Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias
ISSN:
ISSN: 1697-011X
revista.eureka@uca.es
Universidad de Cádiz
España

Cómo enseñar a diseñar Secuencias de Actividades de Ciencias: Principios, elementos y herramientas de diseño

Jiménez-Liso, María Rut
Martínez-Chico, María
López-Gay Lucio-Villegas, Rafael

Cómo enseñar a diseñar Secuencias de Actividades de Ciencias: Principios, elementos y herramientas de diseño
Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 20, núm. 3, pp. 380101-380123, 2023
Universidad de Cádiz
Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92074779009
DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i3.3801

PDF generado a partir de XML-JATS4R por Redalyc
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Investigaciones de diseño

Cómo enseñar a diseñar Secuencias de Actividades de Ciencias: Principios, elementos y herramientas de diseño

How to Teach to Design Instructional Sequences: Principles, Elements, and Tools of Design

María Rut Jiménez-Liso
Grupo Sensociencia. Almería, España
mrjimene@ual.es
https://orcid.org/0000-0002-2175-1650
María Martínez-Chico
Grupo Sensociencia. Almería, España
mmartinez@ual.es
https://orcid.org/0000-0002-6219-7107
Rafael López-Gay Lucio-Villegas
Grupo Sensociencia. Almería, España
rlucio@ual.es
https://orcid.org/0000-0002-4012-4986

DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i3.3801

Recepción: 14 Noviembre 2022
Revisado: 19 Febrero 2023
Aprobación: 22 Febrero 2023

Acceso abierto diamante

Resumen

El diseño de secuencias de actividades para aprender ciencias es una de las principales tareas docentes que menos tenemos operativizada para su formación inicial o permanente. En este artículo queremos reflexionar sobre lo que aporta la investigación de diseño (DBR) al tradicional diseño de secuencias fundamentadas en la investigación (RBD) y las dificultades que hemos encontrado como formadores de docentes debido a la falta de concreción de los principios de diseño. Para solventarlo, planteamos tres niveles de concreción (principios, elementos y herramientas de diseño) que desarrollamos en torno a cinco dimensiones: epistemológicas, conceptuales, contextuales, didácticas, afectivo-emocionales e ideológicas. Además de plantear ejemplos concretos para algunas de estas dimensiones, proponemos el *diseño disimulado* como aplicación de esos niveles de concreción y como proceso de enseñar a diseñar a otros docentes en formación inicial (Master de Secundaria). Por último, comentaremos algunas inquietudes que no tenemos resueltas.

Palabras clave: Investigación de diseño, Diseño basado en la investigación, Secuencias de actividades, Diseño disimulado, Enseñar a diseñar.

Abstract

Designing Science teaching learning sequences is the teaching task least operationalized for pre-service or in-service teachers training. In this paper, we want to reflect on what Design-Based Research (DBR) contributes to the traditional Research-Based Design (RBD) of instructional sequences and their difficulties due to the lack of specificity of design principles. To solve it, based on our expertise as teacher educators, we propose three levels of specification (principles, elements and tools of design) developed around five dimensions: epistemological, conceptual, contextual, didactical, emotional and ideological. In addition to proposing specific examples for some of these dimensions, we propose the pretending design as an application of these levels of specification, as a process of teaching to design to pre-service Secondary School teachers training (Master's Degree in Secondary Education Teaching). Finally, we will comment on some concerns that we have not resolved.

Keywords: Design-Based Research, Research-Based Design, Instructional Sequences, Pretending Design, Teach to design.

Introducción

Durante la formación inicial los formadores de docentes queremos que transiten por todos los roles descritos por Papaevripidou *et al.* (2017): docentes como aprendices, como pensadores, analizadores, diseñadores y reflexivos en su práctica (teachers *as learners, as thinkers, as analyzers, as designers, as reflective practitioners*). De todos esos roles, de acuerdo con nuestra experiencia, el más difícil de conseguir es el de docente que diseña secuencias de actividades o SEAs (*teacher as designer*), dificultades que posiblemente tengan su origen en su experiencia previa como estudiantes y en las resistencias epistemológicas al cambio didáctico (Blanco-López *et al.,* 2018; Hamed *et al.,* 2020; Jiménez-Liso, Castillo-Hernández, *et al.,* 2021).

En nuestros primeros años como formadores de docentes solíamos plantear como actividad evaluable a los futuros docentes que diseñaran secuencias de actividades (SEAs), más concretamente en el marco de los años 90, que aplicasen *los modelos didácticos* a un tema de ciencia cotidiana. Al poco tiempo fuimos conscientes de que, además de inalcanzable para nuestros estudiantes (futuros docentes), nosotros mismos no teníamos dominio en la tarea de diseñar SEAs como tal, pues tan solo habíamos sido capaces de plantear algunas actividades sueltas o de adaptar secuencias de otros autores. Conscientes de esta deficiencia en nuestro propio dominio, dejamos de pedir a nuestros estudiantes que asumieran el rol de diseñadores y fuimos nosotros mismos los que decidimos asumir en primera persona ese papel: concentramos nuestro esfuerzo en el diseño de SEAs adecuadas para la formación inicial de docentes, SEAs que debían integrar el conocimiento científico con el conocimiento didáctico (Martínez-Chico *et al.,* 2014). Queríamos evitar así pedirle (y evaluar) a nuestro alumnado un diseño de SEAs que nosotros mismos no teníamos operativizado.

A pesar de nuestras dificultades e insatisfacciones, coincidimos en que la tarea de diseño es muy relevante en la actividad profesional docente, de hecho es una de las prácticas clave de enseñanza (Grossman, 2018; Rivero y Jiménez-Liso, 2021), tarea sobre la que existen numerosas propuestas sobre cómo realizarla, por ejemplo, *Replace-revise-report*, (Stuessy y Metty, 2007), *Action, Looking back on action, Awareness of Essentials aspects, Creating alternative methods of actions and Trial* ALACT (Korthagen, 2010). Todas estas propuestas fundamentadas en la mejora continua de una acción no tendrían sentido si no se comienza con un diseño, *planning-teaching-reflection* (Zembal-Saul *et al.,* 2000).

De hecho, es objeto de investigación didáctica desde hace décadas (Artigue, 1988), generándose una línea de investigación recurrente denominada investigación de diseño (D*esign Based Research* DBR, Easterday *et al.,* 2016; Nieveen *et al.,* 2006). A menudo es difícil distinguir esta línea de investigación (DBR) del diseño de SEAs fundamentadas en investigación (R*esearch Based Design*, RBD) y de su refinamiento. Como a lo largo de los años nos hemos movido entre ambas líneas (DBR y RBD) en este artículo, en primer lugar, queremos clarificarlas y, en segundo lugar, explicitar y aportar luz sobre aquellos aspectos que nos han resultado útiles en nuestra experiencia como diseñadoras. En tercer lugar, proponemos estratificar estos aspectos por niveles de concreción que ayuden a operativizar el proceso de diseño. En cuarto lugar, propondremos el *diseño disimulado* como proceso de aplicación de los diferentes niveles de concreción para el acompañamiento a futuros docentes, en este artículo del MPES (Máster de Profesorado en Educación Secundaria) pero aplicable también a futuros maestros y maestras, de aprender a diseñar y, por último, compartiremos algunas inquietudes sobre la investigación de diseño (DBR) que aún no tenemos resueltas.

La investigación de diseño (DBR) vs diseño fundamentado en la investigación (RBD)

El resumen histórico sobre el diseño de secuencias de actividades (RBD) realizado por (Guisasola *et al.,* 2021) muestra dimensiones para el diseño, comunes en diferentes propuestas: ideas alternativas de los estudiantes, análisis epistemológico del contenido curricular para justificar los objetivos de enseñanza-

PDF generado a partir de XML-JATS4R por Redalyc
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

aprendizaje, perspectiva socioconstructivista del aprendizaje, diseño de las actividades en función de los resultados de la investigación y evaluación en función del aprendizaje logrado por los estudiantes (Guisasola y Oliva, 2020). El citado simposio sobre DBR denominaba como *herramientas de diseño* aspectos similares a los anteriores: concepciones alternativas, lógica de la disciplina-epistemología, contextualización (Jiménez-Liso y de Manuel Torres, 2009; Kortland, 2007; Lupión-Cobos *et al.,* 2017), demandas cognitivas (Ametller *et al.,* 2005), modelos científicos escolares (Gómez *et al.,* 2007), etc. Si los grandes consensos que fundamentan el diseño de SEAs son idénticos entre la RBD y la DBR ¿qué las diferencia o para qué es necesaria una línea DBR?

Esta pregunta coincide con otra planteada en un reciente simposio celebrado en el marco del XI Congreso de investigaciones sobre DCE (Lisboa)[1]de qué diferenciaba la investigación de diseño (DBR) de los tradicionales diseños y refinamientos de SEAs fundamentados en investigación (RBD descritas por Juuti y Lavonen, 2006). Para responder a estas preguntas similares debemos diferenciar ambos procesos (DBR vs RBD). En palabras de Guisasola *et al.* (2021) lo que aporta la investigación de diseño (DBR) es que su foco está *en desarrollar una teoría humilde de intervención en el aula que caracterice el diseño en la práctica (en lugar de simplemente probar hipótesis).* Sería desarrollar una teoría de enseñanza, no de aprendizaje de las que ya tenemos consensos (Deans for impact, 2015), ya reclamada por Zembal-Saul (2017) en su ponencia del X congreso de Investigaciones en DCE (Sevilla).

Además de la generación de *teoría humilde* creemos que las diferencias también se encuentran en la manera de aproximarse a las recomendaciones de la investigación didáctica, pues en el caso del diseño de SEAs fundamentado en investigación (RBD) la aproximación a la investigación puede ser de una manera más implícita mientras que en el caso de la investigación de diseño (DBR) no solo debe ser explícita sino que debe ser objeto de investigación, a modo de control de variables. Podemos hacer la analogía entre artesanía e ingeniería (o técnica). La artesanía hace referencia a lo repetitivo y mecánico, aunque no conozcamos o explicitemos sus razones, mientras la ingeniería hace referencia al uso de conocimientos para llegar a un producto: necesidades, diseños, implementación, evaluación (Couso y Simarro, 2022). Son dos extremos entre los cuales podemos situarnos. También es verdad que el artesano está más vinculado a cada objeto concreto y necesidades concretas mientras el ingeniero busca un marco más general.

De acuerdo con lo que buscamos, es decir, un marco teórico que dé estatus científico al diseño, explicitar conocimientos y procedimientos que facilitan y mejoran la tarea de diseño, es lógico que nos situemos en el enfoque ingenieril. La idea es dejar de identificar el diseño como artesanal (Mor *et al*., 2013), producido por los artesanos-docentes para otorgarle valor para la investigación didáctica analizando su proceso para operativizarlo, *ingenierizándolo*. Pero diríamos en una *ingeniería suave* o flexible, con la capacidad adaptativa que se presupone al artesano.

En este proceso de *ingeniería didáctica* (Artigue, 1988), encontramos muchos procesos que sirven para identificar y explicitar los *principios de diseño*, por ejemplo, el análisis didáctico (Lupiáñez y Rico, 2008; Perales *et al.,* 2014, 2010; Rico-Romero, 2013), las fases de la investigación de diseño (Plomp y Nieveen, 2013), en concreto, la fase de diseño que plantean Guisasola *et al.* (2021). Estos *principios de diseño*, tenemos que reconocer que, debido a su alto grado de generalidad deben fundamentar cualquier diseño de SEA, pero difícilmente tienen utilidad para ayudar a los docentes a diseñar, pues si para diseñar una SEA adecuada para un determinado alumnado, fuera necesario hacer todo un proceso de diagnóstico de concepciones alternativas, de análisis histórico, su epistemología, de análisis del currículo, etc. sobre cada tema del currículo a impartir, estaríamos incrementando el ya sobrecargado quehacer diario de los docentes y esta estrategia alejaría aún más a la investigación didáctica de los docentes porque, de nuevo, los ponemos en la situación de que solo los investigadores tienen la capacidad (medida en tiempo) de desarrollar toda esta ingente cantidad de trabajo para producir una buena secuencia. A la investigación de diseño le corresponde la tarea de concretar estos *principios de diseño* en *herramientas* útiles para que el docente diseñe para su alumnado y aula de ciencias.

El proceso de enseñar a diseñar a otros docentes (en formación inicial o permanente), que nos viene preocupando y sobre el que hemos reflexionado nos está permitiendo identificar habilidades *innatas* de algunos docentes y dificultades en otros. Así como reconocer la capacidad de grupos de investigación

cercanos que ayudaban a otros docentes a diseñar programas de actividades pormenorizados que tanto nos han servido de referente (Couso, 2011; Gil Pérez y Martínez Torregrosa, 1987; Sanmartí, 2002). Nuestra preocupación se ha ido materializando en una reflexión, análisis y categorización continua sobre cómo diseñamos para compartirlo con otros docentes. Como muestra de nuestra preocupación compartida hemos analizado en varias ocasiones tanto el acompañamiento a estudiantes (Jiménez-Liso, Castillo-Hernández, *et al.,* 2021) y a compañeras (Jiménez-Liso, Giménez-Caminero, *et al.,* 2019; Jiménez-Liso, Delgado, *et al.,* 2021) en el diseño de SEAs. En este proceso de análisis cualitativo, hemos detectado la dificultad de transferir los *principios de diseño,* por lo que hemos visto la necesidad de concretar en tres niveles diferentes que diferencien recomendaciones de herramientas útiles para el diseño, como veremos a continuación.

Principios de diseño, elementos de diseño, herramientas de diseño

Si queremos ser capaces de poner orden en el caos de cómo diseñamos y cuáles son nuestros andamios para el diseño, lo primero que debemos hacer es diferenciar niveles de concreción en esos andamios que faciliten la operativización del proceso de diseño.

Cuando en el citado simposio se preguntaron por *herramientas de diseño* pudimos comprobar que algunas "herramientas" eran muy amplias, más bien recomendaciones como tener en cuenta las concepciones alternativas de los estudiantes y otras muy concretas, como por ejemplo un contexto determinado botellas de agua mineral (Rodríguez-Mora *et al.,* 2022), la compra-venta de un coche (Moreno-Fontiveros *et al.,* 2022), etc.). Con el término herramientas se hacía referencia a *todo* lo que utilizamos para realizar el diseño, desde ideas o conocimientos generales hasta ejemplos muy concretos. Difícilmente podremos transferir este proceso si no graduamos estos andamios.

Todos reconocemos una serie de consensos (Jiménez-Liso y Couso, 2020) o grandes recomendaciones y sugerencias que surgen de la investigación didáctica y que los diseñadores queremos tener en cuenta (y que ya se tenían en los diseños fundamentados en la investigación, *Research-Based Design* o RBD), de manera explícita o implícita. Podemos reservar el término *principios de diseño* para estos grandes consensos y recomendaciones.

Numerosos pueden ser los *principios de diseño* que, desde nuestra práctica habitual fundamentada en la literatura didáctica, agrupamos en siete, las cuatro primeras tomadas de los obstáculos del pensamiento docente (Porlán *et al.,* 2011; Rivero y López, 2020) y tres más añadidos de nuestra propia experiencia:

- Principios psicológicos, relacionados con cómo se concibe el aprendizaje y el papel del estudiante. Por ejemplo, los estudiantes tienen sus propias descripciones y explicaciones sobre diferentes fenómenos, y esas ideas que ya hay en su cabeza juegan un papel clave en el aprendizaje de ideas científicas (Bell, 1985; Pozo Municio y Gómez Crespo, 1998).

- Principios didácticos, relacionados con cómo se concibe la enseñanza. Por ejemplo, considerar que el enfoque de enseñanza guiado produce más efecto que el autónomo (Aguilera y Perales, 2018; Ferrés Gurt *et al.,* 2015).

- Principios ideológicos, relacionados con cómo se concibe la finalidad de la ciencia y de la educación científica. Por ejemplo, considerar que enseñar ciencias no es una actividad neutra ideológicamente y que los docentes pueden y deben "contaminar" al alumnado con un enfoque crítico de los problemas socioambientales que nos afectan (Cebrián-Robles *et al.,* 2021).

- Principios epistemológicos, relacionados con cómo se concibe el conocimiento y sus formas de validarse, en general y en las ciencias en particular. Por ejemplo, considerar que la ciencia está en construcción y, por tanto, el alumnado puede participar de ella, poniéndose en conflicto que es un conocimiento superior, absoluto y verdadero (Cobern y Loving, 2002).

A estos principios podemos añadir otros tres principios, procedentes de la investigación didáctica y de nuestra práctica como diseñadores:

- Principios conceptuales, relacionados con las grandes ideas y modelos de la ciencia, desde su selección hasta su contenido y transformación en ideas y modelos científicos escolares. Son el punto de llegada de

PDF generado a partir de XML-JATS4R por Redalyc
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

toda secuencia de actividades (*need to know principle,* Pilot y Bulte, 2006), que conllevarían una de las primeras tareas a realizar por los docentes a la hora de diseñar y secuenciar: la clarificación conceptual (López-Gay, 2012; Rivero *et al.,* 2013) con el punto de partida de las ideas personales del alumnado, es decir, los principios psicológicos antes señalados (Carrascosa, 2005; Quílez, 2019).

- Principios contextuales, con una doble aproximación, por un lado, centrado en el contexto de aplicación de la secuencia (características socioculturales y económicas del alumnado, aula, centro, etc.) y, por otro lado, centrados en la relevancia o proximidad a lo cotidiano al alumnado (Jiménez-Liso y de Manuel Torres, 2009; Lupión-Cobos *et al.,* 2017) y con el materialismo-dialógico de los objetos materiales utilizados en el aula (Hetherington *et al.,* 2018).

- Principios afectivos y emocionales, relacionados con la dimensión afectiva de la enseñanza de las ciencias para reconocer que no solo es una tarea cognitiva, tanto para los docentes como para el alumnado, por lo que a la hora de diseñar también hay que tener en cuenta qué emociones se producen cuando se enseña ciencias (Bellocchi, 2019; Saunders, 2013) y cuando se aprende ciencias (Dávila-Acedo *et al.,* 2015) y cuándo se producen esas emociones dentro de una secuencia de actividades (Jiménez-Liso, Gómez-Macario, *et al*., 2020; Jiménez-Liso, Martínez Chico, *et al.,* 2021).

Estos *principios de diseño*, siendo necesarios y útiles para el diseño, son a menudo difíciles de transferir directamente al diseño de una SEA, sobre todo para docentes nóveles en formación, por lo que necesitamos aumentar niveles de concreción que les ayuden a secuenciar SEAs.

El siguiente nivel más concreto que los principios, lo vamos a denominar *elementos* y, el siguiente *herramientas* de diseño. Para entender la diferencia entre los niveles usamos la analogía con los distintos niveles en el diseño-montaje de los muebles de IKEA:

- En el primer nivel se caracteriza cómo debe ser la estética de los muebles su funcionalidad o sus exigencias medioambientales (principios de diseño) que condicionarán todo el diseño que se haga. Puede haber diseñadores expertos que modifiquen o realicen sus diseños atendiendo a estos grandes principios, pero lo habitual es precisar de aspectos más concretos.

- En el segundo nivel de concreción como *elementos de diseño*, se diseñan las diferentes partes del mueble en función de la composición, la cantidad de madera necesaria, etc. Cada parte que se diseña tiene entidad y utilidad en sí misma, aunque no se requiera ensamblarlos. De hecho, se testean los elementos diseñados en función de los principios de diseño (firmeza, utilidad, estética, etc.) como resultado de su implementación.

- En el tercer nivel de concreción, además se diseña el "librito de IKEA", la auténtica *herramienta de diseño* que ayuda a montar el mueble (máximo nivel de concreción) herramienta del diseño-adaptación-montaje de secuencias de actividades, que es útil a los usuarios (en nuestro caso docentes) independientemente del idioma que hable quien lo monte.

A modo de ejemplo, usaremos la dimensión epistemológica: las recomendaciones que surgen de la investigación sobre Naturaleza de la Ciencia (NoS) es que los docentes *desarrollen con su alumnado qué es la ciencia y cómo se construye*. Al tener en cuenta este *principio de diseño* se nos abre un debate sobre si trabajarlo con un enfoque explícito o implícito (Duschl y Grandy, 2008) que condiciona muchísimo el diseño, pues si asumimos un enfoque explícito podemos utilizar un evento de la Historia de la Ciencia para reflexionar sobre NoS y daría una SEA muy diferente a si utilizamos un enfoque implícito con una indagación sobre pH bucal (Jiménez-Liso, López Banet, *et al*., 2021; Jiménez-Liso, López-Banet, *et al.,* 2020). Por eso, de la recomendación trabajar la NoS en secundaria (*principio de diseño*) podemos reconocer los enfoques explícito-implícito con un nivel más de concreción que hemos denominado *elemento de diseño*. Podemos, además, aumentar otro nivel de concreción (*herramientas de diseño*) si proporcionamos a los diseñadores un andamio mucho más operativizado, una línea del tiempo histórica de los ácidos y las bases (Jiménez-Liso, Lopez-Banet, *et al.,* 2020) que permite a quien diseña centrar la SEA en un momento histórico clave (el año 1923) para poner en conflicto la imagen acumulativa lineal del alumnado ya que en esa fecha tres investigadores de manera independiente (sin conexión entre ellos, Brönsted, Lowry y Lewis) propusieron dos interpretaciones diferentes (dos de ellos coincidentes)

PDF generado a partir de XML-JATS4R por Redalyc
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

partiendo de problemas y paradigmas muy diferentes, unos desde el paradigma protónico y otro desde el electrónico.

Una vez consensuados muchos *principios de diseño*, debemos aspirar a aterrizar en un "librito de IKEA" que los concrete en elementos y herramientas que nos sean útiles para diseñar SEAs. No se trata de ofrecer instrucciones sino de transformar los grandes consensos (Jiménez-Liso y Couso, 2020) y recomendaciones de la investigación didáctica en aportes, herramientas útiles para que los docentes diseñemos nuestra enseñanza (y otros docentes su enseñanza). Para ello, hemos construido una tabla operativa con los diferentes niveles de concreción (principios, elementos y herramientas) que puedan ser útiles y transferibles a la hora de diseñar (tabla 1). Queremos indicar que para diseñar no es necesario considerar todas y cada unas de las celdas de la tabla 1 sino que puede servir como instrumento de diseño al ir picoteando sobre las celdas, o también como criterios de valoración de materiales ya diseñados por editoriales o por otros grupos de investigación para aquellas propuestas que, como comentábamos en la introducción de este artículo, prefieran que los futuros docentes aprendan a saber valorar (más que diseñar) materiales con criterios didácticos como los que se indican en la tabla 1.

En el siguiente apartado de este artículo mostraremos ejemplos de cómo utilizar cada nivel de concreción para el diseño y de la utilidad y las dificultades de cada nivel que hemos encontrado al enseñar a diseñar SEAs a los futuros docentes de secundaria (aplicable también para la formación de maestros y de maestras).

Tabla 1

Ejemplos de Principios, elementos y herramientas de diseño para cada dimensión

Concreción		Epistemológicos	Conceptuales	Contextuales	Psicológicos	Didácticos	Emocionales	Ideológicos
	Principios	Desarrollar la Naturaleza de la Ciencia.	Seleccionar el gran modelo científico escolar.	Contextualizar Buscar relevancia del contenido. *Context based learning.*	Tener en cuenta las concepciones alternativas del alumnado. No considerarlas como error (punitivo).	Perspectiva socioconstructivista Desarrollar un enfoque de prácticas científicas.	Reconocer las dimensiones afectivas y emocionales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.	Educación cargada de ideología (no es neutra) y fomentar el enfoque crítico.
	Elementos	Enfoques explícito vs implícito de NoS.	Clarificación conceptual. Concretar los elementos o grandes ideas de cada gran modelo científico escolar.	Un contexto relevante propio o de la bibliografía.	Una dificultad detectada en el aula o bibliografía, por ejemplo, confusión masa=peso.	Enfoque de enseñanza por indagación y modelización Fases de la indagación: preguntas, hipótesis…	Emociones identificadas en el aula de ciencias cuando se aprenden (Dávila-Acedo et al., 2015) o se enseñan (Saunders, 2013).	Elección de un problema sociocientífico o ambiental para fomento del pensamiento crítico.
	Herramientas	Revisión histórica o timeline de un contenido (Jiménez-Liso, López-Banet, et al., 2020).	Progresiones de aprendizaje teóricas o empíricas. Mapas de progresión (Department of Education and Training, 2019) o los landscapes (Vergara Sandoval et al., 2020).	Cuadro resumen con todas los contextos encontrados sobre un tema, por ejemplo en química (Jiménez-Liso & de Manuel Torres, 2009) o de controversias sociocientíficas (Díaz Moreno & Jiménez-Liso, 2012).	Cuadro resumen de concepciones alternativas de revisión bibliográfica sobre un tema, por ejemplo, flotación (Castillo-Hernández, 2022).	Ciclos de indagación o de modelización (Couso, 2020; Garrido-Espeja, 2016; Jiménez-Liso, 2020).	Ciclo emocional ligado a los ciclos de indagación y modelización (Figura 1 con emociones obtenidas en López-Banet et al., 2021).	Ciclo de argumentación y SSI (Evagorou et al., 2014).

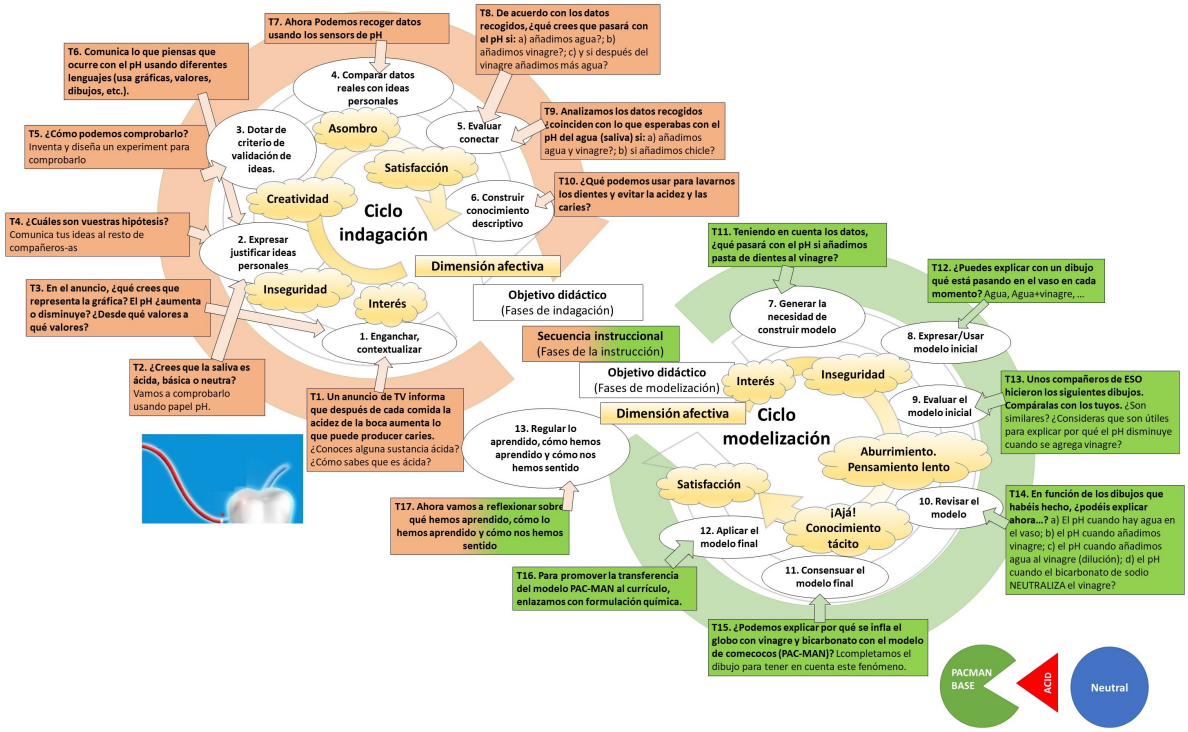

Figura 1

Ciclos de indagación y modelización con ciclo de emociones (adaptado de Jiménez-Liso *et al.,* 2022)

Una propuesta para enseñar a diseñar SEAs de indagación y modelización: el diseño disimulado

Hasta aquí se ha presentado una reflexión, basada en la literatura didáctica y en nuestra propia experiencia como diseñadores, que nos ha permitido establecer dimensiones y categorías en el proceso de diseño. En esta segunda parte del trabajo, ejemplificaremos esas categorías en algunas de las dimensiones establecidas a partir del análisis cualitativo de una experiencia de diseño colectivo con futuros docentes de Secundaria[2].

La necesidad de que los futuros docentes diseñen secuencias de actividades en la formación inicial responde a la idea de que el conocimiento práctico profesional solo puede producirse si se parte de la reflexión de problemas prácticos (Porlán y Rivero, 1998). El problema de diseñar actividades (o SEAs) suele ser un problema de profesores en activo, pero no tanto de los docentes en formación inicial que aún no perciben el problema del diseño como propio ni supone todavía un reto profesional la preparación de secuencias de actividades. Los estudiantes del Máster de Formación de Profesorado de Educación Secundaria (MPES en adelante) como desarrollan su formación en un solo curso y tienen el prácticum o prácticas de enseñanza próximas a (o en medio de) las asignaturas de didácticas específicas, suelen vivir una aproximación a esta problemática, por lo que nos encontramos en la situación óptima para avanzar en su formación como diseñadores de SEAs. En nuestra propuesta docente, los estudiantes viven como estudiantes secuencias diseñadas por nosotros que después las implementan al comienzo de su periodo de prácticum para que evalúen su efectividad con su propio alumnado. Los resultados los animan a querer enfrentarse al diseño propio sobre la temática acordada con su tutor/a profesional (docente de secundaria en activo). Previamente disimulamos un diseño colectivo, todos sobre un mismo tema. Usamos el término disimular en su acepción de la RAE de *fingir ignorancia o desconocimiento de algo*, porque para operativizar el diseño y ser capaces de enseñar a diseñar a otros, los formadores de docentes previamente tenemos que tenerlo muy diseñado, aunque a los estudiantes se lo planteamos como si se tratase del diseño

de un tema nuevo para nosotros, y anticipar todos los pasos a realizar y todas las posibles dificultades. Esta anticipación nos sirve para poder retroalimentarlos (dar un *feed-back* y un *feed-forward* adecuados). Por motivos de espacio, a modo de ejemplo destacamos cuatro de las siete dimensiones[3] de diseño señaladas en la tabla 1 y la evolución y concreción de nuestras propuestas a lo largo de varios cursos de implementación.

Dimensión psicológica

Como señalan Rivero y López (2020), uno de los primeros saltos en el cambio de pensamiento docente tiene que ver con los aspectos psicológicos, es decir, el reconocimiento de que el alumnado tiene ideas personales sobre muchos temas científicos, bien por su experiencia personal, inducidas por la enseñanza y/o reforzadas por los medios de comunicación o su entorno social (Pozo, 2020). Tras haber sido conscientes de sus propias concepciones alternativas cuando vivían las secuencias de indagación diseñadas por nosotros, los estudiantes del MPES fueron capaces de detectarlas en sus alumnos de secundaria al implementar las mismas secuencias.

En el diseño colectivo posterior, al enfrentarlos al *diseño disimulado*, si planteamos este aspecto como *principio de diseño: recordad que en vuestro diseño tener en cuenta las concepciones alternativas*, sus propuestas quedaban reducidas a elaborar un cuestionario propio (sin fundamentarse en bibliografía didáctica) para el inicio de su secuencia, de escasa utilidad para el aprendizaje de sus futuros estudiantes. Por ello, en cursos posteriores, afinamos la actividad de diseño aterrizando en una concepción alternativa concreta que hubieran detectado en su implementación, por ejemplo, la dificultad de sus alumnos para diferenciar entre respiración de las plantas y fotosíntesis tras haber vivido la secuencia de si un garbanzo es o no un ser vivo (Martínez-Chico *et al.,* 2020) o la identificación de la escala de pH como lineal en vez de logarítmica en la secuencia del chicle y pH bucal (López-Banet, Jiménez-Liso, *et al.,* 2021). Una sola concepción alternativa condicionó el diseño de la secuencia de actividades que diseñaron y reorientó su enseñanza hacia un objetivo de instrucción y diferentes contextos en que tener en cuenta esta concepción alternativa, convirtiéndose en un *elemento de diseño*, pues aumenta el grado de concreción del diseño.

La *herramienta de diseño* relacionada con los aspectos psicológicos sería disponer de una revisión bibliográfica y sistematizada de las concepciones alternativas sobre el tópico a aprender. Como hemos indicado en el párrafo anterior esta herramienta no siempre es necesaria, pues una sola concepción alternativa puede ser el detonante de una secuencia sin necesidad de tener operativizada todas las concepciones alternativas sobre un tema. Cuando disponemos de esta revisión sistemática puede ayudar a tener en cuenta las concepciones alternativas relacionadas con las *situaciones de aprendizaje* (en nomenclatura de la nueva LOMLOE) a diseñar o incluso a establecer una progresión de aprendizaje con SEAs enlazadas.

Dimensión didáctica

Más dificultad encontramos en su cambio de enfoque de enseñanza a pesar de que los futuros docentes en formación han vivido, reflexionado, identificado el enfoque de enseñanza por indagación y modelización (MBI) y lo han implementado y evaluado su efecto en sus propios estudiantes de ESO.

De nuevo, cuando nuestras propuestas para los estudiantes MPES eran grandes recomendaciones como que diseñen con enfoques próximos a las prácticas científicas, por ejemplo MBI, (*principio de diseño*) a pesar de haberlo vivido en nuestra asignatura e implementado en su primer periodo de prácticum, suelen reducir esta recomendación a buscar un experimento con el que "motivar al alumnado" en su sentido de entretener o amenizar (Jiménez-Liso *et al.,* 2018) y no tanto en el de dar motivos para querer aprender, que tenga sentido.

En cursos posteriores aumentamos el nivel de concreción aportándoles las fases de la indagación y de la modelización (*elementos de diseño*) y en el último curso concretamos usando los ciclos (figura 1, *herramienta de diseño*) con cajas vacías para:

1. identificar las actividades de nuestras SEAs vividas en nuestras clases. Esto nos permitió analizar sus dificultades para reconocer las actividades en cada fase de indagación. Por ejemplo suelen pasar desapercibidas las actividades de planificación, evaluación o desarrollo de diseños para obtener pruebas, a pesar de incluir en todas nuestras SEAs una actividad que comienza con *¿cómo podemos comprobarlo? Planifica un diseño experimental...* Ocurre algo similar con la transformación de datos en pruebas, que la suelen unificar con la recopilación de datos, como si fueran pasos obvios, sin tener en cuenta la importancia de ralentizar este proceso en el aula de Secundaria y de detenernos tanto en la lectura de los datos como en su análisis: *¿en qué coinciden los datos con vuestra hipótesis? ¿en qué no?*

2. Redactar el enunciado de las actividades de su SEA. Debemos señalar que este paso no es fácil, por muy trivial que lo parezca a las personas con una mínima experiencia en diseño, pues requiere asumir que el protagonista de la actividad no es el docente ni es su guion de clase (explicar, preguntar, mostrar, encargar ejercicios...) sino que los protagonistas son los estudiantes. Esto supone un cambio no inmediato para un docente novel: usar verbos (acciones a realizar por el alumnado) en segunda persona del singular o plural (individuales o grupales) evitando preguntas que incluyan ¿por qué...?, transformándolas en otras más imaginativas e investigables (Tena y Couso, 2022) ¿cómo puedes explicar...?, ¿cómo lo comprobarías?, etc.

Los ciclos ayudan al diseño, pero queremos señalar que no es necesario seguir un orden cronológico en los ciclos de indagación y modelización que se presentan diferenciados. A veces (muy pocas) la pregunta ha sido el detonante de algunas de nuestras SEAs (Jiménez-Liso, Martinez Chico, *et al.,* 2021; Martínez-Chico *et al.,* 2020), la mayoría de las veces esta pregunta que "engancha" surge en mitad del proceso al intentar contextualizar el contenido propuesto por los tutores profesionales (profesorado de secundaria en los centros de prácticum).

La ayuda que proporcionan los ciclos de indagación y modelización como herramientas de diseño didácticas se ve mermada por las resistencias de los estudiantes del MPES producidas por la cultura del centro en el que realizan las prácticas de enseñanza y por su propio pensamiento docente acumulado durante sus años como alumnos (Jiménez-Liso, Castillo-Hernández, *et al.,* 2021). La resistencia más habitual procede del esquema simple de *primero explico y luego hago el experimento (aplico)*. Teniendo en cuenta estas resistencias la propuesta que planteamos en el *diseño disimulado* es separar el ciclo de indagación (Jiménez-Liso, 2020) del de modelización (Couso, 2020; Garrido-Espeja *et al.,* 2022) porque ayuda a identificar el conocimiento descriptivo que genera la necesidad de explicarlo (modelo).

Dimensión contextual

Si en la dimensión didáctica indicábamos la resistencia y dificultad de los docentes en formación MPES, en esta dimensión contextual suelen atenderlos con facilidad, planteando diversos contextos relacionados con los contenidos que quieren enseñar, pues reconocen rápidamente la necesidad de conectar los aprendizajes con la realidad o la vida cotidiana del alumnado (Claxton, 1984), recomendación habitual como *principio de diseño*.

La dificultad aparece cuando intentan encajar un contenido concreto en un determinado contexto de la vida cotidiana que suele necesitar de muchos más contenidos para explicarlo (fricción contexto-contenido, Kortland, 2007) y requiere clarificar todo lo que se necesita saber (*need to know principle*, Pilot y Bulte, 2006).

Dado que los contextos pueden dificultar el aterrizaje en los contenidos a aprender (Jiménez-Liso y de Manuel Torres, 2009) en el *diseño disimulado* condicionamos, como *elemento de diseño*, la elección de un solo fenómeno (Acher *et al.,* 2007), y especialmente condicionamos que la selección de los objetos concentre la atención sobre el objetivo didáctico a conseguir (y evitar dispersiones por un uso indebido de muchos objetos, Hardman *et al.,* 2022). Por ejemplo, la elección del garbanzo como la legumbre a utilizar en la secuencia de la respiración de las semillas respondió a evitar polisemias (judías, chícharos, habichuelas, frijoles, alubias, porotos, fabes, etc.), a pesar de que en esta última legumbre el intercambio gaseoso es más observable al medirla con sensores de CO_2 y O_2.

PDF generado a partir de XML-JATS4R por Redalyc
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Para superar estas dificultades, y facilitar el proceso de diseño en este nivel de concreción (*elementos de diseño*) deberíamos ofrecer la selección de fenómenos que interpelen al alumnado y analizarlos en función lo que se necesita saber para comprenderlo. El siguiente nivel de concreción (*herramientas de diseño*) sería poner a disposición de los docentes-diseñadores un banco de contextos (Jiménez-Liso y de Manuel Torres, 2009) o de objetos (*testing objects*, Castillo-Hernández, 2022) para que los docentes seleccionen o adapten el conocimiento necesario (modelizarlo) que les evite las fricciones entre contexto-contenido.

Dimensión afectiva

Desde hace más de una década se está contemplando la necesidad de considerar los aspectos afectivos en el aprendizaje de las ciencias, en concreto, las emociones y su autorregulación (Hugo, 2008), así como su importancia en el desarrollo profesional de los docentes de ciencias, sobre todo en sus primeros años (Bellocchi, 2019; Mellado *et al.,* 2014). Debido a este reconocimiento, se están identificando las emociones-sentimientos-sensaciones de los y las estudiantes durante el proceso de enseñanza-aprendizaje (Dávila-Acedo *et al.,* 2021; Ezquerra *et al.,* 2022; López-Banet, Aguilera, *et al.*, 2021). El ciclo emocional (nubes amarillas) que hemos añadido a los ciclos de indagación y modelización proceden de las percepciones de aprendizaje y emociones del alumnado de diferentes niveles educativos y correlaciones entre sí en cada momento del proceso de aprendizaje vivido recopilado en varios estudios (Jimenez-Liso *et al.*, 2021; Jiménez-Liso *et al.,* 2022; Jiménez-Liso, Martínez-Chico, *et al.*, 2019; López-Banet, Aguilera, *et al.,* 2021).

En las primeras implementaciones de *diseño disimulado* reflexionamos, en primer lugar, sobre lo que los futuros docentes del MPES sintieron al vivir nuestras SEAs y, en segundo lugar, las identifican con su alumnado de secundaria cuando implementan las SEAs en el período de prácticum. El *principio de diseño* de esta dimensión afectiva es que deben considerar los aspectos afectivos y emocionales en sus diseños de SEAs. Los resultados de esta recomendación nos indican que la reflexión no siempre la vemos reflejada en sus diseños, más allá de la incorporación de una actividad final de autorregulación idéntica a nuestra propuesta (Jiménez-Liso *et al.,* 2022).

Del mismo modo que hicimos para la dimensión psicológica y la selección de una concepción alternativa detonante, las emociones identificadas en momentos concretos (situacionales) sí que pueden servir como *elemento de diseño*, pues, tener identificadas emociones-sensaciones concretas que se producen en el aula nos permite anticiparnos a ellas, y hacer conscientes al alumnado para que no se bloqueen (inseguridad) o para que no pasen desapercibidas (satisfacción). Pero la auténtica *herramienta de diseño* de estos aspectos afectivos o emocionales es usar en el diseño disimulado el ciclo emocional (en amarillo en la figura 1), que puede usarse en ese orden o cualquier otro que les permita tomar decisiones sobre la secuenciación de determinadas actividades. Por ejemplo, si sabemos anticipadamente que una actividad produce una emoción concreta como el asombro (momento oh) debemos reservarla para después de la explicitación de ideas, no muy al principio de la secuencia de indagación para que genere la necesidad del conocimiento tácito (momento ajá) en el ciclo de modelización (Jiménez-Liso, Martínez-Chico, *et al.,* 2021). La identificación de los sentimientos-emociones en cada momento de la secuencia de actividades nos permite tomar decisiones sobre las actividades que favorezcan esos momentos y otros estados emocionales como el Flow (Castillo-Hernández, 2022; Csikszentmihalyi, 2014; Montoro-Medina y Gil-Cuadra, 2019).

Los aspectos psicológicos, didácticos, contextuales y afectivos que hemos descrito en este apartado han servido de ejemplos sobre los diferentes niveles de concreción en el proceso de diseño (desde los principios más generales hasta las herramientas más concretas) que favorecen la toma de decisiones sobre el diseño de secuencias de actividades. La tabla 1 con los siete principios de diseño debe ser ampliada y concretada en otros procesos de diseño lo que favorecerá la explicitación y operativización del diseño, al mismo tiempo que podrá ser utilizada de protocolo de análisis y, por tanto, de instrumento de la investigación sobre el diseño.

Estas decisiones-herramientas de diseño identificadas después de los múltiples diseños colectivos de nuestro grupo Sensociencia, del análisis cualitativo sobre cómo diseñamos individualmente y de la reflexión

PDF generado a partir de XML-JATS4R por Redalyc
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

conjunta sobre todo el proceso de diseño, hemos querido hacérsela vivir a nuestro alumnado en formación inicial de docentes (tanto de Secundaria como en la formación inicial de maestros-as), de manera gradual, reconociendo una vez más que es un proceso que tenemos que optimizar, pues podemos considerarla como una *ingeniería didáctica* como la denominaba Artigue (1988) y como en cualquier proceso ingenieril no solo hay que fabricar un producto y "probarlo" sino que también hay que operativizarlo y optimizarlo (Couso y Simarro, 2022).

Algunas inquietudes no resueltas

Sobre la necesidad de DBR

En este artículo hemos centrado la investigación de diseño (DBR) en un problema particular de los formadores de docentes: enseñar a diseñar secuencias de actividades a otros docentes (en formación inicial o permanente). Las principales razones las recogemos de la literatura (Carlson *et al.,* 2019; Korthagen, 2010; Porlán y Rivero, 1998) porque diseñar SEAs ayuda a que los docentes desarrollemos conocimiento profesional docente, conocimiento didáctico y, añadimos, conocimiento científico de manera integrada (Martínez-Chico *et al.,* 2017). Junto con este reconocimiento de las ventajas de diseñar SEAs reconocemos las dificultades que conlleva, la falta de autonomía de los docentes en formación (inicial o permanente) y lo escasamente operativizado que tenemos este proceso los docentes expertos en diseñar. Este artículo responde a la necesidad de clarificar este proceso para poder compartirlo e incluso para ser más autónomos, que no solitarios, pues el proceso de diseño se enriquece cuando se realiza colectivamente.

La inquietud con la DBR proviene desde la perspectiva de docentes (no de formadores de docentes), pues no pensemos que la tarea diaria de los docentes en activo es diseñar de principio a fin todas las actividades que conforman una secuencia que realizará en clase su alumnado. Por lo que el objetivo de investigar sobre el proceso de diseño nos puede alejar de los problemas prácticos docentes y nuestros artefactos de la investigación de diseño (las herramientas, los elementos y los principios de diseño) ser poco relevantes y útiles o estar lejos de los intereses y de las búsquedas del quehacer diario de los docentes.

Para salvar la brecha entre investigación didáctica y práctica docente los diseños de programas guía fundamentados en investigación (RBD) o el refinamiento de SEAs de manera sistematizada ya tenía carácter investigador y de generación de conocimiento, de hecho la DBR es fruto de que recorrimos aquel proceso en numerosas ocasiones, muy pegados al (o dentro del) aula, con la finalidad de producir diseños, artefactos, que fuesen útiles para la enseñanza "del día siguiente" fundamentada en el conocimiento didáctico. En el caso de DBR la finalidad es avanzar el proceso mismo de diseño, responde al problema de cómo se elabora el diseño, que está más pegado a los intereses investigadores y de formadores de docentes.

Coherencia metodológica con DBR

La caracterización en niveles de concreción realizada en este artículo surge de un proceso iterativo de diseñar-implementar y evaluar (análisis cualitativo) SEAs sobre diferentes tópicos que han ido configurando nuestros propios *principios, elementos y herramientas de diseño* como productos de la investigación de diseño a refinar. Esta sistematización de estos tres niveles de concreción del diseño coincide con el doble objetivo de la investigación de diseño (DBR) pues, por un lado, contribuye al diseño de SEAs fundamentadas en la investigación (RBD) y, por otro, ayuda a validarlos los principios, elementos y herramientas que lo sustentan (Méheut y Psillos, 2004). Para este proceso de validación DBR es fundamental describir los criterios que los sustentan pues en la literatura habitualmente suelen ser poco medibles, poco robustos, o centrados en la efectividad de los productos (Tena y Couso, 2023). Estas autoras proponen una mirada ascendente de la validación hacia los principios de diseño centrándola en criterios como la utilidad, la confiabilidad y validez-coherencia (interna y externa). De esta manera, consideramos como indispensable esta evaluación de la DBR y no tanto el proceso iterativo (o reiterativo) en sí, del mismo modo que el producto de la investigación en la DBR ya no solo son las SEAs sino que podemos analizar y validar niveles superiores como las *herramientas, elementos* o los *principios de diseño*.

PDF generado a partir de XML-JATS4R por Redalyc
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Esta línea de investigación DBR ayuda a acortar la brecha entre investigación y práctica docente (también la nuestra de formación de formadores), pues además de producir SEAs fundamentadas y refinadas, pone el foco en los procesos de diseño y cómo ayudar a diseñar a otros docentes. Ahora nos queda aproximar también los procesos de investigación a la práctica docente. Al igual que tratamos de diseñar SEAs que sean útiles y relevantes para el profesorado (y su alumnado), de caracterizar el diseño para ser capaces de transferirlo, o de enseñar a diseñar, también deberíamos esforzamos por acercar los métodos de investigación y los resultados para que tengan sentido para los docentes (Couso, 2021). Pues si estos métodos de investigación son ajenos a la práctica docente, podemos estar fabricando una *pseudodidáctica* (Jiménez-Liso, Delgado, *et al.,* 2021) con un tratamiento estadístico excesivo del que extraemos recomendaciones, sugerencias o pócimas de composición desconocida para el profesorado. O peor aún, implicar al profesorado en investigaciones de diseño donde ni los métodos ni los análisis les sirvan para nada con cuestionarios supervalidados y fáciles de tratar estadísticamente que interrumpen el proceso de aprendizaje del alumnado y cuyo análisis poco les aporta.

Los instrumentos de investigación tomados de la propia secuencia de actividades con las producciones del alumnado (dibujos, conversaciones-audio, vídeos, informes de autorregulación, etc.) que no interrumpen el proceso de aprendizaje (Jiménez-Liso *et al.,* 2022), nos complica la vida como investigadores, pero permite incorporar en la interpretación al propio profesorado y los resultados sirven para que identifiquemos en qué fijarnos para que no pase desapercibido ni para ellos ni para nosotros (*noticing*, Chan *et al.,* 2021) y hagamos sólida la relación innovación-práctica docente para que pueda ser permanente en el tiempo cuando esta deje de ser novedosa.

Para terminar, en este artículo hemos realizado una aportación sobre la reflexión acerca del proceso de diseñar (y de enseñarlo a futuros docentes) desde la propia práctica, con una categorización en diferentes niveles de concreción de los principios, elementos y herramientas de diseño con ejemplos así como la propuesta de un proceso para enseñar a futuros docentes a través del *diseño disimulado* ejemplificado todo en resultados de aplicarlo en el Máster de Formación de Profesorado de Secundaria, por lo que asumimos como agenda futura de investigación el análisis de los resultados de la mejora de los diseños en la formación inicial de maestros y maestras.

PDF generado a partir de XML-JATS4R por Redalyc
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Agradecimientos

Queremos agradecer a los investigadores de Didáctica de las Ciencias Experimentales que nos han precedido y que tanto nos han hecho reflexionar sobre el contenido de este artículo. También al MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ por el proyecto PID2020-116097RB-I00, a la Junta de Andalucía por el proyecto P20_00094 y al plan propio de la UAL por el proyecto UAL2020-SEJ-D1784 sostenidos con financiación FEDER.

Referencias bibliográficas

Acher, A., Arcá, M., & Sanmarti, N. (2007). Modeling as a Teaching Learning Process for Understanding Materials: A Case Study in Primary Education. *Science Education, 91*(3), 398–418. https://doi.org/10.1002/sce

Aguilera, D., & Perales, F. J. (2018). What Effects Do Didactic Interventions Have on Students ' Attitudes Towards Science ? A Meta-Analysis. *Research in Science Education*. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11165-018-9702-2

Ametller, J., Leach, J., Scott, P., Lewis, J., & Hind, A. (2005). Utilizar los resultados de investigación en el diseño de secuencias didácticas. El proyecto EPSE (Evidence-informed Practice in Science Education). *Enseñanza de Las Ciencias, Número Extra. VII Congreso*, 1–4.

Artigue, M. (1988). Ingénierie Didactique. *Recherche En Didactique Des Mathématiques, 9*(3), 281–307.

Bell, B. (1985). Students' ideas about plant nutrition: What are they? *Journal of Biological Education, 19*(3), 213–218. https://doi.org/10.1080/00219266.1985.9654731

Bellocchi, A. (2019). Early career science teacher experiences of social bonds and emotion management. *Journal of Research in Science Teaching, 56*(3), 322–347. https://doi.org/10.1002/tea.21520

Blanco-López, Á., Martínez-Peña, B., & Jiménez-Liso, M. R. (2018). ¿Puede la investigación iluminar el cambio educativo? *APICE, Revista de Educación Científica, 2*(2), 15–28. https://doi.org/https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4612

Carlson, J., Daehler, K. R., Alonzo, A. C., Barendsen, E., Berry, A., Borowski, A., Carpendale, J., Ho-Chan, K., Cooper, R., Friedrichsen, P., Gess-Newsome, J., Henze-Rietveld, I., & Hume, A. (2019). The Refined Consensus Model of Pedagogical Content Knowledge in Science Education. In A. Hume, R. Cooper, & A. Borowski (Eds.), *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science* (pp. 1–329). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2

Carrascosa, J. (2005). El Problema De Las Concepciones Alternativas En La Actualidad (Parte I). Análisis Sobre Las Causas Que La Originan Y / O Mantienen. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias, 2*, 183–208. https://doi.org/1697-011x

Castillo-Hernández, F. J. (2022). *Análisis de secuencias de enseñanza y aprendizaje sobre el fenómeno de flotación en el marco de la investigación de diseño*. Almeria.

Cebrián-Robles, D., España-Ramos, E., & Reis, P. (2021). Introducing preservice primary teachers to socioscientific activism through the analysis and discussion of videos. *International Journal of Science Education, 43*(15), 2457–2478. https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1969060

Chan, K. K. H., Xu, L., Cooper, R., Berry, A., & van Driel, J. H. (2021). Studies in Science Education Teacher noticing in science education : do you see what I see ? *Studies in Science Education, 57*(1), 1–44. https://doi.org/10.1080/03057267.2020.1755803

Claxton, G. (1984). *Live and learn. An introduction to the psychology of growth and change in every life*. Harper y Row Pulishers.

Cobern, W. W., & Loving, C. C. (2002). The Card Exchange: Introducing the Philosophy of Science. In W. F. McComas (Ed.), *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies* (pp. 73–82). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/0-306-47215-5_4

Couso, D. (2011). Las secuencias didácticas en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias: modelos para su diseño y validación. In A. Camaño (Ed.), *Didáctica de la Física y la Química* (pp. 57–84). Graó.

Couso, D. (2020). Aprender ciencia escolar implica construir modelos cada vez más sofisticados de los fenómenos del mundo [Learning school science involves building increasingly sophisticated models of world phenomena]. In D. Couso, M. R. Jimenez-Liso, C. Refojo, & J. A. Sacristán (Eds.), *Enseñando ciencia con ciencia* (pp. 70–81). Penguin Random House Grupo Editorial. https://www.fecyt.es/es/publicacion/ensenando-ciencia-con-ciencia

Couso, D. (2021). *Aproximación de métodos de investigación a la práctica docente*.

Couso, D., & Simarro, C. (2022). Didáctica de la ingeniería: tres preguntas con visión de futuro Resumen. *Enseñanza de Las Ciencias Revista de Investigacíon y Experiencias Didácticas*, 1–18. https://doi.org/https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3507

Csikszentmihalyi, M. (2014). *Applications of Flow in Human Development and Education*. Springer.

Dávila-Acedo, M. A., Airado-Rodríguez, D., Cañada-Cañada, F., & Sánchez-Martín, J. (2021). Detailed Emotional Profile of Secondary Education Students Toward Learning Physics and Chemistry. *Frontiers in Psychology, 12*(August), 1–11. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.659009

Dávila-Acedo, M. A., Borrachero Cortés, A. B., Cañada Cañada, F., Martínez Borreguero, G., & Sánchez Martín, J. (2015). Evolución de las emociones que experimentan los estudiantes del grado de maestro en educación primaria, en didáctica de la materia y la energía. *Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias, 12*(3), 550–564. https://doi.org/10498/17609

Deans for impact. (2015). *The science of learning*. www.deansforimpact.org

Department of Education and Training, S. of V. (2019). *Science concept development maps*. https://www.education.vic.gov.au/school/teachers/teachingresources/discipline/science/continuum/Pages/conceptmaps.aspx

Díaz Moreno, N., & Jiménez-Liso, M. R. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias, 9*(1), 54–70. https://doi.org/10498/14624

Duschl, R. A., & Grandy, R. E. (2008). *Teaching Scientific Inquiry: Recommendations for Research and Implementation*. Sense Publishers.

Easterday, M. W., Rees Lewis, D. G., & Gerber, E. M. (2016). The logic of the theoretical and practical products of design research. *Australasian Journal of Educational Technology, 32*(4), 125–144. https://doi.org/10.14742/ajet.2464

Evagorou, M., Albe, V., Angelides, P., Couso, D., Chirlesan, G., Evans, R., Dillon, J., Garrido, A., Guven, D., Mugaloglu, E., & Nielsen, J. A. (2014). Preparing pre-service science teachers to teach socio-scientific (SSI) argumentation. *Science Teacher Education, 69*, 39–48. https://www.ase.org.uk/resources/science-teacher-education/issue-69

Ezquerra, Á., Agen, F., Rodríguez-Arteche, I., & Ezquerra-Romano, I. (2022). Integrating Artificial Intelligence into Research on Emotions and Behaviors in Science Education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 18*(4), em2099. https://doi.org/10.29333/ejmste/11927

Ferrés Gurt, C., Marbà, A., & Sanmartí, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias, 12*(1), 22–37. https://doi.org/10.498/16922

Garrido-Espeja, A. (2016). Modelització i models en la formació inicial de mestres de primària des de la perspectiva de la pràctica científica. *TDX (Tesis Doctorals En Xarxa)*.

PDF generado a partir de XML-JATS4R por Redalyc
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Garrido-Espeja, A., Soto-Alvarado, M., & Couso, D. (2022). Formación inicial de docentes de ciencia: posibles aportes y tensiones de la modelización. *Enseñanza de Las Ciencias Revista de Investigacíon y Experiencias Didácticas, 40*(1), 87–105. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3286

Gil Pérez, D., & Martínez Torregrosa, J. (1987). Los problemas-guía de actividades: una concreción del modelo constructivista de aprendizaje de las ciencias. *Investigación En La Escuela, 5*(1), 44–45.

Gómez, A., Sanmartí, N., & Pujol, R. (2007). Fundamentación teórica y diseño de una unidad didáctica para la enseñanza del modelo ser vivo en la escuela primaria. *Enseñanza de Las Ciencias, 25*(3), 325–340. http://gent.uab.cat/neussanmarti/sites/gent.uab.cat.neussanmarti/files/Art. Adriana EC.pdf

Grossman, P. (Ed. . (2018). *Teaching core practices in teacher education*. Harvard Education Press.

Guisasola, J., Ametller, J., & Zuza, K. (2021). Investigación basada en el diseño de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje: una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias, 18*(1), 1801. https://doi.org/10.25267/Rev

Guisasola, J., & Oliva, J. M. (2020). Nueva sección especial de REurEDC sobre investigación basada en el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje. *Revista Eureka, 17*(3), 3–5. https://doi.org/10.25267/REV_EUREKA_ENSEN_DIVULG_CIENC.2020.V17.I3.3401

Hamed, S., Ezquerra, Á., Porlán, R., & Rivero, A. (2020). Exploring pre-service primary teachers ' progression towards inquiry-based science learning. *Educational Research, 62*(3), 357–374. https://doi.org/10.1080/00131881.2020.1780624

Hardman, M., Riordan, J.-P., & Hetherington, L. (2022). A Material-dialogic Perspective on Powerful Knowledge and Matter within a Science Classroom. *International Perspectives on Knowledge and Curriculum*, 157–176. https://doi.org/10.5040/9781350167124.ch-009

Hetherington, L., Hardman, M., Noakes, J., & Wegerif, R. (2018). Making the case for a material-dialogic approach to science education. *Studies in Science Education, 54*(2), 141–176. https://doi.org/10.1080/03057267.2019.1598036

Hugo, D. V. (2008). *Análisis del proceso de autorregulación de las Prácticas Docentes de futuras profesoras de ciencias focalizado en sus emociones* [Universidad Autónoma de Barcelona]. ttp://hdl.handle.net/10803/4714

Jiménez-Liso, M. R. (2020). Aprender ciencia escolar implica aprender a buscar pruebas para construir conocimiento (indagación). In D. Couso, M. R. Jimenez-Liso, J. A. Sacristán, & C. Refojo (Eds.), *Enseñando ciencia con ciencia* (pp. 53–62). Penguin Random House Grupo Editorial. https://downloads.ctfassets.net/ifrybia1n3xy/7dhZmDHMDiY79whH0mNXY0/c8413b4d6f8d24d1321423fd0aff32c6/ensen__ando-ciencia-con-ciencia-web.pdf

Jiménez-Liso, M. R., Bellocchi, A., Martinez-Chico, M., & Lopez-Gay, R. (2022). A Model-Based Inquiry Sequence as a Heuristic to Evaluate Students' Emotional, Behavioural, and Cognitive Engagement. *Research in Science Education, 53*, 1313–1334. https://doi.org/10.1007/s11165-021-10010-0

Jiménez-Liso, M. R., Castillo-Hernández, F. J., Amat González, A., Martínez-Chico, M., & López-Gay, R. (2018). ¿Motivar para aprender ciencias o aprender ciencias para motivar? Sensopíldoras para "enganchar" a los estudiantes y a sus docentes. *Boletín ENCIC: Revista Del Grupo de Investigación HUM-974, 2*(1), 64–69. http://www.encic.uma.es/wp-content/uploads/2017/07/Boletin-ENCIC-Volumen2-1-COMPLETO.pdf

Jiménez-Liso, M. R., Castillo-Hernández, F. J., Martínez-Chico, M., & López-Gay, R. (2021). Destrezas y obstáculos de un futuro docente en el diseño de una secuencia por indagación y modelización sobre los huesos. In D. Cebrián, A. J. Franco, T. Lupión-Cobos, M. C. Acebal, & Á. Blanco-López (Eds.), *Enseñanza de las ciencias y problemas relevantes de la ciudadanía.* (pp. 337–348). Graó Editorial. https://www.grao.com/es/producto/destrezas-y-obstaculos-de-un-futuro-docente-en-el-diseno-de-una-secuencia-por-indagacion-y-modelizacion-sobre-los-huesos-aye23101053

Jiménez-Liso, M. R., & Couso, D. (2020). Introducción. In D. Couso, M. R. Jimenez-Liso, C. Refojo, & J. A. Sacristán (Eds.), *Enseñando ciencia con ciencia* (FECYT & Fu, pp. 8–12). Penguin Random House.

Jiménez-Liso, M. R., & de Manuel Torres, E. (2009). El regreso de la química cotidiana: ¿Regresión o innovación? / The return of everyday chemistry: regression or innovation. *Enseñanza de Las Ciencias, 27*(2), 257–272. http://ddd.uab.cat/record/39877?ln=ca

Jiménez-Liso, M. R., Delgado, L., Castillo-Hernández, F. J., & Baños-González, I. (2021). Contexto, indagación y modelización para movilizar explicaciones del alumnado de secundaria. *Ensenanza de Las Ciencias, 39*(1), 5–25. https://doi.org/10.5565/REV/ENSCIENCIAS.3032

Jiménez-Liso, M. R., Giménez-Caminero, E., Martínez-Chico, M., Castillo-Hernández, F. J., & López-Gay, R. (2019). El enfoque de enseñanza por indagación ayuda a diseñar secuencias: ¿Una rama es un ser vivo? In J. Solbes & M. R. Jiménez-Liso (Eds.), *Propuestas de educación científica basadas en la indagación y modelización en contexto* (pp. 99–120). Tirant lo blanch.

Jiménez-Liso, M. R., Gómez-Macario, H., Martínez-Chico, M., Garrido-Espeja, A., & López-Gay, R. (2020). Egagrópilas como fuente de pruebas en una indagación. Percepciones de los estudiantes sobre lo que aprenden y sienten. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias, 17*(1), 1–18. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i1.1203

Jiménez-Liso, M. R., Lopez-Banet, L., & Dillon, J. (2020). Changing how we teach acid-base chemistry: a proposal grounded in studies of the history and nature of science education. *Science & Education, 29*(4), 1291–1315. https://doi.org/10.1007/s11191-020-00142-6

Jiménez-Liso, M. R., López-Banet, L., & Dillon, J. (2020). Changing How We Teach Acid-Base Chemistry. *Science & Education, 29*(5), 1291–1315. https://doi.org/10.1007/s11191-020-00142-6

Jiménez-Liso, M. R., López Banet, L., & Dillon, J. (2021). Cambiar la forma de enseñar las reacciones ácido-base: del modelo de Arrhenius al modelo de Lewis. *Alambique: Didáctica de Las Ciencias Experimentales, 103*, 31–37. https://dialnet.unirioja.es/servlet/extart?codigo=7786814

Jimenez-Liso, M. R., Martínez-Chico, M., Castillo-Hernández, F. J., & López-Gay, R. (2021). Dos momentos clave en la indagación sobre la sal y la nieve: Asombro (¡oh!) y aprendizaje tácito (¡ajá!). In F. Cañada-Cañada & P. Reis (Eds.), *Actas electrónicas del XI Congreso Internacional en Investigación en Didáctica de las Ciencias* (pp. 2117–2120). Revista Enseñanza de las Ciencias. https://congresoenseciencias.org/actas/

Jiménez-Liso, M. R., Martínez-Chico, M., Castillo-Hernández, F. J., & López-Gay, R. (2021). Dos momentos clave en la indagación sobre la sal y la nieve: asombro (¡oh!) y aprendi-zaje tácito (¡ajá!). In P. Reis & F. Cañada-Cañada (Eds.), *Contribuciones de la educación científica para un mundo sostenible*.

Jiménez-Liso, M. R., Martinez Chico, M., Avraamidou, L., & López-Gay, R. (2019). Scientific practices in teacher education: the interplay of sense, sensors, and emotions. *Research in Science and Technological Education, 39*(1), 44–67. https://doi.org/10.1080/02635143.2019.164715

Juuti, K., & Lavonen, J. (2006). Design-Based Research in Science Education : One Step Towards Methodology. *NorDiNa: Nordic Studies in Science Education, 4*, 54–68.

Korthagen, F. (2010). La práctica, la teoría y la persona en la formacion del profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación Del Profesorado. Continuación de La Antigua Revista de Escuelas Normales, 68*(24,2), 83–101.

Kortland, J. (2007). Context-based science curricula: Exploring the didactical frictions between context and science content. *European Science Education Research Association (ESERA)*, 1–10.

López-Banet, L., Aguilera, D., Jiménez-Liso, M. R., & Perales, F. J. (2021). Emotional and Cognitive Preservice Science Teachers' Engagement While Living a Model-Based Inquiry Science Technology

Engineering Mathematics Sequence About Acid-Base. *Frontiers in Psychology, 12*(October). https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.719648

López-Banet, L., Jiménez-Liso, M. R., & Perales, F. J. (2021). Miradas STEAM desde la necesidad: el caso de la sensopíldora chicles y pH. *Journal for the Study of Education and Development, 44*(2), 16–30. https://doi.org/10.1080/02103702.2021.1927505

López-Gay, R. (2012). Los docentes noveles ante la preparación de las clases de ciencias. *Alambique: Didáctica de Las Ciencias Experimentales, 72*, 65–74.

Lupiáñez, J. L., & Rico, L. (2008). Análisis didáctico y formación inicial de profesores: Competencias y capacidades en el aprendizaje de los escolares. *PNA. Revista de Investigación En Didáctica de La Matemática, 3*(1), 35–48.

Lupión-Cobos, T., López-Castilla, R., & Blanco-Lopez, A. (2017). What do science teachers think about developing scientific competences through context-based teaching? A case study. *International Journal of Science Education, 39*(7), 937–963. https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1310412

Martínez-Chico, M, Jiménez-Liso, M. R., & Evagorou, M. (2020). Design of a pre-service teacher training unit to promote scientific practices. is a chickpea a living being? *International Journal of Designs for Learning, 11*(1), 21–30. https://doi.org/10.14434/ijdl.v11i1.23757

Martínez-Chico, María, López-Gay, R., & Jiménez-Liso, M. R. (2014). ¿Es posible diseñar un programa formativo para enseñar ciencias por Indagación basada en Modelos en la formación inicial de maestros? Fundamentos, exigencias y aplicación. *Didáctica de Las Ciencias Experimentales y Sociales, 28*, 153–173. https://doi.org/10.7203/DCES.28.3153 / ISSN: 0214-4379 / ISSNe: 2255-3835

Martínez-Chico, María, López-Gay, R., Jiménez-Liso, M. R., & Trabalón-Oller, M. (2017). Una propuesta integrada para la formación inicial de maestros: desde el aprendizaje de ciencias mediante la indagación y modelización a la competencia de enseñar ciencias. *Enseñanza De Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas, Extra*, 115–122. https://doi.org/2174-6486

Méheut, M., & Psillos, D. (2004). Teaching-learning sequences: Aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education, 26*(5), 515–535. https://doi.org/10.1080/09500690310001614762

Mellado, V., Borrachero Cortés, A. B., Brígido Mero, M., Melo, L. V., Dávila-Acedo, M. A., Cañada Cañada, F., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., & Sánchez, J. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias, 32*(3), 11–36. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478

Montoro-Medina, A. B., & Gil-Cuadra, F. (2019). Exploring Flow in Pre-service Primary Teachers Doing Measurement Tasks. In M. S. Hannula, G. C. Leder, F. Morselli, M. Vollstedt, & Q. Zhang (Eds.), *Affect and Mathematics Education* (pp. 283–308). Springer. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-13761-8

Mor, Y., Craft, B., & Hernández-Leo, D. (2013). The art and science of learning design. *Research in Learning Technology, 21*, 1–8. https://doi.org/dx.doi.org/10.3402/rlt.v21i0.22513

Moreno-Fontiveros, G., Cebrián-Robles, D., Blanco-López, Á., & España-Ramos, E. (2022). Decisiones de estudiantes de 14/15 años en una propuesta didáctica sobre la compra de un coche. *Enseñanza de Las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas, 40*(1), 199–219. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3292

Nieveen, N. M., McKenney, S., & van den Akker, J. (2006). Educational design research: The value of variety. In J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research: The value of variety* (pp. 151–158). Toutledge.

PDF generado a partir de XML-JATS4R por Redalyc
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Papaevripidou, M., Irakleous, M., & Zacharia, Z. C. (2017). Designing a course for enhancing prospective teachers' inquiry competence. In *Cognitive and Affective Aspects in Science Education Research* (pp. 263–278). Springer.

Perales, F. J., Álvarez, P., Benarroch, A., González García, F., Jiménez-Liso, M. R., Jiménez Tejada, M. P., López-Gay, R., Vílchez, J. M., & Cervantes, A. (2010). Diseño del currículo de ciencias experimentales en el máster de profesorado de secundaria. *XXIV Encuentro de Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, 92–98.

Perales, F. J., Cabo, J. M., Vilchez-Gonzalez, J. M., Fernández-González, M., González-García, F., & Jiménez-Tejada, M. P. (2014). La reforma de la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria: propuesta de un diseño del currículo basado en competencias. *Enseñanza de Las Ciencias Revista de Investigacíon y Experiencias Didácticas, 32*(1), 9–28. https://doi.org/9 http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.89

Pilot, A., & Bulte, A. (2006). Why do you "need to know"? Context-based education. *International Journal of Science Education, 28*(9), 953–956. https://doi.org/10.1080/09500690600702462

Plomp, T., & Nieveen, N. (Eds.). (2013). *Educational Design Research. Part A: An introduction*. Enschede: SLO. https://doi.org/10.4324/9780203088364-14

Porlán, R., Martín Del Pozo, R., Rivero, A., Harres, J., Azcárate, P., & Pizzato, M. (2011). El cambio del profesorado de ciencias II: Itinerarios de progresión y obstáculos en estudiantes de magisterio. *Ensenanza de Las Ciencias, 29*(3), 353–370.

Porlán, R., & Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Diada Editores.

Pozo, J. I. (2020). Aprender ciencias es reconstruir las ideas personales por medio del diálogo con otras personas y otros conocimientos. In D. Couso, M. R. Jiménez-Liso, C. Refojo, & J. A. Sacristán (Eds.), *Enseñando ciencia con ciencia* (pp. 20–29). Penguin Random House Grupo Editorial. https://www.fecyt.es/es/publicacion/ensenando-ciencia-con-ciencia

Pozo Municio, J. I., & Gómez Crespo, M. Á. (1998). *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento cintífico*. Editorial Morata.

Quílez, J. (2019). A categorisation of the terminological sources of student difficulties when learning chemistry. *Studies in Science Education, 00*(00), 1–47. https://doi.org/10.1080/03057267.2019.1694792

Rico-Romero, L. (2013). El método del Análisis Didáctico. *Unión. Revista Iberoamericana de Educación Matemática, 33*, 11–27.

Rivero, A., Fernández, J., & Rodríguez, F. (2013). ¿Para qué sirven las setas? *Alambique Didáctica de Las Ciencias Experimentales, 74*, 38–48.

Rivero, A., & Jiménez-Liso, M. R. (2021). Prácticas clave en la formación de docentes de ciencias. Aproximaciones para un debate necesario. *XI Congreso Internacional Sobre Investigaciones En Didáctica de Las Ciencias*.https://youtu.be/j7Ulw0e_ZoI

Rivero, A., & López, F. (2020). La formación inicial y permanente de docentes de ciencias como proceso a largo plazo fundamentado en la investigación. In D. Couso, M. R. Jiménez-Liso, C. Refojo, & J. A. Sacristán (Eds.), *Enseñando ciencia con ciencia* (pp. 162–173). Penguin Random House Grupo Editorial. https://www.fecyt.es/es/publicacion/ensenando-ciencia-con-ciencia

Rodríguez-Mora, F., Cebrián-Robles, D., & Blanco-López, Á. (2022). An Assessment Using Rubrics and the Rasch Model of 14/15-Year-Old Students' Difficulties in Arguing About Bottled Water Consumption. *Research in Science Education, 52*(4), 1075–1091. https://doi.org/10.1007/s11165-020-09985-z

Sanmartí, N. (2002). *La Didáctica de las Ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria*. Editorial Síntesis.

PDF generado a partir de XML-JATS4R por Redalyc
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Saunders, R. (2013). The role of teacher emotions in change: Experiences, patterns and implications for professional development. *Journal of Educational Change, 14*(3), 303–333. https://doi.org/10.1007/s10833-012-9195-0

Stuessy, C. L., & Metty, J. S. (2007). The learning research cycle: Bridging research and practice. *Journal of Science Teacher Education, 18*(5), 725–750. https://doi.org/10.1007/s10972-007-9063-6

Tena, È., & Couso, D. (2022). El diseño de preguntas investigables en el ciclo superior de primaria. *Enseñanza de Las Ciencias Revista de Investigacíon y Experiencias Didácticas*, 1–23. https://doi.org/https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.557

Tena, È., & Couso, D. (2023). ¿Cómo sé que mi secuencia didáctica es de calidad? Propuesta de un marco de evaluación desde la perspectiva de Investigación Basada en Diseño. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias, 20*(2), 8977. https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/8977

Vergara Sandoval, C. S., López Simó, V., & Couso, D. (2020). Revisiting the landscape roaming metaphor to understand students' ideas on mammals' and birds' thermal regulation. *Journal of Biological Education, 00*(00), 1–14. https://doi.org/10.1080/00219266.2020.1748894

Zembal-Saul, C. (2017). *Minding the Research–Practice Gap: Promising Approaches for Continuous Innovation in Science Teacher Education*. http://tv.us.es/congreso-internacional-sobre-investigacion-en-la-didactica-de-las-ciencias-iii/

Zembal-Saul, C., Blumenfeld, P., & Krajcik, J. (2000). Influence of guided cycles of planning, teaching, and reflection on prospective elementary teachers' science content representations. *Journal of Research in Science Teaching, 37*(4), 318–339. https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(200004)37:4<318::AID-TEA3>3.0.CO;2-W

Notas

[1] https://www.youtube.com/watch?v=sntFlmJ_BP0&list=PLEHoHYRtnXVktgHEQjhNdSskdL-J-_89E&index=13

[2] Actualmente contamos con datos del proceso de diseño en la formación inicial de maestros-as que está siendo objeto de categorización y análisis, pero que indica que esta propuesta es extrapolable también a su formación inicial.

[3] Utilizamos el término *dimensiones* y no *principios* de diseño porque incluiremos tanto *principios* como *elementos* y *herramientas* de diseño de manera diferenciada.

Información adicional

Para citar este artículo: Jiménez-Liso, M. R., Martínez-Chico, M. y López-Gay Lucio-Villegas, R. (2023) Cómo enseñar a diseñar Secuencias de Actividades de Ciencias: Principios, elementos y herramientas de diseño. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 20*(3), 3801. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i3.3801