos los que llegaron a las conclusiones rápidamente. También pude comprobar a lo largo del transcurso de la asignatura que iban relacionando ellos mismos lo que aprendían con dicho esquema. En cuanto a la segunda parte de la actividad, al final tuve que dejar la puesta en común y corrección del esquema relleno por limitación temporal, y en su lugar lo planteé como una pregunta escrita que corregimos conjuntamente en la siguiente clase.
- *Actividad específica 2.* Aunque entendían los conceptos, tuvieron cierta dificultad para el desarrollo de la actividad y tuve que ayudar un poco con preguntas guía. Sin embargo, creo que fue muy positivo que los alumnos se tuvieran que enfrentar vis a vis a problemas concretos, pues les exigía aplicarse más activamente a resolver la cuestión que se les planteaba; al menos para los alumnos que se lo tomaron en serio. Creo que con más tiempo y algunas cuestiones guía, que podría haber incorporado por escrito a modo de pequeño “taller conceptual” (Finkel, 2008), podría haber sido mucho más provechosa.
- *Actividad específica 3.* Esta vez entendieron mejor el propósito y no sólo superaron el resultado de la anterior, sino que casi todos los alumnos se aplicaron seriamente y con gran motivación a su desarrollo.
- *Actividad específica 4.* Esta actividad de repaso sirvió para detectar algunos conceptos que no habían terminado de quedar claros. Pese a que temía que fuera redundante por el hecho de haber incorporado ya un resumen al principio de la clase, los alumnos lo agradecieron, y además lo hicieron bastante bien, precisamente porque ya tenían práctica pues en los resúmenes iniciales les iba interpellando para que me respondieran algunas preguntas.
- *Actividad específica 5.* Esta actividad funcionó a la perfección, pues la actividad anterior terminó tal y como

se tenía previsto, y sirvió para desafiar la idea expuesta. La experiencia de la caja espejo les fascinó, lo que permitió conectar emocionalmente con los alumnos, y sirvió para tratar, además de los conceptos estructurantes previstos, otros aspectos adicionales del procesamiento sensorial a los que llegamos mediante la indagación por parte de los propios estudiantes.

A partir de la segunda sesión, incorporé una novedad que no había previsto en el diseño: la exposición de un resumen de la materia impartida hasta el momento, con especial hincapié en la clase inmediatamente anterior. Este discurso, en el que seguía la lógica de los mapas conceptuales, lo aprovechaba para insistir en los conceptos estructurantes. De esta manera, centraba a los alumnos en la materia a la vez que les proporcionaba una visión más holística e integrada de la misma. Pude comprobar que esta práctica fue uno de los puntos fuertes de la clase, ya que contextualizar de forma más global los contenidos me permitía la aproximación sucesiva a los conceptos más importantes, y muchas dudas se fueron aclarando de esta manera. Por otra parte, este repaso sirvió como herramienta complementaria de exploración de las ideas de los alumnos. Aunque en ningún caso sustituye a una valoración sistemática, que se propone como posible mejora al presente CIMA en el siguiente apartado, sí que ofrece una oportunidad para poner en común razonamientos y reflexiones críticas que, como se ha comentado anteriormente, es especialmente útil para dirigir el aprendizaje (Gooding et al., 2017).

Evaluación del ciclo de mejora

Valoraciones generales

Como valoración general ha de decirse que los alumnos fueron bastante participativos, más a medida que avanzaba la asignatura. La diversidad de actividades surtió el efecto buscado de mantener la atención y el interés, para lo que también fue decisivo el hecho de introducir cada cuestión teórica como un problema al que había que dar respuesta.

El principio didáctico más fructífero ha sido la transformación del producto de la elaboración de los conocimientos en procesos que conduzcan a ellos a través de series de preguntas, partiendo de un interrogante inicial que suponga un desafío (Finkel, 2008): la docencia como continua interpelación a la reflexión por parte del alumno.

Otro aspecto que me ha proporcionado el mismo nivel de utilidad y que ha mejorado sustancialmente la docencia ha sido la elaboración de los mapas de contenidos. Esta sinopsis, que he tenido siempre en mente, ha sido un referente constante que me ha permitido explicar la materia con un sentido claro, permitiéndome volver sobre los contenidos con soltura para poder profundizar en ellos sin perder el sentido global. En este sentido podemos relacionar también el método de aproximaciones sucesivas, que se ayuda mucho de este esquema claro.

La síntesis de la clase anterior resultó ser para los alumnos una oportunidad para revisar los contenidos desde una perspectiva más general, y a la vez servía para contextualizar la clase que me disponía a impartir. Mi impresión fue que los alumnos lo agradecieron; de esta manera empezaban mucho más centrados en los conceptos nuevos, lo cual nos facilitó a todos el curso de las sesiones, y cumplió la función de permitir una aproximación

sucesiva a los conceptos más relevantes; lo incorporaré a los principios didácticos que guiarán mi actividad docente. También ha ayudado el hecho de que se alternaran actividades de diversa índole, pues ha dado como resultado aportar un dinamismo a las clases que ha favorecido que el alumno no se fatigara y que mantuviera su atención. Según mi parecer, la lógica investigativa en forma de secuencias de preguntas y actividades específicas, además de propiciar la construcción del aprendizaje, como he comentado, tuvo también como consecuencia la creación de un ambiente participativo en el que profesor y alumno compartimos la palabra.

Futuras mejoras

La exploración de las ideas de los estudiantes ha sido clave en el presente modelo metodológico, y como tal ha sido integrada dentro de las “secuencias investigativas” recogidas en el apartado “Modelo metodológico posible”. Sin embargo, el presente CIMA se hubiese podido beneficiar mucho de forma adicional del potencial de las herramientas de exploración sistemática de estas ideas de los alumnos.

El aprendizaje pasa por la evolución o reconstrucción de determinados modelos mentales de partida. El verdadero aprendizaje tiene lugar cuando se “aprende a aprender”, es decir, cuando es el propio alumno quien construye el conocimiento, modificando, integrando con, o reconstruyendo sus modelos mentales. En este proceso de adquisición activa del conocimiento el papel del profesor debe de ser el de ofrecer las herramientas para que este proceso tenga lugar, y para ello es precisa la evaluación de las ideas de los estudiantes. Una herramienta para poder analizar los modelos mentales de los estudiantes y valorar este proceso de cambio es el cuestionario. El cuestionario permite explorar las ideas de los alumnos a través del estudio sistemático de las respuestas (clasificación, ordenación en una escalera de aprendizaje y valoración de la

evolución de los modelos mentales y avance en dicha escalera de aprendizaje), así como la valoración de los posibles obstáculos que impiden que se avance hacia modelos mentales más exactos (es decir, más elevados en la escalera de aprendizaje) (Rivero y Porlán, 2017). Por lo que antecede, el cuestionario se constituye como mecanismo de evaluación “para” el aprendizaje, que puede guiar la planificación de las secuencias de actividades a desarrollar, como por ejemplo en el diseño de actividades de contraste para poner a prueba las ideas que han mostrado tener los estudiantes.

Así, el uso del cuestionario, planteado como instrumento sistemático de exploración de las ideas que verdaderamente tienen los alumnos, sin duda permitirá un mejor seguimiento del proceso de construcción del conocimiento que lleva a cabo cada alumno a un nivel más profundo que las preguntas compartidas en clase, y es esto lo que motiva la decisión de incluirlo en el acervo de principios didácticos que pretendo incorporar a la práctica habitual.

Principios didácticos

A modo de síntesis, expongo los principios didácticos que han guiado mi práctica, bien desde el diseño o que se han desprendido de la aplicación del CIMA, y que pretendo incorporar a mi práctica habitual.

- Lógica investigativa en secuencia de preguntas: convertir los contenidos que se pretenden enseñar en una serie de preguntas. Así, partiendo de un enigma inicial que suponga un reto a los estudiantes, y a través de una serie de actividades que estimulen la resolución del problema y la curiosidad, se crea una experiencia de aprendizaje mantenida.
- Organización del contenido en torno a grandes preguntas, de las cuales derivan otras preguntas, y a los principios estructurantes.

- Enseñanza centrada en el alumno por medio de actividades que interpelen de manera discursiva a los alumnos, que supongan retos y que despierten su curiosidad y que le confieran un papel activo en la construcción del conocimiento.
- Aproximaciones sucesivas a los conceptos complejos como para construir progresivamente el conocimiento, especialmente aquellos conceptos estructurantes, sobre los que es útil volver en numerosas ocasiones con el fin de afianzar su comprensión y favorecer su transferencia. Comenzar a explicar los conceptos con ideas sencillas y con un lenguaje cálido y poco complejo, para conectar con los alumnos, y de ahí, mediante las sucesivas aproximaciones, progresar hacia el empleo de los términos más formales y exactos (Bain, 2004).
- Repaso y contextualización del conocimiento ya alcanzado al comienzo de cada sesión.
- Creación de experiencias de aprendizaje diversas como elemento dinamizador (Bain, 2004).
- Valoración de las ideas de los alumnos: uso sistemático de cuestionarios de evaluación de las ideas como instrumento de exploración de las ideas que verdaderamente tienen los alumnos a un nivel mucho más profundo del que se puede intuir en clase mediante preguntas compartidas (Rivero y Porlán, 2017).
- Puesta en común de “razonamientos en voz alta” y reflexión crítica para promover la metacognición, desarrollar técnicas para dirigir el aprendizaje, y la integración del conocimiento (Gooding et al., 2017).
- Búsqueda de la motivación del alumno como objetivo prioritario: la motivación predice un mejor aprendizaje, rendimiento, creatividad, desarrollo óptimo y bienestar psicológico (Di Domenico, & Ryan, 2017).
- Fomento de un ambiente participativo y de respeto, en el que los alumnos puedan exponer, desarrollar sus ideas y contrastarlas.

Referencias bibliográficas

- Bain, K. (2004). *Lo que hacen los mejores profesores universitarios*. Valencia: Publicacions de la Universitat de València.
- Bunge, M., & Ardila, R. (2002). *Filosofía de la psicología* (2nd ed.). México D.F.: Siglo XXI.
- Council, N. R. (2015). *Reaching Students: What Research Says About Effective Instruction in Undergraduate Science and Engineering*. <https://doi.org/10.17226/18687>
- Dayan, P., & Abbott, L. F. (2001). *Theoretical neuroscience: computational and mathematical modeling of neural systems*. Cambridge (Massachusetts) and London (England): MIT Press. <https://doi.org/10.1086/461850>
- Di Domenico, S. I., & Ryan, R. M. (2017). The Emerging Neuroscience of Intrinsic Motivation: A New Frontier in Self-Determination Research. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11(March), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00145>
- Finkel, D. (2008). *Dar clase con la boca cerrada*. Valencia: Publicacions de la Universitat de València.
- Gooding, H. C., Mann, K., & Armstrong, E. (2017). Twelve tips for applying the science of learning to health professions education. *Medical Teacher*, 39(1), 26–31. <https://doi.org/10.1080/0142159X.2016.1231913>
- Kensinger, E. A. (2004). Remembering emotional experiences: the contribution of valence and arousal. *Reviews in the Neurosciences*, 15(4), 241–251. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15526549>
- Programa de la Asignatura Psicobiología Sistemica. (2018). Retrieved from <https://sevius.us.es/asignus/programa-publicado.php?codasig=1760005>
- Rivero, A. y Porlán, R. (2017). La evaluación de la enseñanza universitaria. En R. Porlán (Coord.), *Enseñanza Universitaria. Cómo mejorarla* (pp. 73-92). Madrid: Morata.