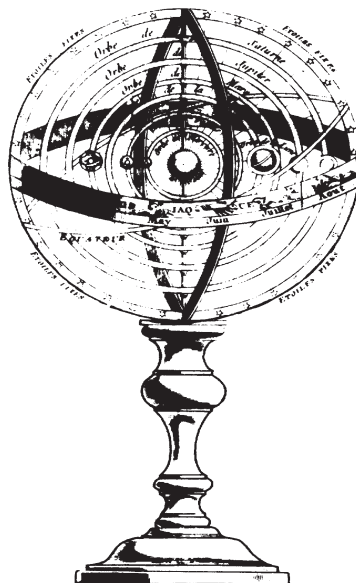


INNOVACIONES DIDÁCTICAS



DISEÑO, FUNDAMENTACIÓN Y VALIDACIÓN DE UN PROGRAMA VIRTUAL COLABORATIVO EN EDUCACIÓN AMBIENTAL¹

OJEDA-BARCELÓ, FERNANDO¹; GUTIÉRREZ-PÉREZ, JOSÉ² y PERALES-PALACIOS, F. JAVIER³

¹ Colegio La Presentación, Málaga

² Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Granada

³ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Granada

barcelo@gmail.com

jguti@ugr.es

fperales@ugr.es

Resumen. Los programas colaborativos constituyen una adecuada herramienta para hacer Educación Ambiental. A lo largo del texto fundamentamos el modelo didáctico MACELEA que ha servido para la creación y puesta en marcha del programa colaborativo virtual de innovación curricular *Ecourban*. Describimos los aspectos más relevantes para su diseño e implementación, y damos cuenta de los criterios de validez y componentes de innovación virtual que lo sustentan: contextual, pedagógico-didáctica, epistemológica, multimedia, cognitiva y comunicacional.

Palabras clave. Educación Ambiental, programa colaborativo, modelo didáctico.

Design, foundations and validation of a collaborative virtual programme in Environmental Education

Summary. Collaborative programmes are an appropriate tool for Environmental Education. In this work we show the foundations of the didactic model, that we have named MACELEA and which has served for the implementation of a virtual collaborative program to promote the curricular innovation: *Ecourban*. Here we describe the most relevant dimensions of its design and development, so as the validity criteria and components of virtual innovation: contextual, pedagogical-didactic, epistemological, multimedia, cognitive and communicative.

Keywords. Environmental Education, collaborative program, didactic model.

INTRODUCCIÓN

Vivimos un auge de programas de innovación virtual inspirados en modelos de enseñanza colaborativos aplicados a los distintos niveles educativos. A la clásica demanda de recetas didácticas le empuja hoy con contundencia una corriente de innovación basada en evidencias con origen en el campo médico y sanitario (Guerra, 2005; Cama, 2009), que empieza a exportarse al ámbito de la innovación educativa bajo el lema «no bastan las recomendaciones, se necesitan pruebas fehacientes e indicios de calidad de que los resultados son positivos». Internet va configurándose como la plataforma ideal donde dichos modelos pueden insertarse, mejorarse e intercambiarse aprovechando su alto poder interactivo y comunicativo. Quizás dentro del colectivo del profesorado, aquellos que se muestran más reticentes a la incorporación de innovaciones tecnológicas sean los del ámbito ambiental; tal vez porque en esta parcela educativa se considera incuestionable el contacto directo con la realidad, con el medio natural y con los problemas del medio ambiente que nos rodea, siendo difícil sustituirlos por la «realidad virtual» que proporcionan las TIC. La educación ambiental (EA), a pesar de las reticencias de algunos educadores a renunciar a ese contacto directo con el medio referido, está siendo sensible a las ventajas que ofrece la red para alcanzar algunos de sus objetivos (Ojeda, Gutiérrez y Perales, 2009).

En este artículo describimos un *Modelo de Aprendizaje Colaborativo en Línea para la Educación Ambiental* (modelo MACELEA) aplicable a la educación secundaria, caracterizamos los criterios de validez que lo fundamentan (Lissitz y Samuelsen, 2007) y consideramos los requisitos de calidad basada en la evidencia de un programa colaborativo que lo sustenta –*Ecourban*²–. El modelo MACELEA ha orientado la implementación y fundamentación de este programa colaborativo virtual (descrito en: Ojeda y Perales, 2008), que ha servido de escenario de encuentro a profesores de educación secundaria interesados en la EA en el medio urbano. La figura 1 muestra el organigrama general representativo del mismo y permite diferenciar el propio programa del modelo MACELEA, objeto central de este artículo. El banco de materiales y recursos generado, junto a las evidencias aportadas por los propios educadores ambientales de base (Ojeda, 2009), nos permitieron formular el supuesto general de partida que preside este trabajo, y que puede enunciarse como sigue:

Los programas colaborativos virtuales constituyen una buena herramienta para hacer EA en los centros educativos, pero por el momento se integran con dificultad en el currículo escolar.

Es por ello por lo que nos hemos planteado los siguientes objetivos:

1. Desarrollar el modelo MACELEA mediante un programa internacional y medioambiental en lengua castellana dirigido a alumnos entre 14 y 16 años –*Ecourban*–.

2. Describir la metodología usada y el proceso seguido para el desarrollo del programa como aplicación singular del modelo.

3. Difundir nuestra propuesta educativa en formato abierto en la medida que pueda servir de punto de partida para el diseño de otros proyectos educativos.

A lo largo del texto trataremos de exponer detalladamente las características que fundamentan el modelo MACELEA a través de su implementación en el aula virtual y caracterizar los criterios de validez que lo sustentan. En segundo lugar, se hace una descripción exhaustiva del programa *Ecourban* como una propuesta concreta derivada del modelo anterior atendiendo a sus finalidades, metodología didáctica, medios, recursos y evaluación. Concluimos el texto con un análisis de fortalezas y debilidades del modelo y del programa, indicando los aportes novedosos de cada uno de ellos al campo de la innovación curricular en el ámbito de la EA.

LA WEB, ESCENARIO DE INNOVACIÓN COOPERATIVA EN EA

Durante cuatro años hemos trabajado en la creación, mejora y difusión de un sitio *web* orientado a fomentar la utilización de las TIC para la Educación para la Sostenibilidad, donde se han ido incorporando materiales pedagógicos apoyados en evidencias de buenas prácticas y herramientas de *software* diseñadas para dar soporte y facilitar el trabajo entre grupos de alumnos de educación secundaria en distintos lugares del planeta. El valor intrínseco de estas aportaciones reside en que han sido los propios profesores implicados en la comunidad virtual los que han legitimado los materiales y recursos desde su conocimiento profesional. Desde un enfoque de innovación virtual basada en la evidencia, profesores de educación secundaria de distintos lugares han compartido recursos de EA mostrando a sus colegas experiencias útiles, motivadoras y de probada eficacia en el aula. Hemos puesto a disposición de una comunidad virtual un paquete de propuestas pedagógicas y una serie de herramientas informáticas interactivas que han permitido el intercambio fluido de información. Hemos procurado un ajuste real de contenidos ambientales a las necesidades de los alumnos de educación secundaria en cuanto a temáticas, dificultades, lenguaje, secuencia de tareas, etc. e invitado a la libre realización de actividades prácticas a través de tareas significativas, en relación con los objetivos de aprendizaje propuestos, y esto con una metodología de trabajo clara que ha pretendido: favorecer el trabajo colaborativo internacional, promover la creación de entornos activos y participativos de aprendizaje entre profesor y alumnos con la ayuda de las TIC. En esa dinámica hemos invitado a fundamentar las decisiones en evidencias de reconocido mérito, inspiradas en prácticas ambientales exitosas experimentadas por profesores de diferentes contextos culturales, documentadas y adaptadas a sus respectivos niveles curriculares.

Somos conscientes de que la red levanta serias sospechas sobre la veracidad y fiabilidad de la información que de ella se obtiene. Aun así, las posibilidades educativas del ciberespacio son infinitas y existe una enorme cantidad de materiales didácticos en línea, páginas *web* o *weblogs* creados por instituciones o personas interesadas en el medio ambiente para facilitar la difusión de campañas, iniciativas o materiales. Portales ambientales repletos de contenidos interesantes listos para ser utilizados y tanto entornos comunicativos como interfaces de trabajo colaborativo facilitan el desarrollo de múltiples actividades formativas. Un elenco de usos frecuentes de la *web* que no pasa desapercibido a los educadores ambientales se resume en: la búsqueda de información interactiva, promover la comunicación, gestión documental y organización de recursos, diseño de materiales con herramientas de autor, soportes y recursos para gestionar las clases, herramientas y recursos para crear entornos de aprendizaje, así como el empleo de herramientas y recursos orientados a tareas de simulación y modelización (Ojeda et al., 2009).

Existen numerosas estrategias didácticas que empiezan a usarse cada vez con más éxito como instrumentos de apoyo a cursos y tareas curriculares, sistematizadas por los profesores en diferentes formatos curriculares y con distinto grado de integración en materias como matemáticas, literatura o ciencias sociales³. Gracias a *You Tube* se han desarrollado en los últimos años una serie de herramientas para la difusión artesanal de vídeos y la producción de pequeños canales de televisión con temática ambiental a través de la red, donde administraciones educativas, asociaciones, organizaciones no gubernamentales y ciudadanos singulares difunden sus creaciones en formato libre y sin coste alguno. Otra serie de iniciativas interesantes recogen propuestas relacionadas con la protección ambiental, como *Pradera TV*, *Eco-live TV*, *ECOL* y *Cuestión Ambiental* ponen a disposición de docentes y estudiantes una serie de materiales inéditos que constituyen un lugar de encuentro para quienes deseen defender el medio ambiente. Museos virtuales, enciclopedias virtuales, herbarios virtuales, *kits* ambientales y *packs* ecológicos con prácticas de campo para diferentes niveles del currículum son ya una realidad irreversible, que aportan un campo inexplorado de posibilidades educativas acorde con un modelo de enseñanza-aprendizaje que integra los avances tecnológicos con naturalidad y sin complejos.

Comunidades virtuales y redes sociales muy activas, como *Orkut* o *Ning*, están suponiendo una revolución dentro de Internet debido a la facilidad con la que se puede intercambiar información y materiales multimedia (que ocupan varios megabits) entre usuarios con intereses similares, distintos tipos de redes sociales basadas en mundos virtuales como *Habbo* o *Second Life*, muy activas socialmente y donde existe, de igual manera que en el caso anterior, una vertiente de sensibilización ambiental y de participación en campañas de diferente índole. Muchas organizaciones ambientales utilizan cada vez más esta herramienta para mantener informadas a las personas principalmente con noticias, publicidad y actividades de interés o bien como instrumentos de crítica y ciberactivismo ambiental.

Los tutoriales interactivos, diseñados con un enfoque educativo, ofrecen al alumno la posibilidad de desarrollar

un proceso individualizado de aprendizaje de los contenidos de un tema específico o de una materia, incluyendo aprendizajes conceptuales, procedimentales y actitudinales. Estos programas proporcionan información estructurada sobre el tema y plantean actividades de aprendizaje, que pueden ser preguntas de tipo conceptual o problemas, de manera que el sistema puede controlar o registrar información sobre el ritmo de trabajo, las dificultades encontradas o los fallos cometidos en las actividades y otras características del proceso de aprendizaje. Dichos programas proporcionan, por tanto, recursos de base similares a los que ofrecen los libros de texto, de modo que el estudiante puede acceder a esta información teórica a la hora de realizar las actividades de aprendizaje que se incluyen en el tutorial. Los multimedia interactivos presentan múltiples posibilidades gracias a la versatilidad de representaciones gráficas, música, efectos de sonido, voz, vídeo o animaciones; además, su carácter interactivo permite al usuario distintas oportunidades para abordar el conocimiento de manera no lineal.

La investigación sistemática sobre EA y TIC es apenas un campo incipiente con una escasa producción investigadora (Ojeda, 2009). Experiencias pioneras en este ámbito son las desarrolladas por Taylor y Disinger (1997), centradas en la creación de sistemas expertos mediante plataformas colaborativas híbridas que mezclan realidad virtual y experiencia directa, a partir de la sistematización de aportes y materiales gráficos alrededor del mundo sistematizados en formato educativo. Okada y otros (2002) fueron los primeros en diferenciar empíricamente estos dos tipos de modalidades de EA, una basada en la experiencia directa en la naturaleza, como programas de aprendizaje guiado al aire libre, y otra basada en experiencias indirectas mediadas por recursos educativos como vídeos y materiales interactivos. Snow y Vanhanen (2005) mostraron que es posible promover experiencias de aprendizaje híbrido que conjuguen lo virtual con lo presencial, a través del programa *ENO-Environment Online*© y cómo se relaciona la educación formal con la no formal a través de las propuestas colaborativas, señalando la indudable utilidad de este tipo de programas educativos mixtos en la sensibilización ambiental. El programa *Biocenosis.com* de Martínez (2002) es otro ejemplo de programas híbridos de aprendizaje mediado por *web* en el que los alumnos de educación secundaria participan en bioensayos virtuales a partir de datos y observaciones de flora autóctona y ornamental de su entorno escolar. Entre las conclusiones más relevantes a partir de los trabajos de este equipo cabe destacar que, aunque resulta más o menos fácil clasificar programas en una u otra tipología, ninguna de las dos parece ser efectiva sin la otra. Idénticas conclusiones aportan los estudios de Kudryavtsev (2006) al afirmar que las tecnologías mediadas por ordenador constituyen una alternativa a la experiencia directa, pero hay poca evidencia científica de que unas puedan arrojar más beneficios que otras.

«Tanto en el campo de la educación científica en general como en el de la educación ambiental en particular, diferentes vías de integración curricular han sido exploradas, documentadas y aprovechadas. Entre las puertas de entrada, se encuentran particularmente el enfoque temático

(salud, alimentación, energía, biodiversidad, transportes, etc.), el enfoque por problemas (los cambios climáticos, la invasión de algas azules, los riesgos de cáncer asociados al uso del teléfono móvil, etc.) o el enfoque por proyecto (p. ej. el inventario de la biodiversidad de un parque dentro de una perspectiva de ordenación del territorio), que se prestan bien a la interdisciplinariedad pedagógica, en el contexto curricular contemporáneo que valore la transversalidad» (Sauvé, 2010, p.12)

Menos frecuentes son las propuestas que incluyen las TIC en sus diferentes formatos como propuestas de investigación sistemática para el desarrollo de programas de EA. Éstas son algunas de las razones que nos han llevado a trabajar en los últimos años en la construcción de un modelo que fundamente el trabajo de los educadores ambientales desde un enfoque integrado de argumentación presencial y virtual, bajo unas premisas de coherencia hacia los principios que orientan el trabajo en el campo de la EA.

DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL MODELO MACELEA

El modelo MACELEA aporta una síntesis integradora y actualizada de propuestas contemporáneas de la enseñanza de las ciencias construidas desde la base de un planteamiento de aprendizaje constructivista, en las que tanto profesores como estudiantes asumen un rol dinámico en los procesos de enseñanza-aprendizaje. La novedad del modelo consiste en la incorporación de la dimensión tecnológica como instrumento de innovación de base para el trabajo compartido por profesores y estudiantes de distintos lugares del mundo, así como su concreción en un programa curricular de innovación en el campo de la EA.

Partiendo del supuesto de que es factible desarrollar propuestas de innovación cooperativas al amparo de los recursos multimedia que nos ofrece la red, hemos trabajado en una comunidad virtual que comparte intereses de innovación curricular en EA.

La figura 1 muestra una radiografía de los presupuestos generales en los que se fundamenta el modelo, así como la secuencia seguida para su elaboración a partir de fuentes de evidencia innovadora tomando como base la aportación de otros modelos como el MoCEL (Valeiras, 2006), CAIT (Martín, Beltrán y Pérez, 2002) y el de Investigación en la Escuela propuesto desde la Red IRES (García, 2000a; 2000b).

Describiremos brevemente tales modelos y sus aportaciones al MACELEA:

- El modelo MoCEL («Modelo Constructivista para la Enseñanza de las Ciencias en línea») (Valeiras, 2006) se basa en el desarrollo de varias dimensiones, como son:

- Dimensión contextual.
- Dimensión cognitiva.
- Dimensión multimedia.
- Dimensión pedagógico-didáctica.

- Dimensión epistemológica.
- Dimensión comunicacional.

En los distintos apartados de este artículo relativos a la validez se toman en consideración estas dimensiones (Figura 2).

- El modelo CAIT («Modelo Didáctico Constructivista, Autorregulado, Interactivo») (Martín, Beltrán y Pérez, 2002) se formula partiendo de los siguientes componentes de la enseñanza-aprendizaje:

- Constructivista: formulado y desarrollado a partir de las ideas previas de los alumnos, constatadas y evaluadas con la ayuda de un cuestionario de evaluación.

Para ello proponemos trabajar desde el entorno próximo: «Nuestra ciudad o pueblo», compartiendo tareas con equipos de otros lugares, de manera que se pueda contrastar puntos de vista y trabajar objetivos comunes, para luego pasar a la acción concreta, la intervención en el entorno inmediato. Esto es muy positivo ya que agrandamos nuestro punto de mira. Sin embargo, la pedagogía nos habla del aprendizaje significativo, del que parte de realidades conocidas. Nuestros jóvenes alumnos pueden acercarse al medio ambiente global desde su entorno más cercano.

- Autorregulado: ya que los alumnos son los que regulan su propio aprendizaje a través de la creación de grupos colaborativos con reparto de tareas y responsabilidades, favoreciendo la autoevaluación.

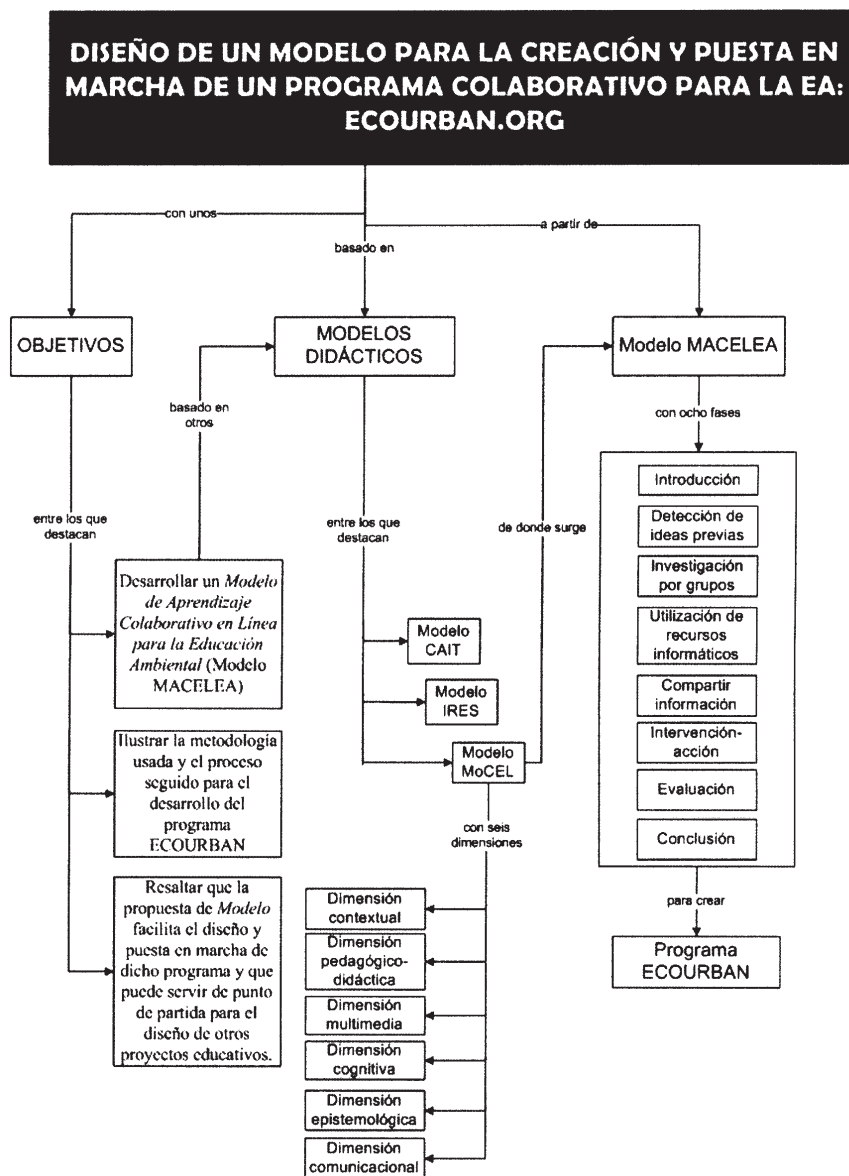
Nuestra propuesta se basa en el aprendizaje colaborativo mediado por ordenador, que está bien asentado como una estrategia docente. Existen multitud de investigaciones que sugieren que el aprendizaje colaborativo favorece la motivación de los estudiantes, incrementa herramientas para el razonamiento lógico, el pensamiento crítico, crea una sensación de cohesión social y recrea un ambiente de aprendizaje. Con esta metodología, el profesor deja de ser el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje para pasar a un segundo plano, con una labor fundamental de coordinador para el desarrollo del programa educativo.

- Interactivo: en un constante flujo de información dentro del grupo, entre cada uno de los grupos del aula y entre las diferentes clases que participan en el proyecto, construyendo una comunidad de aprendizaje.

En nuestro caso existe una continua acción y reacción entre los participantes que forman cada grupo, en el que previamente se han repartido las tareas y responsabilidades. Hemos diseñado un sistema de evaluación continua en el que los alumnos deben ir mejorando los productos que desarrollan para hacerlo también con sus resultados y el de su equipo.

- Tecnológico: utilizando las últimas tecnologías como herramientas para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje, mejorar la comunicación tanto síncrona como asíncrona de los participantes y favorecer el trabajo colaborativo.

Figura 1
Diseño y fundamentación del modelo colaborativo y fuentes de evidencia innovadora.



Lo hacemos en nuestro modelo a través del diseño de una serie de variadas herramientas basadas en la Web 2.0 que facilitan la comunicación, el trabajo en equipo, el cambio de impresiones y la recogida de información.

- El modelo de Investigación en la Escuela de la Red IRES (García, 2000a; 2000b) se encuadra en una concepción integradora de la didáctica con una perspectiva constructivista y evolucionista del conocimiento, una perspectiva sistémica y compleja de la realidad escolar y una perspectiva crítica de la transformación de la escuela. Sobre esta base se apoyan las teorías didácticas del modelo: una concepción sistémica del aula (y de los contextos esco-

lares) y una teoría de la elaboración y construcción del conocimiento escolar (y del conocimiento profesional). Como síntesis del modelo se destaca la importancia del «principio de investigación», que se aplica al aprendizaje de los alumnos, a la formación profesional de los profesores y a la construcción del conocimiento didáctico.

Nuestra propuesta entiende que la EA ha de servir para implicar a la ciudadanía en el cuidado de su entorno global y sus problemas asociados, promoviendo las actitudes, motivaciones, compromisos y habilidades para trabajar individual y, especialmente, de forma colectiva hacia la solución de los problemas ambientales.

El enfoque se realiza desde el punto de vista de la formulación de problemas a diferentes niveles (de lo próximo a lo global) teniendo en cuenta la teoría de la complejidad que incide en la importancia del alcance de la problemática ambiental y la imposibilidad de atajar con soluciones locales. Por último, se propone un estudio que pueda servir para concienciar a los participantes de que los problemas ambientales no se pueden solucionar exclusivamente de forma técnica sino que el cambio de actitudes es vital.

Con el modelo MACELEA hemos intentado solventar varias dificultades habituales en los programas colaborativos, adaptándolo a las siguientes condiciones que han servido de principios operativos de procedimiento para la posterior elaboración del programa *Ecourban*:

1. Que se cumplan los requisitos mínimos para hacer una EA de calidad. En estos programas se puede hacer educación en, desde y para el medio, con un enfoque constructivista y mediante procesos que crean conciencia y llevan a comprender las relaciones entre los humanos y el ambiente.
2. Construir un programa para la población hispanohablante, algo prácticamente inexistente.
3. Incrementar la motivación del alumnado y profesorado.
4. Integrar el programa educativo con el currículo escolar y reducir los problemas que se presentan a la hora de adecuar contenidos y objetivos.
5. Intentar no forzar la dinámica de las clases, en cuanto a horarios, metodología, etc.
6. Promover actividades complementarias de ambientalización del centro escolar que añadan valor a su proyecto educativo y clima de trabajo.
7. Prestar atención al entorno y usabilidad del programa.
8. Proponer la utilización del programa como complemento o suplemento, no como norma.

9. Favorecer diferentes formas de evaluación y trabajo a través de distintos métodos evaluativos y trabajos síncronos y asíncronos.

10. Crear un espacio de intercambio donde los profesores muestren, vean y sientan que es viable, sencillo y útil lo que hacen.

El modelo didáctico que se desarrolla en la figura 1 se construye sobre un marco de presupuestos que han de permitir a profesores y estudiantes de secundaria enseñar y aprender en un contexto virtual, en una plataforma de trabajo compartido en la que se intercambian recursos, se recomiendan prácticas exitosas y se ponen a prueba materiales multimedia al servicio de la EA. Es el propio marco el que ofrece criterios de autocontrol y *feedback* sobre la pertinencia y adecuación del modelo en su dimensión contextual, epistemológica, comunicacional, cognitiva, pedagógico-didáctica y multimedia.

La aplicación y concreción del modelo a un programa particular se lleva a cabo en ocho fases en las que se promueven acciones de familiarización con el modelo didáctico y sus principios de procedimiento, rutinas de iniciación a la plataforma virtual y el uso de las herramientas informáticas, estrategias de análisis de ideas previas, herramientas para favorecer la investigación en grupo, mecanismos para compartir información, guías y recomendaciones para la acción innovadora, criterios para evaluar las intervenciones y principios de procedimiento para desarrollar y seleccionar buenas prácticas basadas en evidencias de innovación de probado éxito.

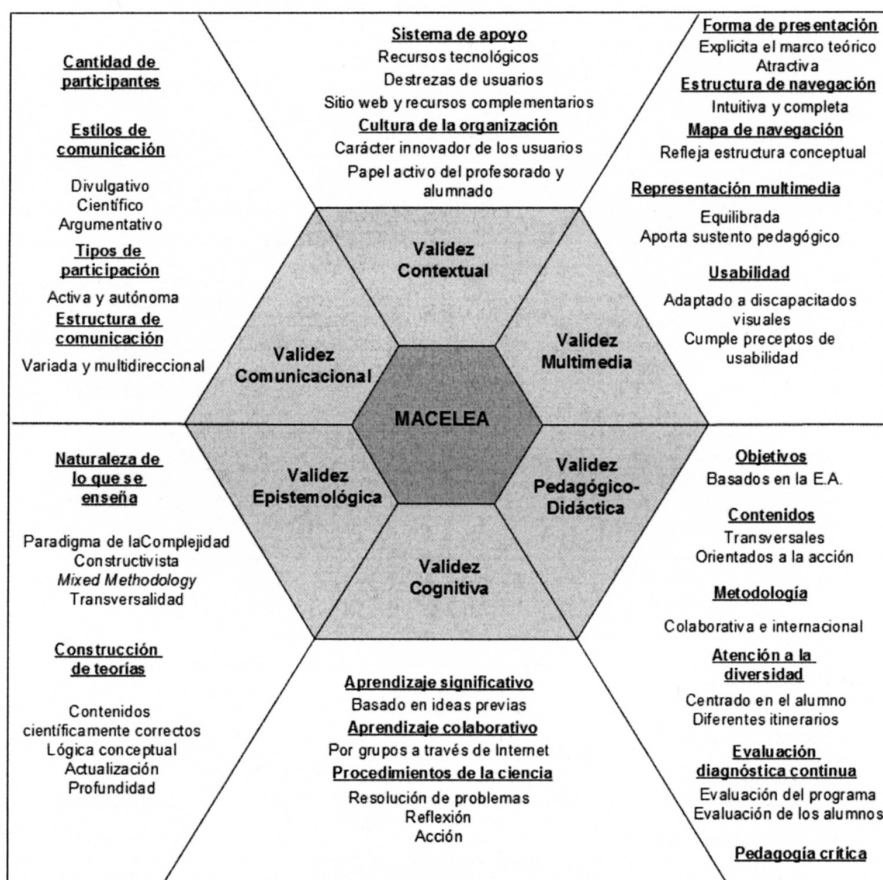
CRITERIOS DE VALIDEZ DEL MODELO PROPUESTO

Con el fin de disponer de una visión crítica de conjunto sobre los procesos que desembocaron en la propuesta didáctica que hemos puesto en marcha, se articularon una serie de mecanismos de control de calidad en la fase de diseño y fundamentación del modelo. Estos criterios los presentamos en la tabla 1 que recoge la pauta metodológica seguida para construir el modelo y controlar su validez.

Tabla 1
Resumen metodológico de la propuesta.

INVESTIGACIÓN	TIPO DE ESTUDIO	CRITERIOS DE CALIDAD		PROCEDIMIENTO ANÁLISIS DE DATOS
		Validez/Credibilidad	Fiabilidad/Consistencia	
Diseño de un modelo para la creación y puesta en marcha de un programa colaborativo para la EA.	Investigación-acción mediante estudio de viabilidad en diseño de un prototipo de programa cooperativo de EA con TIC en educación secundaria.	<ul style="list-style-type: none"> • Síntesis integradora de modelos: MoCEL, CAIT e IRES • Validación de la coherencia del modelo de docencia virtual-cooperativa, atendiendo a su dimensión contextual, pedagógico-didáctica, multimedia, cognitiva, epistemológica y comunicacional 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobación de <i>Check List</i> con los requisitos mínimos para el desarrollo del modelo MACELEA en el programa en que se concreta • Consistencia con los objetivos de la educación ambiental según expertos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo del modelo • Fundamentación didáctica • Concreción y aplicación a un programa de intervención: <i>Ecourban</i>

Figura 2
Dimensiones de validez del modelo MACELEA.



Modificado de Valeiras (2006)

En la figura 2 se exponen los criterios que han permitido fundamentar el modelo desde dimensiones de validez contextual, multimedia, pedagógico-didáctica, cognitiva, epistemológica y comunicacional, que iremos describiendo a continuación.

Validez contextual

El programa propuesto intenta facilitar al máximo la tarea a profesores y alumnos participantes, independientemente de su contexto geográfico, haciendo accesible la tecnología a estudiantes y profesores de educación secundaria, y centrándose en el proceso de enseñanza-aprendizaje de contenidos curriculares ambientalizados. Los requisitos mínimos a tener en cuenta para participar con garantías de éxito se basan fundamentalmente en una serie de recursos tecnológicos y de soporte ofrecidos desde la plataforma virtual y complementados por una serie de destrezas y prerrequisitos de usuario que deben poseer los participantes, entre ellos:

- Los alumnos han de manejar Internet y programas ofimáticos a nivel de usuario.
- Tanto el profesorado como el alumnado deben poseer conocimiento del entorno colaborativo para el desarrollo del programa.
- Es preciso tener acceso a Internet desde el centro educativo una o dos veces por semana.
- Además debe disponerse de un número adecuado de ordenadores para los alumnos.
- Se necesita una cámara de fotos digital e impresora.

Hemos facilitado el conocimiento del entorno virtual con tutoriales y manuales interactivos para hacer más fácil la aplicación del modelo a situaciones concretas, respaldadas por una base empírica de buen funcionamiento en diferentes aulas y territorios.

Todo el material que se ha ido generando ha tomado como referencia la cultura de la organización escolar y las características singulares de la comunidad de destinatarios, estudiantes de educación secundaria y profesores interesados en compartir y llevar a cabo experiencias innovadoras de EA mediante el uso de TIC. Todo el diseño inicial ha sido realizado por un profesor de educación secundaria apoyado por dos profesores universitarios durante cuatro años seguidos; en la actualidad se sigue modificando para generar continuas mejoras⁴.

El investigador principal se comunica con otros profesores implicados a través del correo electrónico, de manera que cada fin de semana éstos disponen en su buzón de las actividades que se van a llevar a cabo durante la semana siguiente, con los objetivos, materiales y sistema de evaluación perfectamente definidos. Los profesores interesados se inscribieron previamente rellenando un cuestionario *on-line* y definiendo su nivel de implicación mediante tres perfiles diferentes: promotores de la actividad, facilitadores y observadores externos. Una vez creada y consolidada la comunidad virtual, los intercambios han sido multidireccionales y frecuentes. El investigador principal ha debido actuar de dinamizador continuo del proceso procurando sistematizar los intercambios y optimizar las aplicaciones de la plataforma para sacar el mayor rendimiento a los intercambios y materiales. Los alumnos trabajaron en grupos colaborativos para la consecución de unos objetivos perfectamente definidos y temporalizados. Para ello se han dividido las tareas y responsabilidades tanto para el grupo de estudiantes como para el profesor durante el desarrollo del programa, desempeñando aquellos varios papeles que quedan reflejados en el anexo 1.

Validez pedagógico-didáctica

Con esta validación queremos hacer referencia a los elementos clásicos del diseño curricular de cualquier unidad didáctica, en este caso orientada a la EA, que quedan reflejados a modo de caso en principios de procedimiento

empíricos que han ido surgiendo a lo largo de las intervenciones y propuestas de trabajo. A partir de las condiciones anteriores, hemos construido nuestra propuesta pedagógica tratando de ajustarnos a una serie de principios de procedimiento, en el sentido que le da Cama (2009), en cuanto directrices normativo-axiológicas de orden preventivo y ético que marcan el horizonte de cualquier intervención educativa (médico-sanitaria, en su caso), y a las que debe ajustarse toda propuesta didáctica (en nuestro caso), mostrando evidencias que justifiquen la coherencia y fidelidad al modelo propuesto:

- Promover la protección ambiental a través de la acción comprometida y desarrollar las temáticas transversales del currículo escolar de educación secundaria.
- Trabajar contenidos y objetivos de Educación Secundaria Obligatoria (ESO en España) de una manera colaborativa, adecuada y pertinente, dejando claros los objetivos en cada una de las actividades a realizar en la investigación.
- Conocer la problemática ambiental más cercana y aproximarse al conocimiento de otras realidades más lejanas.
- Favorecer el uso de las TIC de forma coherente y adaptado al currículo escolar.
- Crear un grupo de trabajo colaborativo basado en una *web* interactiva, listas de distribución, foros y *chats*.
- Construir un estilo de vida sostenible mediante actitudes y aptitudes conservacionistas y de respeto al medio.

El banco de evidencias de innovación al servicio de la fundamentación y desarrollo del modelo MACELEA se ha nutrido de dos fuentes de evidencias de innovación didáctica que constituyen los ingredientes básicos de validez contextual del modelo construido: las aportadas por los profesores y las aportadas por los propios estudiantes (Tabla 2).

Tabla 2
Fuentes de evidencias didácticas del modelo MACELEA.

FUENTES DE EVIDENCIAS DE INNOVACIÓN DE LOS PROFESORES	
1. Una página web con recursos para profesores y alumnos.	6. Carteles para la motivación.
2. Un aula virtual para el trabajo colaborativo a través de Internet	7. Mapas conceptuales electrónicos.
- Chat	8. Cuestionarios de evaluación (pretest y postest).
- Foro	9. Cuestionarios de autoevaluación
- Intercambio de archivos	- Crucigramas <i>on-line</i>
- Agenda	- Cuestionarios autocorregibles <i>on-line</i>
- Librería	10. Plantillas para la autoevaluación de los grupos.
- Lista de correos	11. Instrucciones interactivas y formato de texto para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje.
3. Un blog sobre EA y TIC.	12. Vídeos.
4. Plataforma para el intercambio de fotografías.	13. Presentaciones.
5. Libro electrónico colaborativo.	
FUENTES DE EVIDENCIAS DE INNOVACIÓN DE LOS ESTUDIANTES	
1. Presentaciones.	5. Trabajo de investigación.
2. Fotografías.	6. Póster científico.
3. Dibujos.	7. Maquetas.
4. Vídeos.	

El esquema de trabajo con los alumnos propuesto en el modelo didáctico se ajusta a una secuencia de ocho fases, inspirada en aportes de literatura sobre evaluación de la evidencia científica para la mejora de la práctica (Clap, 2007):

1. Introducción: donde se expone el tema central y el ámbito que abarca. Su objetivo es la creación de puntos de interés, captar la atención del alumno, motivar y acotar con precisión la unidad didáctica, tema, subtema, apartado, contenido transversal, etc. que se va a trabajar.

2. Detección de ideas previas a través de un cuestionario *on-line*.

3. Investigación por grupos: apartado en el que se especifica el tipo de actividades que realizarán los alumnos. Éstos deberán conocer con claridad cuál será el producto final de su trabajo y cómo habrán de realizarlo (generación de documentos, elaboración de reportajes, encuestas, trabajos de síntesis, resolución de problemas, superación de cuestionarios de evaluación). La fase de problematización y selección tiene la finalidad de incitar y dar la oportunidad a los alumnos de generar hipótesis, discutirlos y contrastarlos bibliográfica o experimentalmente. Esta fase es compatible con los diferentes modelos didácticos basados en la investigación de problemas.

4. Utilización de recursos útiles: diferentes materiales accesibles en Internet (sitios *web*, ficheros de sonido, gráficos, videoclips, pequeños programas...) que el alumnado deberá emplear en las tareas encomendadas. En algunos casos también resulta conveniente incluir otros recursos TIC disponibles en el centro: base de datos de la biblioteca, vídeos, materiales multimedia, *software* educativo, etc.

5. Compartir información a través de herramientas colaborativas y el Aula Virtual.

6. Intervención-acción para la mejora del medio mediante actividades concretas propuestas por los mismos alumnos.

7. Evaluación: sección donde se indican con claridad los aspectos en que va ser evaluado el trabajo del alumno, especificando los instrumentos y los criterios de evaluación.

8. Reflexión-conclusión: se ofrece un espacio al alumnado para la reflexión, individual o en grupo, sobre lo aprendido en el proceso. La conclusión puede ser formal (elaboración de resúmenes, informes de resultados...) o informal (comentarios o frases de los alumnos en el libro de visitas, o mediante algún tipo de formulario interactivo).

Validez epistemológica

El aporte principal del modelo MACELEA a los planteamientos de desarrollo curricular e innovación basada en la evidencia para la construcción de conocimiento pedagógico reside en que su intencionalidad y procedi-

mientos van más allá de establecer buenas prácticas y recomendaciones sobre el conocimiento válido. La dinámica de trabajo creada a partir de las interacciones que se promueven en la plataforma virtual permite a los profesores y estudiantes ser protagonistas de una modalidad de enseñanza-aprendizaje mediada por la tecnología pero no sujeta a roles tecnocráticos: los agentes asumen un rol activo en la crítica producción de conocimiento y se ven en la responsabilidad de convencer a los demás de por qué sus propuestas didácticas e intervenciones son innovadoras e interesantes. Tomar conciencia de los límites y posibilidades de un material educativo orientado a la sensibilización ambiental y el comportamiento proambiental exige en profesores y estudiantes un planteamiento epistemológico de base no convencional que responda a uno de los retos principales que se plantea la epistemología posmoderna (Sauvé, 1999), en la que se valora el diálogo de los diversos tipos de conocimiento (científico, experiencial, tradicional, etc.) desde planteamientos no estrictamente disciplinares. Las fuentes de racionalidad y criterios de validez radican en la relevancia para la transformación de las realidades, consideradas éstas dentro de una perspectiva crítica. La visión del medio ambiente que hemos querido promover en nuestra propuesta coincide con la de la *Sostenibilidad Fuerte* de Luffiego y Rabadán (2000), que pretende llevar al compromiso y a la acción, y que Palmer (1998) reconoce como las «Tres E» de la EA (ética, empirismo y estética), y que Sauvé (1999) expresa como «esferas de la identidad, de la alteridad y del Oikos».

Más que una justificación a priori de las opciones teóricas y estratégicas, se ha apostado por un proceso dialéctico entre la teoría y la práctica, y una evaluación continuada de las actuaciones disponibles en la *web*, partiendo del supuesto aportado por Sthenhouse (1984) de que la educación es un «arte práctico». Nuestra propuesta implica una doble dimensión epistemológica: por un lado la que subyace en el carácter científico-ambiental de los contenidos que aborda y, por otro, la naturaleza de las TIC como mecanismo dialógico de difusión de dicho conocimiento. Ya que los problemas educativos, al ser problemas prácticos, no están regulados por las reglas y normas de la investigación teórica, se dan cuando las prácticas empleadas son inadecuadas o no sirven a los propósitos que se plantean, aflorando discrepancias y desajustes entre prácticas y expectativas. Los marcos teóricos que dan sentido a la enseñanza parten de la idea de que una teoría educativa solamente adquiere sentido en la medida en que ella misma puede corregirse y valorarse a la luz de sus consecuencias prácticas (Carr, 1990, pp. 110-115).

Serán las propias evidencias de buen o mal funcionamiento aportadas por el profesor las que proporcionen materia de investigación y base empírica para contrastar y replicar la validez y pertinencia de dichas evidencias innovadoras, al ser aplicadas y trasladadas a otros contextos similares o diferentes. De esta forma, el rol de la mayoría de los agentes involucrados en este proyecto ha sido el de investigadores participantes que resuelven problemas con intereses comunes, proponen vías de actuación, diseñan materiales y dinamizan el trabajo cooperativamente (si bien en el proyecto se han implica-

do también profesores interesados con un rol de meros observadores). El enfoque de investigación-acción crítica y cooperativa (Carr y Kemmis, 1988) y el papel del profesor investigador en el aula (García y Cano, 2006) ofrece el marco adecuado de construcción de conocimiento profesional y cambio ambiental para esta propuesta didáctica. La investigación-acción suministra un método para poner a prueba las prácticas educativas y mejorarlas en tiempo real, así como para fundamentar dichas prácticas y evaluar reflexivamente la coherencia de los procedimientos, metodologías y recursos empleados. Son los propios profesores y los estudiantes, acompañados de investigadores expertos, los que pueden explorar y mejorar las prácticas curriculares de la EA, tomando decisiones innovadoras que no son tanto una derivación de teorías previas al uso, cuanto de necesidades sentidas en la propia práctica. Dichas necesidades están asimismo basadas en propuestas de intervención interactivas en el marco de un proceso de comunicación comprensivo y constructivo, que afianza y refuerza sus metodologías de trabajo, su autoestima profesional y su confianza en materiales recomendados por colegas desde la base de su adecuación y pertinencia curricular. Como argumenta Sauvé (2010, p. 12): *«los ciudadanos deben tratar de comprender cuestiones extremadamente complejas, deben encontrar y procesar una gran cantidad de informaciones, relacionarlas, interpretarlas de manera crítica y realizar síntesis eficaces de ellas»*, el profesor es un mediador activo de estos procesos y ha de articular procedimientos formativos eficaces que contribuyan a propiciar estas elaboraciones por parte de los estudiantes (Calvo y Gutiérrez, 2007, p.15). La *web* se revela como un medio propicio para favorecer estas elaboraciones.

El modelo MACELEA se apoya sobre una concepción de la enseñanza-aprendizaje constructivista (Porlán, 1993; Sauvé, 2010), orientado a promover cambios en las estructuras de pensamiento y en las conductas que favorezcan la transición hacia una nueva cosmovisión, entendida ésta como marco de concepciones, de teorías, de hábitos, de normas y de perspectivas que configuran una determinada manera de comprender y de actuar en el mundo, de entender y de dar significado a los problemas ambientales y a los conflictos sociales que estos suscitan. Ello supone poner en tela de juicio la naturaleza del conocimiento científico, la de las representaciones que hacen los medios del mismo y la de las circunstancias de su producción desde enfoques mecanicistas, frente a una visión más compleja y ecléctica que admite el error, acepta la incertidumbre, gestiona las ideas previas y afronta el conocimiento como un reto dialógico en progresión que ha de movilizar conceptos cambiantes, representaciones, valores e intereses de distinta naturaleza (García, 2004; Bonil y Pujol, 2005; Gutiérrez y Pozo, 2006; González-Gaudeano, 2008).

Validez multimedia

Nuestro sitio *web* está diseñado de un modo atractivo para favorecer de manera adecuada el trabajo colaborativo, con suficientes ayudas en pantalla como para desarrollar el programa sin problemas. La estructura de

navegación es intuitiva con un mapa de navegación fácil de utilizar y un sistema de búsqueda rápido y fiable. El entorno está libre de errores de producción, como enlaces inactivos, gráficos perdidos, páginas desconfiguradas, errores tipográficos y otros problemas que pueden dificultar la navegación. Hemos diseñado un servicio de apoyo *on-line* con mecanismos de navegación y acceso suficientes como para que los participantes encuentren temas concretos de contenido sin sentirse perdidos. Los contenidos multimedia están equilibrados para aportar sustento pedagógico sin distraer a los alumnos (son ilustrativos, no sólo estéticos). Se incluyen presentaciones multimedia y videos, dirigidos a profesores y alumnos.

Existe una ejecución fiable, velocidad de acceso adecuada y se cargan las páginas y otros componentes de forma rápida. Además, el programa es adecuado para discapacitados y accesible para aquellos con discapacidades visuales. La atención a la diversidad constituye uno de los principios que vertebran el programa, para lo cual los propios profesores definen aquellas actividades de mayor interés y promueven diferentes tipos de adecuaciones. Entre las diversas situaciones que se nos vienen planteando a lo largo de estos años destacamos la integración de alumnos con necesidades educativas especiales en grupos de trabajo mixtos y heterogéneos, con objeto de que en ningún momento se puedan sentir discriminados, al mismo tiempo que el profesor procurará suministrarles el apoyo que demanden, así como el estímulo que considere oportuno con objeto de reforzar esa integración. La atención a la diversidad se ha conseguido:

- Definiendo las tareas de cada uno de los componentes del equipo en función de sus capacidades.
- Proponiendo diferentes niveles de complejidad que potencian la vertiente práctica de todo proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Diversificando a través de la consulta de material complementario (libros sobre el tema tratado, documentación técnica, folletos, catálogos, hemeroteca, etc.) dispuesto en el apartado de recursos.
- Favoreciendo la realización de un elevado número de actividades de tipo individual o en equipo, en las que el alumnado tiene que buscar y seleccionar información.
- Facilitando el uso de mapas conceptuales de manera que permita a los alumnos el globalizar e integrar la información de un modo más eficaz al combinarlo con los resúmenes textuales.
- Promoviendo el uso de instrumentos de diagnóstico previo, al inicio del programa, para detectar el nivel de conocimientos y de motivación del alumnado, que permita valorar al profesor el punto de partida y las estrategias que se van a seguir. Asimismo, se conocerá qué alumnos han trabajado antes ciertos aspectos del contenido.
- Buscando un justo equilibrio entre la proporción entre información textual e imágenes que se ofrece en nuestros materiales (dibujos, fotografías, tablas, y gráficos).

- Invitando a desarrollar actividades estimulantes que favorezcan la posibilidad de que los alumnos pongan en juego sus capacidades prácticas, de reflexión e indagación, y aprendan mediante la experimentación.
- Seleccionando aquellos contenidos que mejor respondan a las diferentes capacidades, necesidades, intereses y motivaciones del alumnado.
- Compartiendo conocimiento entre alumnado y profesorado. Los profesores actúan como mediadores y animan a los estudiantes a aprender a aprender.
- Intentando cumplir las reglas TAW⁵ de accesibilidad y usabilidad para alumnado con discapacidades.

Validez cognitiva

Hace referencia a los procesos internos que lleva a cabo el alumno para la construcción del conocimiento. Los modelos didácticos alternativos al tradicional se han fundamentado, de una u otra manera, en tres perspectivas teóricas: la pedagogía crítica, el constructivismo y el paradigma de la complejidad (Mayer, 1998; Bonil y Pujol, 2005; Sauvé, 2010); estas tres fuentes, unidas a la visión sistémica y a la perspectiva ética, conforman el modelo que sustenta la mayor parte de los trabajos de EA. La fundamentación de la EA en propuestas constructivistas asigna un rol activo en el diseño y desarrollo del currículum al profesorado y otorga al alumnado la responsabilidad de elaborar el conocimiento. El constructivismo se nutre de las aportaciones sobre el aprendizaje de distintas teorías: desde los estudios cognitivos de Piaget (1976; 1978) y la relevancia de la interacción social en la educación defendida por Vygotsky (1997) hasta las corrientes de la psicología educativa que destacan la importancia del aprendizaje significativo (Ausubel, Novak y Hanesian, 1990).

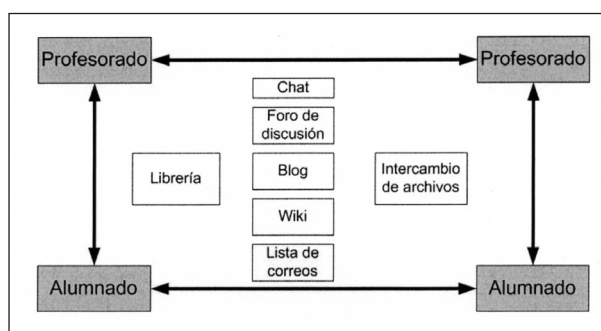
El constructivismo, como soporte teórico, está detrás de la mayoría de los trabajos que abordan problemas propios del ámbito de la Didáctica de las Ciencias y, más específicamente, en la EA (Guruceaga y González, 2004; Marín, 2003; García, 2004; García y Cano, 2006; Porlán, 1993; Gutiérrez y Pozo, 2006). A la vez, en este ámbito existen diversos marcos teóricos comprometidos con el constructivismo. Esta diversidad hace que declararse constructivista sin matices o aclaraciones venga a decir bien poco y en ocasiones es motivo de controversias (Marín, Solano y Jiménez, 1999). El programa educativo ha sido diseñado desde los presupuestos del constructivismo sociocultural, enfoque que enfatiza el papel del componente social del aprendizaje, ya anunciado hace años por Vygotsky. Aprender es, por naturaleza, un fenómeno social; permite la adquisición del nuevo conocimiento mediante procesos de interacción necesaria entre seres humanos. De ahí la potencialidad pedagógica de los grupos de aprendizaje colaborativo, una metodología centrada en el diálogo y la negociación oral entre los estudiantes (Murga, Novo, Melendro y Bautista, 2008).

Validez comunicacional

No es posible la colaboración sin comunicación. Entre los principios didácticos que orientan el modelo destacamos los siguientes: 1) Cooperación. Los estudiantes se apoyan mutuamente para cumplir con un doble objetivo: lograr ser expertos en el conocimiento del contenido, además de desarrollar habilidades de trabajo en equipo mediadas por las TIC. 2) Identidad grupal. Los estudiantes comparten metas, recursos, logros y entendimiento del rol de cada uno, un estudiante no puede tener éxito a menos que todos en el equipo tengan éxito. 3) Responsabilidad. Los estudiantes son responsables de manera individual de la parte de tarea que les corresponde; al mismo tiempo, todos en el equipo deben conocer las tareas que asumen los compañeros. 4) Comunicación. Los miembros del equipo intercambian información importante y materiales, se ayudan mutuamente de forma eficiente y efectiva, ofrecen las estrategias y técnicas didácticas en el rediseño y retroalimentación para mejorar su desempeño en el futuro y analizan las conclusiones y reflexiones de cada uno para lograr pensamientos y resultados de mayor calidad. 5) Asertividad. Los estudiantes aprenden a resolver juntos los problemas, desarrollando las habilidades de liderazgo, comunicación, confianza, toma de decisiones y solución de conflictos. 6) Autoevaluación. Los equipos deben valorar aquellas acciones que han sido útiles y cuáles no. Los miembros de los equipos establecen las metas, evalúan periódicamente sus actividades e identifican los cambios que deben realizarse para mejorar su trabajo en el futuro.

Para agilizar el flujo de información y la capacidad de intercambio de materiales entre los participantes, hemos creado una serie de herramientas telemáticas, que se resumen en el mapa conceptual adjunto (Figura 3).

Figura 3
Validación comunicacional del modelo MACELEA.



Se ha incidido en que la comunicación sea multidireccional, activa, fácil y fluida, de manera que pudieran coexistir varios sistemas de comunicación que permitiesen el contacto entre profesores y alumnos, y entre cada uno de los grupos consigo mismos. Para ello, se han diseñado: foros de debate, *blog*, *wiki*, *chat*, listas de correos y repositorio, recursos virtuales e innovaciones basadas en evidencias de buen funcionamiento en el aula.

LA CONCRECIÓN DEL MODELO DIDÁCTICO: EL PROGRAMA *ECOURBAN*, UNA PROPUESTA CURRICULAR PARA LA INNOVACIÓN EN LA RED

Ecourban es un Programa de Educación para la Sostenibilidad orientado al Medio Urbano, cuyo elemento característico reside en el uso de las TIC en formato de acceso abierto, dialógico e interactivo, partiendo del supuesto de que son los profesores y estudiantes los principales agentes de los procesos de enseñanza-aprendizaje, siendo la red un poderoso instrumento de mediación educativa. El programa permite una interacción sincrónica y diacrónica entre centros de diferentes países de habla hispana y con diferentes niveles de participación e implicación. Los destinatarios del programa son:

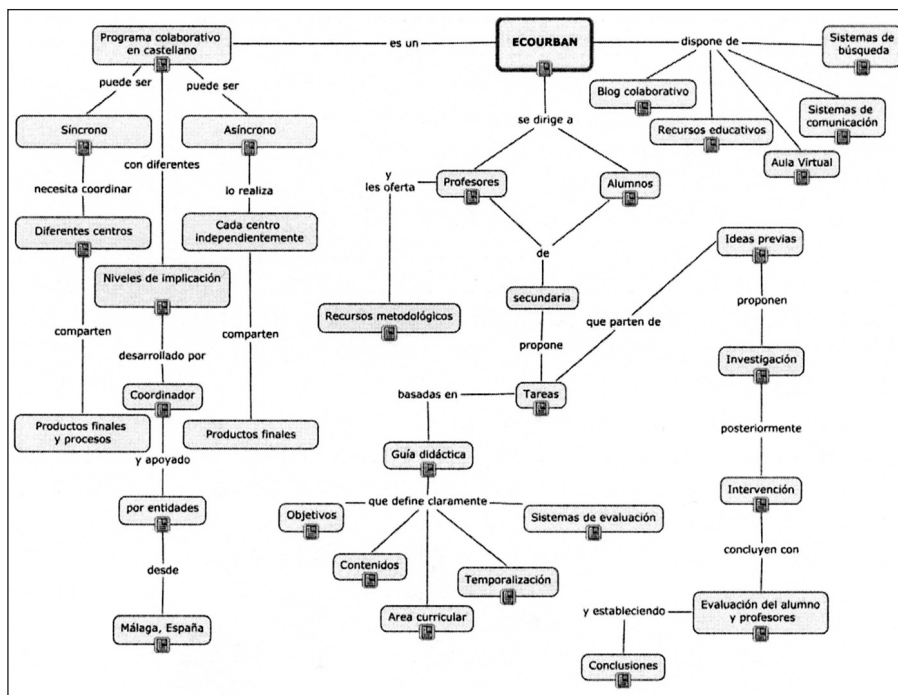
- Profesores y educadores ambientales de habla hispana que trabajen con alumnado entre 14 y 16 años y que se interesen por el medio ambiente y las nuevas tecnologías.
- Alumnado de Educación Secundaria Obligatoria de habla hispana interesados en la Educación para la Sostenibilidad en el Medio Urbano y el uso de las TIC que quieran compartir experiencias con alumnos con sus mismos intereses.

A partir del trabajo conjunto desarrollado por una comunidad virtual de agentes educativos interesados en crear redes geográficas y humanas que fortalezcan la cooperación, el intercambio y el aprendizaje mutuo fluye a través del trabajo colaborativo en EA. La comunidad virtual promueve el aprendizaje colaborativo y el empleo de metodologías de aprendizaje que incentivan la colaboración entre individuos para conocer, compartir y ampliar la información que cada

uno tiene sobre un tema, lo que se logra compartiendo datos mediante espacios de discusión reales o virtuales. Los participantes unidos en grupos asumen roles que se relacionan, complementan y diferencian para lograr una meta común, un sistema de recompensas grupal e individual, respuestas distribuidas, normas claras, un sistema de coordinación eficaz, interdependencia positiva, interacción dialógica, contribución individual, habilidades personales y de grupo, y *feedback* de la autoevaluación del grupo. La colaboración requiere una tarea mutua en la cual los participantes trabajan juntos para producir algo que no podrían producir individualmente. Colaborar es más que el simple trabajo en equipo por parte de los estudiantes; la idea que lo sustenta es sencilla: los alumnos forman «pequeños equipos» después de haber recibido instrucciones del profesor. Dentro de cada equipo los estudiantes intercambian información y trabajan en una tarea hasta que todos sus miembros la han entendido y terminado, aprendiendo a través de la colaboración. Comparando los resultados de esta forma de trabajo con modelos de aprendizaje tradicionales, se ha encontrado que los estudiantes aprenden más cuando trabajan cooperativamente, recuerdan por más tiempo el contenido, desarrollan habilidades de razonamiento superior y de pensamiento crítico y se sienten más confiados y aceptados por ellos mismos y por los demás. La figura 4 muestra el entramado conceptual del programa *Ecourban*, sustentado en el modelo MACELEA.

El programa se viene implementando desde hace cuatro años en un portal interactivo donde se promueven experiencias de innovación basadas en la evidencia garantizadas por resultados satisfactorios y de probado éxito curricular, apoyadas en procesos grupales virtuales y presenciales.

Figura 4
Mapa conceptual con el que hemos diseñado el programa *Ecourban*.



El programa orienta sus objetivos de trabajo desde el entorno próximo, procurando estimular así la adquisición de conocimientos, aptitudes y valores para entender la interdependencia entre los factores ambientales locales y globales (favorecidos por los intercambios virtuales de diferentes países) y la repercusión de los seres humanos en la naturaleza, pretendiendo sensibilizar sobre las relaciones entre economía-sociedad-medio para promover la participación ciudadana y su mejora. Se parte de la premisa de que los objetivos propuestos son relevantes para los destinatarios del programa y enfatizamos la adquisición de aptitudes que permitan a los alumnos abordar temas ambientales. Entre otros destacan: ecología urbana, consumo energético y revolución industrial; recursos naturales renovables y no renovables; desarrollo sostenible; interacciones con el medio; impactos y riesgos en el agua, el aire y el suelo; disminución de la biodiversidad, transporte y consumo; alteraciones del paisaje; residuos y contaminación; alteraciones del clima: efecto invernadero y disminución de la capa de ozono; urbanismo y gestión del medio; estrategias de conservación; legislación ambiental; soluciones a problemas ambientales; consumo y huella ecológica; comunidades humanas y sostenibilidad.

Los contenidos que se trabajan y las competencias que se promueven en el proyecto están adaptados al currículo oficial de 3.º y 4.º de Educación Secundaria Obligatoria en España, habiendo intentado plantearlos explícitamente en todo momento con una visión imparcial, con precisión y de forma transversal y sistémica. La metodología favorece el cumplimiento de los objetivos y la adquisición de los contenidos propuestos en el programa, intentando cultivar en el alumno formas de expresión diversas, no centradas exclusivamente en el uso del lápiz y el papel. El material es presentado con una secuencia lógica en la que quedan claros los pasos a seguir para abordar los contenidos, intentando no forzar la dinámica de las clases y favoreciendo el autoaprendizaje, la iniciativa y la toma de decisiones por parte de los alumnos. Y sobre todo, se les da a los participantes la oportunidad de intervenir con alguna acción a favor del medio ambiente, participando entre todos de manera colaborativa a través de Internet. Se parte de la problemática ambiental de las ciudades, eligiendo un problema concreto, y a partir de aquí se sigue un protocolo con orientaciones temporales

en el que se invita a los alumnos a desempeñar el papel de un especialista en medio ambiente y que realicen una serie de tareas; y todo ello lo comunicarán al resto de los compañeros por vía telemática intentando mejorar los resultados y compartiendo información a través del Aula Virtual, complementándose con una evaluación tanto del programa como de las tareas realizadas (Cuadro 1).

El programa incluye distintos tipos de herramientas de evaluación adaptadas a los diferentes agentes implicados y extensibles a todas las dimensiones y facetas del programa:

1. Evaluación del programa
 - a. Evaluación de *Ecourban* a partir de fichas de evaluación ponderada.
 - b. Evaluación del programa con cuestionario *on-line* a los profesores implicados.
 - c. Evaluación del programa con cuestionario *on-line* a los alumnos participantes.
 - d. Registros de la marcha del programa.
2. Evaluación de los alumnos
 - a. Evaluación de los conceptos previos de los alumnos mediante cuestionario *on-line* y crucigramas.
 - b. Evaluación del proceso de aprendizaje de los alumnos a través de registros de evaluación cuantitativa (*quizzes*, crucigramas y cuestionarios) y de evaluación cualitativa, a partir de la información de foros, *chat* y actividades realizadas.
3. Control de calidad externo, integrado por una parrilla de instrumentos e indicadores de calidad del programa de innovación virtual adecuados a los criterios de validez del modelo MACELEA desarrollados por el equipo de asesoría externa de la universidad.

Cada curso académico se promueven dos ediciones del programa: una dirigida a centros educativos del territorio español que comienza en enero, y otra dirigida a centros latinoamericanos. El desarrollo del programa consta de 14 semanas; no obstante, se pueden realizar los módulos por separado, en función del grado de implicación y las posibilidades de cada centro educativo. La programación de actividades se organiza por semanas. Un ejemplo tipo con los epígrafes principales se incluyen en el anexo I.

Cuadro 1

Un ejemplo del tipo de tareas que han de realizar los alumnos involucrados en el programa.

<p>1. Realizarán un breve diagnóstico ambiental de su ciudad.</p> <p>1.1. Escribirán una carta para que los demás especialistas conozcan la realidad ambiental de su ciudad, que enviarán por correo electrónico a todos los participantes.</p> <p>1.2. Documentarán sus trabajos con fotos, que deberán colgar en Internet.</p> <p>2. Investigarán cómo ha cambiado su comunidad y el medio ambiente en los últimos 50 años.</p> <p>2.1. Buscarán fotografías de la época y las compararán con la actualidad.</p> <p>2.2. Entrevistarán a un adolescente de hace 50 años.</p> <p>2.3. Redactarán un pequeño informe sobre cómo se imaginan el futuro o harán un dibujo.</p>	<p>3. Estudiarán cuáles son las preocupaciones ambientales de los habitantes de su comunidad:</p> <p>3.1. Realizarán una encuesta a los ciudadanos de su comunidad sobre el estado del medio ambiente.</p> <p>3.2. Se hará un resumen con los resultados de cada grupo.</p> <p>4. Estudiarán el problema ambiental más relevante de su ciudad o comunidad y harán propuestas de mejora.</p> <p>4.1. Harán un trabajo de experto escrito como informe.</p> <p>4.2. Realizarán un póster para presentarlo en un «congreso científico».</p> <p>4.3. Harán «fotodenuncia» en la que se refleje la problemática elegida.</p> <p>5. Realizarán una acción para la mejora del medio ambiente de su comunidad.</p>
--	--

REFLEXIONES FINALES

Con posterioridad abordaremos la valoración sistemática del modelo y del propio programa a través de las herramientas de evaluación usadas al efecto y los datos generados. No obstante, sí podemos avanzar algunas reflexiones sobre dicho proceso:

A juicio de los expertos que analizaron el programa *Ecourban* los resultados son muy positivos en todos los aspectos estudiados y muy por encima de otros programas colaborativos investigados.

Esto nos hace pensar que todos los esfuerzos empleados para generar mejoras en el diseño y puesta en marcha en el proceso de investigación-acción tras la evaluación de las necesidades, han dado sus frutos, generando un producto educativo solvente y de gran valor pedagógico, aunque contiene aspectos que son difíciles de abarcar a la hora de ponerlos en marcha, que son:

- La adaptación explícita a los currículos de todos los países que pudieran estar implicados. La diversidad puede ser tan amplia que hace imposible una adaptación sistemática a todos ellos.
- El uso de competencias múltiples que son necesarias para la implementación del programa, tanto por parte del profesorado como del alumnado.
- La dificultad de llevar a cabo una propuesta de esta naturaleza por las características propias del sistema educativo y la dinámica que se sigue en los centros escolares.

En la evaluación de los alumnos hubiese sido interesante un estudio en el que se analizaran de forma más profunda las causas de las respuestas, no sólo fundamentadas en el impacto de nuestro programa educativo. Observamos que la realización del programa supone una mejora sustancial en los contenidos conceptuales evaluados, pero no es tan evidente en el cambio de actitud. Detectamos cambios de actitudes grupales, pero existe resistencia a los cambios a nivel personal; sin embargo, se produce en última instancia una intervención en el medio para la mejora del mismo, que es el objetivo último de la EA y de nuestra propuesta educativa.

En la percepción de temas ambientales se observa una mayor valoración de las estrategias que puedan efectuarse para favorecer la gestión, la protección del medio y la EA, así como un incremento en la sensación de utilidad del movimiento ecologista.

La formulación de los problemas ambientales que realizan los alumnos se ajusta más a la realidad circundante y se producen coincidencias con los resultados de encuestas sociológicas, como el Ecobarómetro Andaluz u otros; asimismo, la visión del medio ambiente en general se hace menos dramática, abriéndose nuevas expectativas tras la realización del programa.

Los alumnos tienen una magnífica percepción de su aprendizaje valorando especialmente aspectos procedi-

mentales, la posibilidad de contactar con otros países y la toma de conciencia de la problemática ambiental, aunque también detectan dificultades, especialmente en:

- Trabajo en grupos.
- Tiempo escaso para la realización de tareas.

Los profesores, de manera unánime, valoran muy positivamente su experiencia y la de los alumnos, y manifiestan su intención de repetir su participación, así como plantean la recomendación del programa a otros compañeros. No obstante, consideran que el programa supone un esfuerzo que no está al alcance de la mayoría del profesorado, tanto por el tiempo que se necesita para su implementación como por las competencias necesarias para su desarrollo.

Por otro lado, y de forma más genérica, podemos apuntar algunos logros del modelo y del programa:

1. Tras la evaluación de los resultados hemos concluido que es un modelo muy efectivo pero no exento de dificultades en la integración en la dinámica habitual de las clases.
2. Tanto el profesorado que participa en el programa como los alumnos implicados están altamente motivados por la metodología propuesta.
3. Los productos obtenidos y los resultados académicos de los alumnos son altamente satisfactorios.
4. Los objetivos son revisados y evaluados de forma continua.
5. El programa no se restringe al uso de las TIC, sino que trasciende a las mismas favoreciendo la participación en campañas con otros centros educativos o diferentes ONG.
6. Hemos creado materiales didácticos y experiencias innovadoras expresamente diseñados para *Ecourban*.
7. Se ha promovido mayor protagonismo de temas TIC y ambientales en el currículum escolar.
8. Se incrementan las posibilidades de colaboración con proyectos educativos de las diferentes administraciones.
9. Favorecemos salidas al medio natural.
10. Colaboramos con otras iniciativas que nos han parecido interesantes para la adquisición de competencias en las TIC y el medio ambiente.
11. Hacemos propuestas para la modificación de la dinámica habitual de las clases, favoreciendo la movilidad y horarios más flexibles.
12. Promovemos una metodología lúdica y participativa para crear compromisos a largo plazo y desarrollar competencias más allá de las estrictamente curriculares.

13. Respecto a la tecnología utilizada, debemos decir que se han empleado muy diversas herramientas informáticas, intentando equilibrar las comerciales con las gratuitas, favoreciendo la usabilidad y la accesibilidad.

14. Hemos desarrollado un entorno para el trabajo colaborativo de forma síncrona y asíncrona, de manera que cada equipo de docentes tenga libertad para ajustar el programa educativo a su ritmo de trabajo.

15. En cuanto a la metodología educativa seguida, hemos desarrollado un programa educativo de marcado carácter constructivista, partiendo de las ideas previas de los alumnos, en las que son ellos mismos los que construyen su aprendizaje a partir de tareas concretas.

16. Respecto al programa educativo creado, creemos ofrecer una solución para el profesorado, de carácter transversal, innovadora, muy completa por la cantidad de recursos, utilizable por varios niveles y en la que se trabajan competencias ajustadas al currículo escolar.

17. Hemos sabido ilusionar a profesorado y alumnado de más de 10 países hispanoparlantes en un proyecto colaborativo que en un año ha tenido más de 100.000 visitas ajenas a nuestro centro educativo.

18. Creemos ser un referente en el tema de las TIC en EA para otros centros con un proyecto que se puede extrapolar a otros ámbitos educativos y que ha recibido diversas distinciones nacionales e internacionales. Hemos asesorado a estudiantes de la universidad, CEP, ONG y otros centros sobre temas del uso de las TIC en Ciencias de la Naturaleza.

NOTAS

1. Este artículo se inscribe en los proyectos en vigor: EDU2008-02059 y EDU2008-03898, del Plan Nacional de I+D+I 2008 del Ministerio de Ciencia e Innovación.

2. <http://www.ecourban.org/main.php>

3. Un buen ejemplo son las diferentes herramientas que permiten calcular la huella ecológica, o los diferentes tipos de videojuegos sobre cambio climático que han proliferado en los últimos años, donde se puede descubrir cómo reducir las emisiones individuales de gases de efecto invernadero o incluso predecir las amenazas relacionadas con desastres naturales, en forma de tornados, incendios, sequía o subida del nivel del mar: dos ejemplos interesantes son AlertaCO2, *Ecoville*.

4. El primer embrión del proyecto surge en el colegio de La Presentación de Málaga con el grupo de estudiantes del investigador principal, apoyado por dos grupos de investigación de la Universidad de Granada.

5. Familia de herramientas para el análisis de la accesibilidad de sitios web, basadas en las pautas WCAG propuestas desde el W3C (Consortio *World Wide Web*) alcanzando de una forma integral y global a todos los elementos y páginas que lo componen.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D. y HANESIAN, H. (1990). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- BONIL, J. y PUJOL, R.M. (2005). La aventura de integrar la complejidad en la educación científica de la ciudadanía. *Enseñanza de las Ciencias* (Número extra, VII Congreso), pp. 1-4.
- CALVO, S. y GUTIÉRREZ, J. (2007). *El espejismo de la Educación Ambiental*. Madrid: Morata.
- CAMA, R. (2009). *Evidence-Based Healthcare Design*. California: Wiley.
- CARR, W. (1990). *Hacia una ciencia crítica de la educación*. Barcelona: Laertes.
- CARR, W. y KEMMIS, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza. La investigación-acción en la formación del profesorado*. Barcelona: Martínez Roca.
- CLAP (2007). *¿Qué es una revisión sistemática?* [Versión electrónica]. Revisada el 20 de julio de 2010 en <<http://perinatal.bvsalud.org/E/usuarios/mbe>>.
- GARCÍA DÍAZ, J.E. (2004). *Educación Ambiental, Constructivismo y Complejidad*. Sevilla: Diada.
- GARCÍA PÉREZ, F.F. (2000a). Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa [Versión electrónica]. *Biblio 3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*. Revisada el 21 mayo de 2008 en <<http://www.ub.es/geocrit/b3w-207.htm>>.
- GARCÍA PÉREZ, F.F. (2000b). Un modelo didáctico alternativo para transformar la educación: El modelo de Investigación en la escuela [Versión electrónica]. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 64. Revisada el 21 mayo de 2008 en <<http://www.ub.es/geocrit/sn-64.htm>>.
- GARCÍA DÍAZ, J.E. y CANO, M.I. (2006). ¿Cómo nos puede ayudar la perspectiva constructivista a construir conocimiento en la Educación Ambiental? *Revista Iberoamericana de Educación*, 41, pp. 117-131.
- GONZÁLEZ-GAUDIANO, E. (2008): *What does environmentally educated citizenship mind*, en González-Gaudiano E. y Peters, M. (eds.). *Environmental Education. Identity, Politics and Citizenship*. Netherlands, Rotterdam, pp. 53-62.
- GUERRA ROMERO, L. (2002). La medicina basada en las evidencias científicas: Una tarea para todos [Versión electrónica]. *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología*, 8, 2002. Revisada el 13 de febrero de 2010 en <<http://www.offtalmo.com/seo/2002/08ago02/01.htm>>.

- GURUCEAGA, A. y GONZÁLEZ GARCÍA, F.M. (2004). Aprendizaje significativo y Educación Ambiental: Análisis de los resultados de una práctica fundamentada teóricamente. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(1), pp. 115-136.
- GUTIÉRREZ, J. y POZO, T. (2006). Modelos teóricos contemporáneos y marcos de fundamentación de la Educación Ambiental para el Desarrollo Sostenible. *Revista Iberoamericana de Educación*, 41, pp. 21-68.
- KUDRYAVTSEV, A. (2006). *Use of computer technologies in dissemination and implementation of Environmental Education Programs*. Nueva York: Thesis for Master of Science, Cornell University.
- LISSITZ, R. y SAMUELSEN, K. (2007). A Suggested Change in Terminology and Emphasis Regarding Validity and Education, *Educational Researcher*, 36(8), pp. 437-448.
- LUFFIEGO, M. y RABADÁN, J.M. (2000). La evolución del concepto de Sostenibilidad y su introducción en la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), pp. 473-486.
- MARÍN MARTÍNEZ, N. (2003). Visión constructivista dinámica para la Enseñanza de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias* (Número extra, VI Congreso), pp. 43-55.
- MARÍN MARTÍNEZ, N. SOLANO, I. y JIMÉNEZ GÓMEZ, E. (1999). Tirando del hilo de la madeja constructivista. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), pp. 479-492.
- MARTÍN PATINO, J.M., BELTRÁN LLERA, J.A. y PÉREZ SÁNCHEZ, L. (2002). *Cómo aprender con Internet*. Madrid: Fundación Encuentro.
- MARTÍNEZ BAÑUELOS, J.J. (2002). *Biocenosis.com, la naturaleza a través de la ciudad. Diseño, desarrollo, implementación y evaluación*. Madrid: UNED.
- MAYER, M. (1998). Educación Ambiental: de la acción a la investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), pp. 217-231.
- MURGA, M.A., NOVO, M., MELENDRO, M. y BAUTISTA-CERROS, M.J. (2008). Educación Ambiental mediante grupos de aprendizaje colaborativo en red: una experiencia piloto para la construcción del EEES. *Revista Electrónica Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 9(1), pp. 65-77.
- OKADA, M., YOSHIMURA, T., TARUMI, H., MORIYA, K. y SAKAI, T. (2002). DigitalEE: A Support System for Collaborative Environmental Education Using Distributed Virtual Space. *Systems and Computers in Japan*, 33(8), pp. 936-946.
- OJEDA, F. (2009). *Educación Ambiental y Tecnologías de la Información y la Comunicación*. Tesis doctoral. Granada: Universidad de Granada.
- OJEDA, F. y PERALES, F.J. (2008). Ecurban: nuevos caminos para nuevas ideas en Educación Ambiental. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 5, pp. 75-93.
- OJEDA, F., GUTIÉRREZ, J. y PERALES, F.J. (2009). ¿Qué herramientas proporcionan las TIC a la Educación Ambiental? *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 6, pp. 318-344.
- PALMER, J. (1998). *Environmental education in the 21st century: Theory, practice, progress and promise*. Londres: Routledge.
- PIAGET, J. (1976). *The grasp of consciousness*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- PIAGET, J. (1978). *La equilibración de las estructuras cognitivas: problema central del desarrollo*. Madrid: Siglo XXI.
- PORLÁN, R. (1993). *Constructivismo y escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla: Diada.
- SAUVÉ, L. (1999). La educación ambiental entre la modernidad y la posmodernidad: en busca de un marco de referencia educativo integrador. *Tópicos en Educación Ambiental*, 1(2), pp. 7-26.
- SAUVÉ, L. (2010). Educación Científica y Educación Ambiental: Un cruce fecundo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), pp. 5-18.
- SNOW, J. y VANHANNE, M. (2005). ENO - Environment Online - International IT environment awareness programme. The integration into the formal or nonformal education system. Trabajo presentado en *EEASA 2005*, Zambia.
- STENHOUSE, L. (1984). *Investigación en el aula y desarrollo profesional*. Madrid: Morata.
- TAYLOR, G.L. y DISINGER, J.F. (1997). The potential role of virtual reality in environmental education. *Journal of Environmental Education*, 28(1), pp. 38-43.
- VALEIRAS, N. (2006). *Las Tecnologías de la Información y la Comunicación integradas en un modelo constructivista para la enseñanza de las ciencias*. Tesis doctoral, Universidad de Burgos.
- VYGOTSKY, L.S. (1997). *Obras escogidas* (Tomo I, 2ª. ed.). Madrid: Aprendizaje Visor.

[Artículo recibido en abril de 2010 y aceptado en septiembre de 2010]

ANEXO 1

Prototipo de planificación curricular con algunas tareas desarrolladas en el programa distribuidas por semanas.

SEMANA	TAREAS	SUBTAREAS
1	<i>Preparación previa por parte del profesorado</i>	1. Familiarización con el entorno de <i>Ecourban</i> . Dar un paseo por la web y observar sus prestaciones. 2. Comprender los objetivos del programa. 3. Dar de alta a los alumnos y solicitar las claves para acceder al «Aula Virtual».
2	<i>Introducción del programa a los alumnos</i>	1. Poner un cartel en clase de los que hemos diseñado expresamente para el programa para crear ambiente. 2. Explicar a los alumnos qué es lo que vamos a hacer. 3. Conformar los grupos de trabajo siguiendo la metodología propuesta en la página web del programa. 4. Los alumnos deberán: <ul style="list-style-type: none"> • Repartirse los «papeles» que van a desempeñar cada uno. • Mirar lo que se va a hacer en la presentación que se ha dispuesto en la página web del proyecto. • Comprobar si funciona el «número de usuario» y la «contraseña» en el «Aula Virtual», y ver los materiales de ayuda puestos a disposición de todos. • Darse un paseo por la página de <i>Ecourban</i> para conocerla mejor y ver los recursos que contiene. 5. Cada grupo deberá tener un: <ul style="list-style-type: none"> • Redactor-coordinador: encargado de fomentar la participación y ordenar la información. Marca los límites de tiempo y sugiere procedimientos para realizar las tareas con la mayor eficacia posible. • Técnico-informático: será el que oriente al resto sobre cómo utilizar el Aula Virtual, colgar los materiales, proceder a la creación de documentos, etc. • Artista-creativo: hace propuestas originales para presentar los trabajos. Busca y hace dibujos, ilustraciones, gráficos y fotografías. • Documentalista-investigador: se encarga de revisar la documentación y recursos necesarios para las tareas. Aconseja cuáles son los más útiles y orienta a los demás compañeros sobre los materiales que existen a su disposición.
3	<i>Ideas previas</i>	1. Leer o fotocopiar la «Carta de la Presidenta del PNUMA», un material didáctico realizado para la motivación del alumnado a toda la clase. 2. Realizar el Test <i>on-line</i> de Ideas Previas. Tras la realización del mismo podrán hacer el «Test autocorregible» para ver los fallos que han tenido. 3. Discusión con el grupo clase para aclarar ideas.
4	<i>Diagnóstico ambiental</i>	1. Escribir una carta a los demás explicando cómo es la ciudad o pueblo de cada grupo, siguiendo el formato de carta que se presenta. No se trata de hacer «publicidad» de la ciudad, sino una descripción «científica» y sincera de lo que hay en ella, fijándose especialmente en los aspectos medioambientales: <ul style="list-style-type: none"> • Cada pequeño grupo debe hacer una carta de una extensión aproximada de dos folios. Para ello, se elaborará una lista de los aspectos o cosas de las que has de hablar para que se hagan una idea clara de la ciudad. Una vez hecha la lista, se debe ordenar como si fuese un guión. • Para la elaboración del texto es posible utilizar bibliografía especializada, o bien buscar en Internet para la descripción de las características de la comunidad. • Después ya se puede hacer el borrador de la carta, poniendo atención y utilizando las palabras más adecuadas. Tras ello, se debe revisar el borrador y hacer el escrito o carta definitiva en un procesador de texto normal. 2. Mandar la carta al Aula Virtual. Se puede ver cómo se «sube» una carta consultando la ayuda. 3. Hacer fotos sobre la ciudad y colgarlas («subirlas») en la «Fotogalería». Para verlo, consultar la ayuda. <ul style="list-style-type: none"> • Cada grupo deberá hacer fotos representativas del medio ambiente de su ciudad-pueblo y colgarla en la Fotogalería de <i>Ecourban</i>. Las fotos deben ser originales y realizadas por ellos mismos. Las imágenes deben representar de la forma más significativa posible el medio ambiente de la ciudad según su punto de vista, y pueden presentar aspectos positivos o negativos de la misma. Pueden ser descriptivas (describen lo que hay) o artísticas (suggerentes). • Incluir una o dos fotos de la ciudad-pueblo en la web, con una pequeña descripción. 4. Hacer comentarios a las fotos. Dad un paseo por las fotos que han colgado otros grupos, haced algún comentario a las mismas y dadle una puntuación. <ul style="list-style-type: none"> • ¿Tenéis alguna pregunta que hacerles? • Calidad de la fotografía. ¿Qué os parece?

5 y 6	<i>Cambios de la ciudad</i>	<ol style="list-style-type: none"> Realizar una fotocomparación con la ficha correspondiente. <ul style="list-style-type: none"> Se elegirá una sola ficha de todas las realizadas por la clase y que se hallan en el Aula Virtual (donde tendrán que hacer comentarios a las mismas). El resto de fotos antiguas se colgarán en la Fotogalería de <i>Ecourban</i>, en el apartado correspondiente y los alumnos harán comentarios. Cada pequeño grupo rellenará la ficha de fotocomparación. Los alumnos, tras dividirse las tareas, buscarán en libros o documentos que tengan en casa o en el colegio fotografías de su comunidad, antiguas y actuales, y las pondrán en común con sus compañeros del pequeño grupo. Se trata de comparar ambas fotografías y describir los cambios que se detectan en ellas. En la ficha de fotocomparación se tendrán que aportar varios datos, de hace 50 años (aproximadamente) y de hoy día. Posteriormente, y en gran grupo, se pondrán en común para elegir la ficha rellenada por uno de los pequeños grupos, con un solo par de fotos; se completarán el texto que han rellenado si es necesario. Por lo tanto, se seleccionará sólo una de las aportaciones de todas las presentadas, que será la que se comparta con los demás. Realizar una entrevista a un adolescente «de hace 50 años» siguiendo el guión y a otro actual, siguiendo la ficha propuesta, y se harán comentarios en el foro del Aula Virtual. Se realizará un dibujo o una redacción de cómo será la ciudad en el futuro en la ficha correspondiente. Las redacciones se pondrán en el «Aula Virtual» y los dibujos en la «Fotogalería de <i>Ecourban</i>».
7 y 8	<i>Encuesta sobre el medio a los ciudadanos</i>	<ol style="list-style-type: none"> Realizar una encuesta con una plantilla ya elaborada. Rellenar la hoja de resultados (un resumen de la encuesta con una estadística a partir de los resultados obtenidos). Depositar este documento en la sección «Biblioteca» del Aula virtual de <i>Ecourban</i>. Dejar las impresiones en el apartado correspondiente del Foro del Aula virtual.
9 y 10	<i>Trabajo de expertos</i>	<ol style="list-style-type: none"> Se repasarán conceptos generales de Ecología Urbana, para lo que se realizará un crucigrama <i>on-line</i> y se aclararán algunos términos en clase. <ul style="list-style-type: none"> Antes de trabajar un tema concreto vamos a repasar algunos conceptos generales sobre ecología. Para ello realizaremos un crucigrama <i>on-line</i> por pequeños grupos. Se intentará realizarlo lo más rápido posible, pudiendo utilizar ayuda en la red mediante buscadores apropiados si se cree conveniente. Tras realizarlo aclararemos de nuevo alguno de los términos que no se tengan bien asentados. No es necesario copiar el crucigrama. Simplemente intenta memorizar con los términos expuestos, si fuera posible. El crucigrama tiene algunas pistas («<i>hint</i>») y se puede ver si se está haciendo bien («<i>check</i>»), pero sólo hay un par de oportunidades, no deben malgastarse. En caso de quedar atascados (y sólo si es necesario) se puede utilizar el documento: Crucigrama resuelto. Se realizará un trabajo científico y original sobre el problema ambiental más importante de la ciudad (según sus criterios) y de no más de cinco folios, para lo que tenemos varios recursos. A los pasos para realizar este trabajo les vamos a llamar las 5 R, y son las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> Reconocer el problema: consiste en escoger la problemática ambiental que se crea más relevante en su comunidad. Para ello ya se ha hecho un pequeño diagnóstico y un sondeo en su población, pero a lo mejor no está contemplado y se quiere trabajar otro tema. Se ha de justificar y decidirlo entre los componentes del grupo. Aunque el tema es libre, debe estar relacionado con la realidad ambiental de su comunidad. Recopilación de la información: se trata de buscar información sobre el problema. ¿Qué es lo que sabemos? ¿Cómo se ha generado el problema? ¿Qué queremos saber? Resolución: interpretar los resultados obtenidos en la investigación y analizar sus consecuencias para el medio ambiente. Responsabilidad: buscar soluciones del problema estudiado a partir de lo que se puede cambiar en las acciones diarias, lo que se puede hacer desde nuestro hogar y familia, que podemos hacer desde el colegio o desde el municipio. Propuestas concretas para mejorar la población que podemos hacer nosotros y que nos comprometemos a realizar. Resumir y confeccionar un informe científico escrito de al menos cinco páginas en el que se incluyan las cinco R estudiadas y siguiendo la pauta descrita en el tutorial para hacer un trabajo científico. Deberá estar escrito en un procesador de textos y guardado en formato de texto compatible, como RTF. Colgar el trabajo en la biblioteca del Aula Virtual de <i>Ecourban</i>, siguiendo la mecánica habitual.

11 y 12	<i>Póster científico</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Construir un póster siguiendo las pautas reseñadas en el tutorial de cómo hacer un póster científico a partir del trabajo realizado la semana pasada. <ul style="list-style-type: none"> • El póster podrá estar elaborado a mano, escrito de puño y letra o a ordenador. • Para facilitar la tarea se ofrecen varios recursos, entre los que están varias plantillas de «Power Point». 2. Una vez hecho el póster, los alumnos de cada clase harán una exposición en clase o fuera de ella para dar a conocer cada uno de sus trabajos. <ul style="list-style-type: none"> • Para cualquier pregunta, duda o sugerencia, se puede contactar con el servidor. • Construir un póster siguiendo las pautas reseñadas en el tutorial de cómo hacer un póster científico. • Con el objetivo de dar difusión a nuestro trabajo, se va a realizar un póster donde se resume de forma gráfica todo lo anterior, con diseño original y vistoso, igual que lo harían los científicos en sus congresos, donde se explique en qué consiste la problemática estudiada, la investigación realizada, las principales conclusiones que se han extraído y las soluciones posibles para mejorar esa problemática ambiental. • Antes de hacer un póster hay que saber que es un instrumento científico de primer orden, y como tal es de gran importancia para la comunicación entre los profesionales de la ciencia. Por eso hay que dedicarle un tiempo a saber cómo hacerlo, para lo cual se han puesto varios recursos que pueden ser de utilidad para todos. 3. Exposición virtual. <ul style="list-style-type: none"> • Una vez hecho el póster, los alumnos organizarán una exposición en clase o fuera de ella para dar a conocer cada uno de sus trabajos. • Se habilitará un espacio en el centro educativo, en la biblioteca municipal, el ayuntamiento, comunidad de vecinos o similar en el que exponer los pósteres que se han elaborado. Se invitará a otros compañeros del colegio o instituto, autoridades, profesores y/o padres, etc. Cada grupo podrá disponer de un tiempo para explicar su investigación y sus propuestas a los asistentes o bien se dispondrán delante de su trabajo por si alguno de los visitantes demanda alguna información al respecto. • Para darle mayor difusión, se deberán colgar los pósteres en la Web. Para ello, hay que mandarlos al administrador de <i>Ecourban</i> para hacer una «Exposición Virtual».
13 y 14	<i>Intervención y evaluación</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar una o varias fotografías sobre aspectos preocupantes del medio ambiente de tu comunidad y colgarlas en la fotogalería. 2. Realizar alguna actividad para que la gente se sensibilice sobre la mejora ambiental; para ello, se te mostrarán algunos ejemplos. 3. Para saber si las tareas de <i>Ecourban</i> se han realizado adecuadamente, se debe cumplimentar un test de autoevaluación de grupo siguiendo un sencillo cuestionario <i>on-line</i>. 4. Y por último, antes de terminar es necesario saber qué se piensa del programa, por lo que se ha diseñado un cuestionario de evaluación <i>on-line</i> para que lo realicen tanto profesores como alumnos participantes de forma individual, y que es un instrumento clave en el desarrollo y propuestas de mejora.

Design, foundations and validation of a collaborative virtual programme in Environmental Education

OJEDA-BARCELÓ, FERNANDO¹; GUTIÉRREZ-PÉREZ, JOSÉ² y PERALES-PALACIOS, F. JAVIER³

¹ Colegio La Presentación, Málaga

² Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Granada

³ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Granada

barcelo@gmail.com

jguti@ugr.es

fperales@ugr.es

Summary

Virtual collaborative programs are emerging as an appropriate tool for educational innovation in general, and in Environmental Education in particular. As a consequence, educational innovation itself is becoming more demanding, requiring what has come to be called «evidence-based innovation.» Both perspectives are examined in this article. Throughout the text we explain the importance and basis of the MACELEA teaching model that has served for the creation and implementation of a virtual collaborative programme of curricular innovation, *Ecourban*. Our starting point is that «collaborative virtual programmes are a good tool for EA in schools but, at the moment, are difficult to integrate into the school curriculum». To test this assumption, we have worked for four years on the creation, enhancement and dissemination of the *Ecourban* web site, designed to foster the use of ICT for Environmental Education for Sustainability. Teaching materials have been incorporated into it based on evidence of good practices and software tools designed to support and facilitate the work between groups of secondary school students in different parts of the planet. The MACELEA model provides an integrated and updated synthesis of other models and contemporary proposals in Science Education, built from the base of a constructivist learning approach in which both teachers and students assume a dynamic role in the processes of teaching and learning.

We describe the most relevant aspects of its design and implementation and set out the validity criteria and com-

ponents of virtual innovation on which it is based, from the following dimensions: contextual (support systems and organizational culture), pedagogical-didactic (objectives, content, methodology, evaluation, attention to diversity and critical pedagogy), epistemological (nature of what is taught and theory building), multimedia (shape, structure and navigation map, multimedia presentation and usability), cognitive (meaningful learning, collaboration and procedures of science) and communicative (number of participants, types of participation, communication styles and structure).

In absence of a systematic evaluation of the model, we suggest that the results are very positive in all aspects studied and exceed those of other collaborative investigated programmes, detailing them in the work. Yet, some difficulties in its implementation persist, such as: explicit adaptation of curricula from all the countries that may be involved, the use of multiple competences that are necessary to implement the programme, by both teachers and the students, and the actual implementation of a proposal of this nature due to the inherent characteristics of the educational system and the dynamics that still exist in schools. In addition, we provide some assessments from the perspective of teachers and students.

The paper concludes with an annex which sets out a Prototype Curriculum Planning with a weekly schedule detailing some tasks developed in the Programme.