

Maidier Pérez de Villarreal

Nuevas estrategias  
para la enseñanza  
de las ciencias naturales  
en educación superior  
Aprendizaje significativo sostenible

Octaedro 

Colección Universidad

Título: *Nuevas estrategias para la enseñanza de las ciencias naturales en educación superior. Aprendizaje significativo sostenible*

Primera edición: marzo de 2022

© Maider Pérez de Villarreal

© De esta edición:

Ediciones OCTAEDRO, S.L.  
C/ Bailén, 5 – 08010 Barcelona  
Tel.: 93 246 40 02  
octaedro@octaedro.com  
www.octaedro.com

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, [www.cedro.org](http://www.cedro.org)) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

ISBN: 978-84-18819-65-0

Depósito legal: B 5693-2022

Maquetación: Fotocomposición gama, sl  
Diseño y producción: Octaedro Editorial

Impresión: Ulzama

Impreso en España - *Printed in Spain*

# Sumario

Prólogo.....	9
FERMÍN GONZÁLEZ GARCÍA	
Agradecimientos.....	15
Introducción.....	17
1. Educación significativa y sostenible en el siglo XXI.....	29
2. Constructivismo y teorías del aprendizaje de las ciencias naturales.....	69
3. Nuevo paradigma educativo para un aprendizaje significativo crítico y sostenible.....	107
4. Técnicas instruccionales para fomentar el aprendizaje significativo: el mapa conceptual, el diagrama V y la entrevista piagetiana.....	143
5. Modelos de conocimiento para la elaboración de proyectos CTSA (Ciencia-Tecnología-Sociedad-Medioambiente) en educación superior.....	185
6. Propuesta didáctica para el aprendizaje significativo y sostenible (ApS <sup>2</sup> ) y el bienestar del alumnado.....	211



# Prólogo

FERMÍN GONZÁLEZ GARCÍA  
Catedrático de Didáctica de Ciencias Experimentales

Es indiscutible que la pandemia de la COVID-19 (*Coronavirus Disease*) provocada por el virus SARS-CoV2 ha sacudido el planeta, generando una gran transformación global a todos los niveles. El mundo tal como lo conocíamos ha cambiado, afectando a todos los sectores de producción, primario, secundario y terciario. Dentro de este tercer sector de vocación de servicio se ubica el ámbito educativo, que es el que ocupa principalmente el presente libro. En este año y medio de convivencia con la pandemia, el entorno educativo se ha reciclado y adaptado a situaciones tan inciertas como variadas que ponían en muchos casos de manifiesto la gran capacidad de crear espacios de aprendizaje del profesorado de las distintas etapas. El papel de los y las docentes ha sido muy importante para seguir con nuestras vidas y las de nuestros hijos, en periodos de confinamiento y el mundo virtual y las TIC (tecnologías de información y comunicación) se han vuelto indispensables para el acceso del alumnado a los procesos de enseñanza y aprendizaje. Nuevamente, se han observado brechas digitales que afectan principalmente a los colectivos más vulnerables.

No ha sido fácil para el profesorado trabajar en este periodo y, por ello, mediante este prólogo, quiero agradecer y dejar constancia de la gran labor y sacrificio del colectivo docente al cual he pertenecido durante más de cuarenta años. No hay labor más satisfactoria que la de los agricultores de la enseñanza, puesto que nuestra misión como docentes es ir regando esa pequeña

semillita que son nuestros alumnos y alumnas para que vayan creciendo, formándose como personas y adaptándose al entorno natural y social al cual pertenecemos. Realmente la dedicación docente, vocacional en más del 90 %, me atrevería a decir, es muy satisfactoria, y es necesario evidenciar en estos tiempos, en que tanto se ha denigrado esta profesión, que se trata de la única profesión que forma al resto de las profesiones. He ahí su inestimable importancia. Tal como Nelson Mandela mencionó en alguna ocasión, «la educación es el arma más poderosa para cambiar el mundo» y como docentes nuestra responsabilidad es inmensa. La educación es la herramienta del artesano para modelar la sociedad y, por tanto, debe proyectarse en el tipo de sociedad que queremos tener en un futuro. ¿Acaso queremos una sociedad egoísta, competitiva y carente de valores humanos, que no tiene en cuenta aspectos de importancia mundial como el cambio climático, las guerras, la pobreza, el hambre...?

En este contexto, la profesora Pérez de Villarreal ofrece una perspectiva holística de la educación que sugiere que el aprendizaje de las distintas disciplinas debería abordarse como un todo, más acorde con la filosofía Gestalt en la que «el todo no es la suma de las partes». La esencia del todo abarca competencias y necesidades que de alguna manera en la enseñanza tradicional no se desarrollaban. Algunas de estas competencias tienen que ver con la educación emocional y en valores y con el desarrollo de la novena inteligencia, denominada *trascendental, existencial* o *espiritual*, que propuso Howard Gardner (2009). El ser humano trasciende y, aun así, en un mundo interconectado que supuestamente está más cerca y con más accesibilidad a la información y a la comunicación, cada vez estamos más lejos de la esencia humana. Las nuevas tecnologías son importantes para no desvincularnos de la sociedad y del tiempo al que pertenecemos, pero ¿realmente nos paramos a pensar cómo están dominando nuestro día a día y nuestras relaciones? La profesora Pérez de Villarreal se plantea si es necesario un equilibrio entre el uso de recursos didácticos como las nuevas tecnologías digitales y recursos didácticos como el contacto con el medio natural, que puede servir para complementar el aprendizaje del alumnado y procurar que no se aliene de su procedencia original como seres vivos, la naturaleza. Considero estas reflexiones muy interesantes, porque determinan el progreso de nuestra sociedad futura, y en el

fondo, si nos decidimos por la sostenibilidad ambiental y educativa, deberíamos apostar por aportar más naturaleza al entorno educativo, en lugar de alejar al alumnado y considerar que la enseñanza de las ciencias solo puede tener lugar en laboratorios y entornos artificiales. Cuantas más TIC se utilicen en docencia, más experiencias vivenciales y reales deberíamos aportar a nuestro alumnado para compensar la falta de expresión de todos nuestros sentidos. La profesora considera que, en ese equilibrio sostenible, perduraría una educación respetuosa con el ser humano en su integridad y con el entorno al que pertenece, haciendo alusión a la teoría ecológica de Bronfenbrenner.

Dentro del entorno universitario que nutre a la docencia de Infantil, Primaria y Secundaria, la profesora Pérez de Villarreal ha realizado en este libro una excelente exposición de los avances educativos que propone para fomentar el aprendizaje significativo y sostenible en todas las etapas educativas, ofreciendo sugerencias y ejemplos de su propio trabajo de investigación con su alumnado de modo que sirvan de modelos ilustrativos sobre cómo implementar estas estrategias y herramientas para mejorar la enseñanza de las ciencias naturales en las etapas de educación obligatorias. Los ejemplos y proyectos desarrollados por la autora continúan la línea de investigación que yo mismo inicié basándome en el marco teórico de grandes referentes educativos como Joseph Novak, David Ausubel y Bob Gowin. Estos modelos de conocimiento y proyectos educativos se relacionan con la realidad para favorecer su aplicación y transferencia a otros contextos de la vida real. En ellos se hace referencia a trabajos de otros autores que trabajan o han trabajado el tema, ampliando su alcance.

Un aspecto muy importante de este libro es la distinción que hace entre el aprendizaje memorístico y el que conduce al alumnado a construir nuevos significados, estableciendo asociaciones entre conceptos y relacionándolos entre sí de manera diferente, lo cual se traduce en una reestructuración cognitiva que facilita el aprendizaje para toda la vida (*lifelong learning*) y permite solucionar problemas de manera creativa. Pérez de Villarreal, apoyándose en literatura previa, muestra cómo el aprendizaje significativo ayuda a superar las ideas alternativas o errores conceptuales que el alumnado arrastra. También ofrece tres instrumentos metacognitivos como son el mapa conceptual, la V heurística y la

entrevista piagetiana, que pueden utilizarse para facilitar el aprendizaje significativo y para ayudar al alumnado a comprender la naturaleza del conocimiento o epistemología, cómo se crea el conocimiento y cómo trabaja nuestra mente. El conocimiento es holístico como la visión de la profesora, y, en este caso, la enseñanza de las ciencias naturales vertebró el conocimiento, y comparto profundamente esta perspectiva de que todas las asignaturas están integradas y solo varía el eje vertebral sobre el que se apoyan los aprendizajes. En este libro se muestra también el programa informático de acceso libre Cmap Tools, que fue desarrollado por el IHMC (Institute for Human Machine and Cognition) de Florida. Esta TIC es una potente herramienta para la representación y modelado del conocimiento en cualquier ámbito, no solo en el educativo y su virtud radica en que es gratuita, contemporánea y prevalece en el tiempo, no como otras aplicaciones móviles educativas que se van generando y que, por falta de aplicabilidad, se pierden en el ocaso.

Es también destacable que la autora, además de ofrecer herramientas didácticas, se adentre en otros aspectos relevantes para el aprendizaje significativo como es el bienestar del alumnado, punto clave e imprescindible para fomentar la motivación intrínseca, verdadero motor para la construcción idiosincrática del conocimiento. Tal como establecía Novak, la afectividad generada entre el profesorado y el alumnado constituye una parte crucial en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Generar un clima positivo en clase y crear un ambiente atractivo (descrito como *hygge* en Dinamarca) puede abordarse empleando técnicas de *mindfulness* o atención plena como son la meditación y las terapias de bosque, estrategias que la propia profesora ha desarrollado en el aula. Nuevamente se visualiza la teoría ecológica de Bronfenbrenner que apoya esta visión holística de la educación representando al alumnado como individuo que vive rodeado del microsistema (familia, compañeros/as, escuela, servicios sanitarios...); este depende del mesosistema (las relaciones entre ellos) que a su vez está condicionado por el exosistema (los medios de comunicación, la industria, los servicios sociales, el vecindario, la política local), y el macrosistema (actitudes e ideología de la propia cultura). Finalmente, la profesora presenta actividades desarrolladas con el alumnado en las que expone técnicas como el juego de roles y la dramatización, la indagación sobre la utilización del géne-



ro en docencia para fomentar la igualdad y equidad en el aula y la construcción de material didáctico idiosincrático y libre de errores conceptuales, que permita el aprendizaje significativo del alumnado.

Se trata de un libro muy completo y vanguardista que, tal como decía Newton, se apoya en hombros de gigantes, para aportar nuevas estrategias en la enseñanza de las ciencias naturales que persigan los siguientes objetivos de desarrollo sostenible de la Agenda 2030: 3 (Salud y Bienestar), 4 (Educación de Calidad), 5 (Igualdad de Género), 7 (Energía asequible y no contaminante), 10 (Reducción de desigualdades), 11 (Ciudades y comunidades sostenibles), 12 (Producción y consumos responsables), 13 (Acción por el clima), 14 (Vida submarina), 15 (Ecosistemas terrestres) y 16 (Paz, justicia e instituciones sólidas). De este modo, el libro contribuye a mejorar el entendimiento entre los diferentes pueblos, apostando por la sostenibilidad, la afectividad y la compasión que, como diría Bertrand Russell en su libro *The impact of science on society*, sería lo que prevalece por encima de todo. Una enseñanza de ciencias nunca debería desligarse de una enseñanza humanista. Si deseamos que la humanidad futura sea solidaria, justa, equitativa, compasiva, comprensiva, cuidadora, agradecida, sostenible, alfabetizada..., es imprescindible ofrecer herramientas y recursos que contribuyan a ello. Creo que, en este caso, y muy acertadamente, la autora ofrece estrategias con este maravilloso fin: formar a personas íntegras, con conocimientos para contribuir a la sostenibilidad del planeta, que sirvan de ejemplo para las futuras generaciones.



# Agradecimientos

A todos y todas mis maestros y maestras, que han iluminado mi camino de vida y aprendizaje. Entre ellos, me gustaría destacar a Fermín González, amigo y maestro, generoso de corazón y mente, por confiar en mí y dejar su legado en mis manos.

A Joseph Novak y Alberto Cañas, por prestar su conocimiento para el bien de la humanidad, de manera altruista y desinteresada.

A Luis Carlos, por su apoyo firme y constante y por sus valiosos consejos.

A todos y todas las naturalistas y veterinarios que han marcado mi concienciación ecológica e inspirado en la protección y amor por todos los seres vivos.

A todas mis amistades de antes y de ahora, que, con sus risas, lágrimas y experiencias, me han hecho ser la persona que soy hoy en día.

A mis alumnos y alumnas, por creer en mí.

A las estrellas que brillan en el firmamento y que me acompañan invisiblemente, aita y abuelos, por vuestro ejemplo y enseñanza en valores.

A mi familia, y en especial a mi madre y hermano, por su apoyo incondicional.

A Guiller, por estar siempre ahí, como una antorcha en la oscuridad.

A mis tesoros, que son cuatro, por alegrarme la vida y darme tanto...



# Introducción

*La educación es una herramienta que sirve para modelar la sociedad futura. Tenemos que plantearnos qué tipo de sociedad queremos, por qué valores se debe regir, para enfocar la educación hacia la consecución de este propósito. Si nuestra intención es fomentar el cuidado, la solidaridad, la sostenibilidad, el conocimiento significativo, el compañerismo, en detrimento de una competitividad exacerbada a la que nos ha abocado el neoliberalismo actual, deberemos educar en pro de estos valores.*

PÉREZ DE VILLARREAL (2021)

Yuval Noah Harari, en su brillante libro *Sapiens. De animales a dioses: Una breve historia de la humanidad*, evidencia que la economía es la historia ficticia más exitosa de todos los tiempos y la que ha llegado a dominar todo el planeta, por delante de otras ficciones como la religión o la ciencia. Nunca un chimpancé cambiaría un plátano por un billete de papel, como sí hace un humano. El mundo subjetivo que representa el billete de papel tiene el poder de decidir sobre la realidad objetiva (que percibimos a través de nuestros sentidos). Esto es ciertamente muy arriesgado, porque induce a pensar en la dualidad de una realidad dominada por los pensamientos subjetivos y no por los hechos objetivos, y el planeta Tierra es un ente real y el cambio climático una emergencia que urge solucionar, entre otros muchos problemas que lo acechan. Nuestra sociedad globalizada por internet y monopolizada por grandes empresas se basa en la pro-

ducción y en la productividad y hasta el momento, la educación se ha encargado de formar personas para que trabajen en el mercado laboral de la sociedad neoliberal, cada vez más egocéntrica y menos solidaria y compasiva. Esta sociedad se corresponde con una sociedad capitalista y una modernidad líquida en la que todo es efímero (Bauman, 2010) abandonando la noción de conocimiento de la verdad útil para toda la vida y sustituyéndola por la del conocimiento «de usar y tirar», reflejo del consumismo exacerbado. Para Bauman, la formación continuada no debería dedicarse exclusivamente al fomento de las habilidades técnicas y a la educación centrada en el trabajo, sino, sobre todo, a formar ciudadanos que dialoguen públicamente y recuperen sus derechos democráticos, pues un ciudadano ignorante de las circunstancias políticas y sociales en las que vive será totalmente incapaz de controlar el futuro de estas y el suyo propio.

Por eso, es ineludible la siguiente pregunta: ¿cuál es nuestro papel como docentes?

En este contexto desgarrador que vivimos, atizado por la reciente pandemia de COVID-19, como docentes tenemos el deber de contribuir a formar a futuros ciudadanos/as comprometidos socialmente. Para ello, es necesario fomentar un cambio de paradigma, porque el actual ya no responde a la demanda de la sociedad (Khun, 1962). Mi humilde aportación se va a centrar en el ámbito educativo, cuna del resto de los ámbitos que rodean nuestras vidas y origen de la formación de la sociedad, ya que se trata del único ámbito responsable de formar al resto de los ámbitos; un profesor va a formar a los futuros/as médicos/as, arquitectos/as, biólogos/as, físicos/as, astrónomos/as...

Los últimos decenios han sido decisivos para marcar un cambio de rumbo en la educación, y la revolución tecnológica ha superado exponencialmente las expectativas que prometía en el año 1983, en que surgió internet. Esta *world wide web* (red global interconectada) se ha extendido como los tentáculos de un pulpo a todas las facetas de la vida, y por primera vez en todos los tiempos tenemos acceso rápido a la información a golpe de clic, poniendo de relieve el poder y el valor del conocimiento respecto a sociedades pasadas. De ahí la necesidad urgente de innovación del sistema educativo en todos los niveles escolares, que permita al alumnado extraer un rendimiento del tiempo que dedica a su formación y potenciar su curiosidad y deseo de apren-

der. Hasta el nacimiento de internet, el sistema educativo se basaba principalmente en la metodología tradicional, en la que el profesorado era el protagonista del proceso de enseñanza-aprendizaje, y el alumnado era una *tabula rasa* que absorbía toda la información que transmitía el docente, que, además, era incuestionable. El aprendizaje era meramente memorístico y mecánico. Sin embargo, el aprendizaje verdadero y real debe poseer un significado para nosotros, y se produce cuando contenidos concretos se insertan en un fondo general que poseemos de antemano, inserción que, a su vez, transforma el fondo (González, 2008). En ello subyace la esencia del aprendizaje significativo. El aprendizaje no es fijo ni estático, sino que es dinámico, como la naturaleza, siempre susceptible de cambio y de adaptación y en continua relación con el medio que lo rodea.

El 25 de septiembre de 2015, la Asamblea General de la ONU (Organización de las Naciones Unidas), adoptó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, que se trata de un plan de acción a favor de las personas, el planeta y la prosperidad, con el objetivo de fortalecer la paz universal y el acceso a la justicia. Para conseguir un desarrollo sostenible, reconoce que el mayor desafío del mundo actual es la erradicación de la pobreza. Esta Agenda plantea 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con 169 metas de carácter integrado que afectan a los ámbitos económico, social y ambiental. Algunos de estos ODS se han perseguido mediante las actividades que se mencionan en el presente libro, como pequeña pieza de puzle que contribuya a mejorar la sociedad. De acuerdo a los Estados miembros que firmaron la resolución:

Estamos resueltos a poner fin a la pobreza y el hambre en todo el mundo de aquí a 2030, a combatir las desigualdades dentro de los países y entre ellos, a construir sociedades pacíficas, justas e inclusivas, a proteger los derechos humanos y promover la igualdad entre los géneros y el empoderamiento de las mujeres y las niñas, y a garantizar una protección duradera del planeta y sus recursos naturales.

Además de poner fin a la pobreza en el mundo, los ODS incluyen, entre otros puntos, erradicar el hambre y lograr la seguridad alimentaria; garantizar una vida sana y una educación de calidad; lograr la igualdad de género; asegurar el acceso al agua y la ener-

gía; promover el crecimiento económico sostenido; adoptar medidas urgentes contra el cambio climático; promover la paz y facilitar el acceso a la justicia ([https://sdgs.un.org/es#goal\\_section](https://sdgs.un.org/es#goal_section) y [https://ec.europa.eu/international-partnerships/sustainable-development-goals\\_en](https://ec.europa.eu/international-partnerships/sustainable-development-goals_en)). Estos objetivos deberían perseguirse a pequeña escala desde los centros educativos de las distintas etapas, y la educación debería plantearse como un pegamento que ensambla las piezas y que contribuye a su consecución.

En este escenario, nuestra aportación pretende garantizar una educación de calidad, que se proyecte en los ODS arriba mencionados.

Hoy en día, existe una demanda generalizada de calidad en los servicios prestados por instituciones públicas o privadas. Ya no basta el hecho de poseer los servicios, sino que estos sean de calidad. En el entorno universitario, este reto afecta principalmente a la docencia y a la investigación. La calidad no se trata de un concepto unívoco, y no basta con pregonarla o afirmarla. Ciertamente, se debe contar con instrumentos y procedimientos objetivos de evaluación que analicen las prácticas reales y señalen los puntos de mejora. Sin embargo, no basta con introducir prácticas con un estándar probado de calidad (muchas veces solo probados en otros contextos), sino que es preciso incorporar innovaciones a la docencia e investigación que conecten las prácticas con el contexto social y tecnológico del momento y del lugar, así como estar al día de los nuevos conocimientos que se van generando en torno al proceso de aprendizaje (González, 2008).

Una vez instaurado en nuestro país el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) e introducidos los cambios de los procesos de enseñanza-aprendizaje, nos encontramos nuevamente ante el reto que supone un cambio legislativo de educación, dependiente del gobierno de turno. El escenario ha cambiado drásticamente, tras un año y medio de convivencia con la pandemia y la sociedad ha vivido el miedo, la incertidumbre, ha perdido el contacto más cercano con sus seres queridos y se siente más vulnerable y ávida de contacto. Por ello, un nuevo cambio supone un esfuerzo añadido.

En este caso, se trata de la Ley Orgánica de Modificación de Ley Orgánica de Educación (LOMLOE), conocida como ley Celaá (Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación),



que supone un paso clave para avanzar en aspectos fundamentales como la equidad, la segregación escolar y la gratuidad, la reducción de la repetición, el reconocimiento de la vulnerabilidad social, los itinerarios excluyentes, la revisión del currículum o la calidad en Educación Infantil (<https://www.savethechildren.es/notasprensa/save-children-ve-avances-significativos-en-equidad-en-la-ley-celaa-pero-echa-en-falta>). De acuerdo con Save the Children, otros aspectos positivos son la incorporación al currículum de la prevención e identificación de la violencia contra la infancia y la educación afectivo-sexual, aunque quizá sea insuficiente si se plantea de forma transversal y no como objetivos de todas las etapas. El hecho de que algunos objetivos carezcan de medidas concretas y de financiación, y, por ello, que su efectividad dependa del compromiso por la equidad que tenga cada comunidad autónoma, induce a generar incertidumbre en las instituciones a las que afectará la LOMLOE. En principio, esta ley entró en vigor el 19 de enero de 2021 y, si bien algunos de sus cambios se aplicarán desde el primer momento, la mayoría de sus modificaciones no se pondrán en marcha, al menos, hasta el próximo curso y su desarrollo completo no terminará antes de mediados del 2024, por lo que habrá que permanecer expectantes ante los nuevos acontecimientos. A continuación, se mostrarán aspectos de la LOMLOE que afectan a cada etapa educativa y que se relacionan con la visión educativa holística que ofrece el presente libro, teniendo en cuenta el aprendizaje significativo, el trabajo por proyectos de distintos ámbitos integrados, la sostenibilidad, la equidad y la atención a la diversidad.

Es interesante que, al hilo de la calidad, la LOMLOE, en su artículo 1, haga mención en su apartado a bis de la *calidad de la educación para todo el alumnado, sin que exista discriminación alguna por razón de nacimiento, sexo, origen racial, étnico o geográfico, discapacidad, edad, enfermedad, religión o creencias, orientación sexual o identidad sexual, o cualquier otra condición o circunstancia personal o social*. En el apartado b, hace referencia a la equidad, que garantice la igualdad de oportunidades para el pleno desarrollo de la personalidad a través de la educación, la inclusión educativa, la igualdad de derechos y oportunidades, que ayuden a superar cualquier discriminación y la accesibilidad universal a la educación y que actúe como elemento compensador de las desigualdades personales, económicas y sociales, con especial

atención a las que se deriven de cualquier tipo de discapacidad. El apartado k alude a la educación para la convivencia, respeto, prevención de conflictos y resolución pacífica de estos, así como para la no violencia en todos los ámbitos de la vida personal, familiar y social, y en especial en el de acoso escolar y ciberacoso. El apartado l se reafirma en el desarrollo de la igualdad de derechos, deberes y oportunidades, el respeto a la diversidad afectivo-sexual y familiar, el fomento de la igualdad efectiva de mujeres y hombres a través de la consideración del régimen de la coeducación de niños y niñas. Y el apartado r se refiere a la educación para la transición ecológica con criterios de justicia social como contribución a la sostenibilidad ambiental, social y económica.

Comenzando por la etapa de Educación Infantil, en el artículo 12 se dice que tiene carácter voluntario y su *finalidad es contribuir al desarrollo físico, afectivo, social, cognitivo y artístico del alumnado, así como la educación en valores cívicos para la convivencia*. El artículo 13 alude a que la función de esta etapa es que *el alumnado se relacione con los demás en igualdad y que adquiera progresivamente pautas elementales de convivencia y relación social, así como que se ejercite en el uso de la empatía y la resolución pacífica de conflictos*, evitando cualquier tipo de violencia. También que promueva, aplique y desarrolle las normas sociales que promuevan la igualdad de género. En el artículo 14, en el apartado 3, se dice que en ambos ciclos de Infantil (0-3 y 3-6 años) se atenderá al desarrollo afectivo, gestión emocional, movimiento y hábitos de control corporal, manifestaciones de la comunicación y del lenguaje, pautas elementales de convivencia y relación social, así como al descubrimiento del entorno, de los seres vivos que en él conviven y a las características físicas y sociales del medio en el que viven. También se incluirán la educación en valores, la educación para el consumo responsable y sostenible y la promoción y educación para la salud. Asimismo, se facilitará que los niños y niñas elaboren una imagen positiva de sí mismos y equilibrada e igualitaria y que adquieran autonomía personal. En el apartado 6, se evidencia que los métodos de trabajo en ambos ciclos deben basarse en las experiencias de aprendizaje emocionalmente positivas, las actividades y el juego y que se aplicarán en un ambiente de afecto y confianza, para potenciar su autoestima e integración social y el establecimiento de un apego seguro.

En lo que respecta a la organización de la *Educación Primaria*, en el artículo 18, se dice que comprenderá tres ciclos de dos años académicos cada uno y que se organizará en áreas, que tendrán un *carácter global e integrador*, y estarán orientadas al desarrollo de las competencias del alumnado y *podrán organizarse en ámbitos*. El área que nos ocupa en el presente libro, relativa al *Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural*, se podrá desdoblarse en *Ciencias de la Naturaleza* y *Ciencias Sociales*. Los principios pedagógicos, redactados en el artículo 19 de la LOMLOE, enfatizan el garantizar la *inclusión educativa*, la atención personalizada al alumnado y a sus necesidades de aprendizaje, la participación y convivencia y la prevención de las dificultades de aprendizaje y puesta en práctica de mecanismos de refuerzo y flexibilización. Se pretende que se trabaje en todas las áreas la comprensión lectora, la expresión oral y escrita, la comunicación audiovisual, la competencia digital, el fomento de la creatividad, el espíritu científico y el emprendimiento. Se añade también el trabajar la *igualdad de género, la educación para la paz, la educación para el consumo responsable y el desarrollo sostenible y la educación para la salud, así como la educación emocional y en valores y la potenciación del aprendizaje significativo* para desarrollar competencias transversales que promuevan la autonomía y la reflexión. Se dedicará un tiempo del horario lectivo a la realización de *proyectos significativos* para el alumnado y a la resolución colaborativa de problemas, reforzando la autoestima, la autonomía, la reflexión y la responsabilidad. El artículo 20 trata sobre la evaluación durante la etapa y se dice que la *evaluación del alumnado será continua y global y tendrá en cuenta su progreso en el conjunto de los aprendizajes*. Se añade un artículo 20 bis nuevo que hace referencia a la Atención a las diferencias individuales y se pretende que en esta etapa de Educación Primaria se realicen diagnósticos precoces y se establezcan mecanismos de apoyo y refuerzo para evitar la repetición escolar, especialmente en entornos socialmente desfavorecidos. De acuerdo al artículo 21, en cuarto curso de Educación Primaria, se realizará una evaluación de diagnóstico de las competencias adquiridas por el alumnado.

En la etapa de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), en el artículo 22, la LOMLOE define su finalidad en lograr que el alumnado *adquiera elementos básicos de la cultura*, especialmente en sus *aspectos humanístico, artístico, científico-tecnológico y motriz*,

desarrollar y consolidar *hábitos de estudio, trabajo y de vida saludables, que los preparen para su incorporación a estudios posteriores para su inserción laboral* y formarlos para el ejercicio de sus derechos y obligaciones de la vida como ciudadanos. Se aprecia un vínculo entre esta etapa y el mercado laboral, así como en que adquieran y ejerzan sus derechos como ciudadanos. Se añade también la incorporación de la perspectiva de género y el hecho de tener en cuenta las necesidades educativas específicas del alumnado con discapacidad. No hace alusión a otro tipo de necesidades educativas específicas como podría ser el caso del alumnado con altas capacidades. En este mismo artículo menciona que se pondrá *especial atención en la potenciación del aprendizaje de carácter significativo para el desarrollo de competencias* que promuevan la autonomía y la reflexión. En el artículo 23, expone que se desarrollarán destrezas básicas para la utilización de fuentes de información con sentido crítico para adquirir nuevos conocimientos y que se desarrollarán competencias tecnológicas básicas para avanzar en una *reflexión ética* sobre su funcionamiento y utilización. En su apartado k, reconoce como destrezas: conocer y aceptar el funcionamiento del propio cuerpo y el de los otros, respetar las diferencias, afianzar los hábitos de cuidado y salud corporales e incorporar la educación física y la práctica del deporte para favorecer el desarrollo personal y social; conocer y valorar la dimensión humana de la sexualidad en toda su diversidad; *valorar críticamente los hábitos sociales relacionados con la salud, el consumo, el cuidado, la empatía y el respeto hacia los seres vivos, especialmente los animales y el medio ambiente*, contribuyendo a su conservación y mejora. En cuanto a la organización de los cursos de primero a tercero de la ESO, se proponen 10 materias, que se pueden agrupar en ámbitos como son: Biología y geología; educación física; educación plástica, visual y audiovisual; física y química; geografía e historia; lengua castellana y literatura, y si la hubiere, lengua cooficial y literatura, lengua extranjera, matemáticas, música y tecnología y digitalización. En el apartado 6, se dice que *los centros educativos podrán organizar programas de refuerzo o de enriquecimiento curricular*, de acuerdo con lo que regulen las Administraciones educativas y en el que pueden establecer *organizaciones didácticas que impliquen impartir conjuntamente diferentes materias de un mismo ámbito, de acuerdo con su proyecto educativo*. Estos apartados abren la puerta al desarrollo de proyectos que engloben distintos ámbitos

(y no necesariamente, ciencia-tecnología-ingeniería-matemáticas/STEM o ciencia-tecnología-ingeniería-arte-matemáticas/STEAM) y, además, que se vinculen con un aprendizaje con finalidad social, como podría ser el aprendizaje-servicio.

La organización del cuarto curso de la ESO, en el artículo 25, difiere y agrupa las siguientes materias: educación física, geografía e historia, lengua castellana y literatura, y si la hubiere lengua cooficial y literatura. Lengua extranjera y matemáticas, con dos opciones diferenciadas. El alumnado podrá cursar una o más materias optativas de acuerdo con el marco que establezcan las Administraciones educativas. *El carácter de este curso será orientador, tanto para los estudios postobligatorios como para la incorporación a la vida laboral.* En el apartado 6, menciona que se trabajarán la comprensión lectora, la expresión oral y escrita, la *comunicación audiovisual*, la competencia digital, el emprendimiento social y empresarial, *el fomento del espíritu crítico y científico, la educación emocional y en valores, la igualdad de género y la creatividad* en todas las materias. De manera transversal, se fomentarán la educación para la salud, la formación estética, *la educación para la sostenibilidad, el respeto mutuo y la cooperación entre iguales.* En el apartado 7, menciona que en algún curso de la etapa, el alumnado cursará la materia de Educación en valores cívicos y éticos y que se prestará especial atención a la *reflexión ética*, incluyendo contenidos referidos al conocimiento y respeto de los Derechos Humanos y de la Infancia, *la educación para el desarrollo sostenible y la ciudadanía mundial, la igualdad de mujeres y hombres, el valor del respeto a la diversidad y el fomento del espíritu crítico y la cultura de paz y no violencia*, entre otros. En el artículo 26, en el apartado 2, menciona que, para fomentar la integración de las competencias trabajadas, se dedicará un tiempo del horario lectivo a la realización de proyectos significativos y relevantes a la resolución colaborativa de problemas, reforzando la autoestima, la autonomía, la reflexión y la responsabilidad. El artículo 28 corresponde a la evaluación y promoción y en él se dice que *la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado será continua, formativa e integradora.*

El artículo 24 menciona que la *finalidad del bachillerato* es proporcionar formación, madurez intelectual y humana, conocimientos, habilidades y actitudes que permitan desarrollar funciones sociales e incorporarse a la vida activa con responsabili-

dad y competencia. También que debe permitir adquirir y lograr las competencias indispensables para el futuro formativo y profesional y capacitar para el acceso a la educación superior. Nuevamente se vislumbra una conexión con esta etapa educativa y el mercado laboral, ya que se pretende en el apartado 3, que ofrezca una preparación especializada al alumnado acorde con sus perspectivas e intereses de formación o permita la incorporación a la vida activa una vez finalizado. En el apartado 28, se fomenta que las actividades educativas en el bachillerato favorezcan la capacidad del alumno/a de aprender por sí mismo, trabajar en equipo y aplicar los métodos de investigación apropiados. De igual modo, propone prestar especial atención a la orientación educativa y profesional del alumnado, incorporando la perspectiva de género. En el apartado 3 de este mismo artículo alude al alumnado con necesidad específica de apoyo educativo y menciona que se establecerán las alternativas organizativas y metodológicas y las medidas de atención a la diversidad precisas para facilitar el acceso al currículum de este alumnado. En el artículo 36, se hace alusión a la evaluación y promoción y se menciona que *la evaluación del aprendizaje del alumnado será continua y diferenciada según las materias*. El profesorado de cada materia decidirá, al término del curso si el alumnado ha logrado los objetivos y alcanzado el adecuado grado de adquisición de las competencias correspondientes. También *tiene en cuenta al alumnado con necesidad específica de apoyo educativo*, al establecer las medidas más adecuadas para que las condiciones de realización de las evaluaciones se adapten a sus necesidades. En esta etapa, la evaluación será también continua, pero las materias no se integran para realizar proyectos y, además, se evalúan de forma separada, con lo cual hay un distanciamiento respecto al enfoque de la ESO.

En el artículo 91, se menciona que las funciones del profesorado son:

- Programar y enseñar las áreas, materias, módulos o ámbitos curriculares que le hayan encomendado.
- Contribuir a que las actividades del centro se desarrollen en un clima de respeto, tolerancia, participación y libertad para fomentar en el alumnado los valores de la ciudadanía democrática y de la cultura de paz.

En el artículo 94 se explicita que para impartir las enseñanzas de Educación Secundaria obligatoria y de Bachillerato será necesario tener el título de grado universitario o titulación equivalente, además de la formación pedagógica y didáctica de nivel de posgrado.

En el artículo 102 se dice que los programas de formación permanente deberán contemplar la adecuación de los conocimientos y métodos a la evolución de las ciencias y de las didácticas específicas, así como todos aquellos aspectos de coordinación, orientación, tutoría, educación inclusiva, atención a la diversidad y organización encaminados a mejorar la calidad de la enseñanza y el funcionamiento de los centros.

De todo lo anterior se deduce que un nuevo paradigma educativo es necesario y que, además, desde el Gobierno central se está volcando en el currículum de las distintas etapas de educación obligatorias, aspectos como el *aprendizaje significativo*, *la convivencia positiva*, *la equidad*, *la inclusión*, *la sostenibilidad*, *la perspectiva de género*, *la atención a la diversidad*, *la educación en valores* y *la paz*, nombrándolos en numerosas ocasiones y concediéndoles una importancia que no se le había dado en momentos históricos anteriores. En principio, este currículum tiene una gran afinidad con la consecución de los ODS planteados por la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible y esperamos que sirva de hoja de ruta para implementar los cambios necesarios en un contexto voluble y cambiante como el que vivimos.

La *metodología* que se va a proponer en el presente libro va a ser adaptable *para la formación del profesorado de los Grados de Maestro en Educación Infantil, Primaria y Secundaria* sobre la base de los aspectos antes mencionados. El enfoque que proponemos se basa en un modelo cognitivo-constructivista, que ha resultado ser mucho más adecuado que el enfoque tradicional para liberar el potencial creativo del alumnado (González, 2008), facilitando un aprendizaje significativo, en contraposición al aprendizaje memorístico por repetición mecánica que ha predominado en la educación en el último siglo, de modo que se capacite al alumnado para ser *creativos* y *proactivos*. Esta perspectiva parte del marco teórico desarrollado por Ausubel, Novak y Gowin, que ha demostrado ser a lo largo muchas décadas, un soporte sólido para el tratamiento de los distintos problemas y que, sin duda, plantea una auténtica revolución educativa, ya que un solo modelo

de enseñanza-aprendizaje, podría adaptarse a las distintas etapas educativas. En el seno de este marco tan potente, han surgido poderosas herramientas instruccionales como el mapa conceptual, el diagrama V y la entrevista piagetiana, cuya eficacia para la consecución de un aprendizaje significativo ha sido puesta de manifiesto por rigurosa e importante en países del todo el mundo, así como por nuestra propia experiencia en el aula. Gracias al dominio de estas técnicas (integradas en un modelo cognitivo-constructivista de educación inicial/permanente del profesorado) y el de sus profundas implicaciones teórico-prácticas, el profesorado puede cambiar el significado de su experiencia anterior (como alumno/a o como profesor/a), convirtiéndose en guía y orientador de los procesos idiosincráticos de construcción de conocimientos por parte de su alumnado. En este paradigma, el alumnado deberá decidir voluntariamente si continuar con el modelo memorístico aprendido, empobrecedor desde un punto de vista científico, actitudinal y conductual o atreverse a esforzarse en la construcción significativa de los conocimientos, aumentando su capacidad crítica y creadora, su autonomía personal y su aptitud para plantearse nuevas cuestiones e ir avanzando en su resolución de una manera efectiva (González, 2008). Este alumnado, comprometido con los cambios económicos, sanitarios y sociales derivados de una pandemia global, sería responsable de su propio aprendizaje y acorde con los nuevos planteamientos del currículum, estaría capacitado para ser los trabajadores del conocimiento y sabiduría conformando los líderes del futuro.

Espero que este libro ayude al colectivo de profesorado y alumnado y a cuantos responsables educativos se tomen la molestia de leerlo, para caminar en la dirección correcta y conseguir el objetivo esencial de una verdadera educación, tal como sostenía Jean Piaget:

El objetivo principal de la educación es crear personas capaces de hacer cosas nuevas, y no simplemente repetir lo que otras generaciones hicieron.



# Índice

Prólogo.....	9
Agradecimientos.....	15
Introducción.....	17
1. Educación significativa y sostenible en el siglo XXI.....	29
1. La sociedad del conocimiento y la información.....	30
2. Incorporación de habilidades emocionales en todas las etapas educativas.....	34
3. Paseo didáctico a través del tiempo: modelos pedagógicos para la enseñanza de las ciencias naturales.....	37
3.1. Modelos tradicionales.....	38
3.1.1. Empirismo.....	39
3.1.2. Racionalismo.....	39
3.1.3. Positivismo.....	40
3.1.4. Conductismo.....	41
3.1.5. Modelo tecnocrático.....	42
3.1.6. Teoría del aprendizaje de transmisión-recepción mecánica.....	43
3.2. Modelos progresistas.....	44
3.2.1. Teoría del aprendizaje por descubrimiento (guiado y autónomo).....	45
3.2.2. Teoría del aprendizaje significativo.....	47
3.2.3. Aprendizaje por investigación o indagación.....	49

4. La formación del profesorado en didáctica de ciencias naturales. . . . .	51
4.1. Orientación centrada en la transmisión de conocimientos científicos . . . . .	52
4.2. Orientación centrada en la preparación psicopedagógica (y que ignora los contenidos científicos). . . . .	53
5. La brecha de género en la enseñanza de ciencias en el aula. . . . .	54
5.1. Estudios sobre género y ciencia. . . . .	54
5.1.1. Empirismo feminista. . . . .	54
5.1.2. El punto de vista feminista . . . . .	55
5.1.3. El posmodernismo feminista . . . . .	56
5.1.4. El esencialismo feminista . . . . .	56
5.1.5. Sistema ciencia-género . . . . .	56
5.1.6. Estudios sobre la brecha de género en la enseñanza de ciencias en el aula . . . . .	57
5.2. Propuestas para tratar la brecha de género . . . . .	60
5.2.1. Profesorado de ciencias de las etapas de Primaria y Secundaria . . . . .	60
5.2.2. Profesorado de didáctica de ciencias en la universidad . . . . .	62
6. Bibliografía. . . . .	64
2. Constructivismo y teorías del aprendizaje de las ciencias naturales. . . . .	69
1. Enfoque constructivista en educación: los andamios del aprendizaje. . . . .	70
1.1. Tipos de constructivismo . . . . .	71
1.1.1. Constructivismo radical. . . . .	72
1.1.2. Constructivismo cognitivo . . . . .	73
1.1.3. Constructivismo sociocultural. . . . .	73
1.1.4. Construcciónismo social. . . . .	74
1.2. Tendencia actual del constructivismo . . . . .	75
1.2.1. La instrucción o educación escolar . . . . .	76
1.2.2. Procesos de construcción de los conocimientos: actividades instruccionales . . . . .	76
1.2.3. Aprendizaje como logro de competencias. . . . .	77
2. Enfoque constructivista en el aprendizaje de las Ciencias Naturales . . . . .	80
2.1. Fomento de una actitud científica crítica . . . . .	80

2.2. Importancia de los primeros años de vida para el aprendizaje . . . . .	82
2.2.1. La curiosidad como potenciadora del pensamiento científico . . . . .	83
2.2.2. El juego, como elemento educativo y creativo . . . . .	85
2.2.3. La formación científica en los primeros años . . . . .	86
2.2.4. Desarrollo de habilidades científicas en los niños/as. . . . .	88
2.2.5. Indicaciones para la enseñanza de ciencias en la etapa de Educación Infantil . . . . .	92
3. Estrategias educativas complementarias para el aprendizaje de las ciencias naturales . . . . .	94
3.1. Aprendizaje-servicio (ApS) . . . . .	94
3.2. Experiencias innovadoras de ApS en Navarra . . . . .	98
3.2.1. Experiencias de ApS en entornos escolares . . . . .	99
3.2.2. Experiencia innovadora de ApS en la universidad . . . . .	100
4. Bibliografía . . . . .	102
3. Nuevo paradigma educativo para un aprendizaje significativo crítico y sostenible. . . . .	107
1. Un nuevo paradigma educativo se muestra en el horizonte. . . . .	108
1.1. Perspectiva CTS (Ciencia-Tecnología-Sociedad) . . . . .	108
1.2. Sociedad poscapitalista . . . . .	112
1.3. El dominio del conocimiento . . . . .	113
2. El aprendizaje significativo como vía para la compartición de los significados construidos socialmente . . . . .	116
2.1. Tipos de aprendizaje significativo . . . . .	119
2.1.1. Aprendizaje de representaciones . . . . .	119
2.1.2. Aprendizaje de conceptos . . . . .	119
2.1.3. Aprendizaje de proposiciones . . . . .	121
2.2. Principios que rigen el aprendizaje significativo. . . . .	122
2.2.1. La teoría de la asimilación. . . . .	123
2.2.2. Diferenciación progresiva . . . . .	124
2.2.3. Reconciliación integradora . . . . .	124
2.2.4. Organización secuencial . . . . .	126
2.2.5. Consolidación . . . . .	126
2.2.6. Organizadores previos. . . . .	126
2.3. Construcción de estructuras conceptuales y proposicionales. . . . .	126

2.4. Hacia una teoría del aprendizaje significativo crítico y sostenible . . . . .	127
2.4.1. Principio de la interacción social y del cuestionamiento: enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas . . . . .	128
2.4.2. Principio de la no centralización en el libro de texto: utilizar gran diversidad de materiales didácticos . . . . .	128
2.4.3. Principio del aprendiz como perceptor/representador. . . . .	129
2.4.4. Principio del conocimiento como lenguaje. . . . .	129
2.4.5. Principio de conciencia semántica . . . . .	129
2.4.6. Principio de aprendizaje por error. . . . .	130
2.4.7. Principio del desaprendizaje . . . . .	131
2.4.8. Principio de incertidumbre del conocimiento . . . . .	131
2.4.9. Principio de la no utilización de la pizarra . . . . .	132
2.4.10. Principio de la sostenibilidad . . . . .	132
3. Los errores conceptuales en la educación. . . . .	133
3.1. Errores conceptuales en Educación Primaria. . . . .	136
3.2. Cómo corregir/paliar los errores conceptuales . . . . .	137
4. Cambio conceptual . . . . .	138
5. Implicaciones del cambio conceptual en una nueva evaluación . . . . .	139
6. Bibliografía. . . . .	140
4. Técnicas instruccionales para fomentar el aprendizaje significativo: el mapa conceptual, el diagrama V y la entrevista piagetiana . . . . .	143
1. Los mapas conceptuales . . . . .	145
1.1. Implementación de los mapas conceptuales en el aula para fomentar el aprendizaje significativo. . . . .	148
1.2. Proceso de construcción de un mapa conceptual . . . . .	149
1.2.1. Ejemplo de mapas conceptuales elaborados por alumnado del grado de maestro en Educación Primaria. . . . .	151
1.2.2. Sugerencias prácticas sobre la enseñanza de los mapas conceptuales. . . . .	155
1.2.3. Orientaciones prácticas para la elaboración de mapas conceptuales. . . . .	156

1.2.4. Utilidad de los mapas conceptuales en educación . . . . .	160
2. La V epistemológica de Gowin o diagrama V. . . . .	162
2.1. La V del conocimiento y el aprendizaje significativo . . . . .	162
2.2. Definiciones de los elementos que componen la V epistemológica . . . . .	164
2.2.1. Cuestión/es central/es . . . . .	164
2.2.2. Cosmovisión . . . . .	165
2.2.3. Filosofía. . . . .	165
2.2.4. Teoría . . . . .	165
2.2.5. Principios . . . . .	165
2.2.6. Conceptos . . . . .	166
2.2.7. Acontecimientos y/u objetos o fenómenos y/o hechos . . . . .	166
2.2.8. Objetos . . . . .	167
2.2.9. Registros . . . . .	167
2.2.10. Transformaciones . . . . .	167
2.2.11. Juicios de conocimiento . . . . .	167
2.2.12. Juicios de valor . . . . .	168
2.3. Ejemplos de diagramas V elaborados por alumnado de los grados de maestro en Educación Primaria . . . . .	168
2.4. Los diagramas V como instrumentos de enseñanza y aprendizaje . . . . .	171
2.4.1. Uso de la V en laboratorio. . . . .	171
2.4.2. Uso de la V en el aula . . . . .	172
2.4.3. Otras aplicaciones de la V . . . . .	173
2.4.4. Sugerencias para la introducción de la V en la docencia . . . . .	174
3. La entrevista piagetiana . . . . .	174
3.1. Categorías de las respuestas de una entrevista piagetiana . . . . .	176
3.2. Logística de la entrevista . . . . .	178
3.3. Planificación de la entrevista. . . . .	179
3.4. Evaluación de la entrevista . . . . .	180
4. Bibliografía. . . . .	181
5. Modelos de conocimiento para la elaboración de proyectos CTSA (Ciencia-Tecnología-Sociedad-Medioambiente) en educación superior . . . . .	185
1. Cmap Tools <i>software</i> : características y utilidad. . . . .	186

1.1. Descarga libre del <i>software</i> Cmap Tools desde IHMC . . .	190
1.2. Los modelos de conocimiento . . . . .	190
1.3. Proceso de desarrollo de modelos de conocimiento en instituciones de educación superior . . . . .	194
1.3.1. Aprendizaje para la elaboración de mapas conceptuales . . . . .	195
1.3.2. Ejemplo de modelo de conocimiento sobre la clonación en AEBG . . . . .	195
1.4. Elaboración de módulos instruccionales en los grados de maestro y el MUPES . . . . .	200
1.4.1. Parte teórica/conceptual del módulo instrucciona l . . . . .	201
1.4.2. Parte práctica/metodológica del módulo instrucciona l . . . . .	203
1.4.3. Experiencia de módulos instruccionales basados en el aprendizaje-servicio. . . . .	207
2. Bibliografía . . . . .	208
6. Propuesta didáctica para el aprendizaje significativo y sostenible (ApS <sup>2</sup> ) y el bienestar del alumnado . . . . .	211
1. Pedagogía verde . . . . .	212
2. Biomímesis. . . . .	213
3. Bienestar del alumnado . . . . .	215
3.1. Teoría ecológica de Bronfenbrenner . . . . .	215
3.2. Psicología positiva en la escuela . . . . .	216
4. Propuesta de enseñanza de ciencias: aprendizaje significativo y sostenible (ApS <sup>2</sup> ). . . . .	218
4.1. En la etapa de Educación Infantil . . . . .	218
4.2. En la etapa de Educación Primaria . . . . .	220
4.3. En la etapa de Educación Secundaria . . . . .	221
4.4. En la etapa universitaria: la docencia de las didácticas de ciencias . . . . .	222
5. Propuesta de herramientas didácticas para el ApS <sup>2</sup> . . . . .	225
5.1. El árbol del conocimiento. . . . .	225
5.2. El bosque/paisaje del conocimiento . . . . .	227
6. Bibliografía. . . . .	228

**Si desea más información  
o adquirir el libro  
diríjase a:  
[www.octaedro.com](http://www.octaedro.com)**