

Educación y Desarrollo Sostenible



Clara Barroso Jerez

Juan A. Rodríguez Hernández

Introducción	1
Capítulo 1	
CONCEPTO DE EDUCACIÓN	5
Capítulo 2	13
INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE SISTEMAS	
Capítulo 3	33
INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN	
Capítulo 4	71
SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO Y EDUCACIÓN	
Capítulo 5	87
DESARROLLO SOSTENIBLE	
Capítulo 6	117
EDUCACIÓN Y DESARROLLO SOSTENIBLE	
ANEXO	141
A MODO DE CONCLUSIÓN	157
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	159

La publicación es gratuita y sus contenidos se distribuyen bajo licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 .

INTRODUCCIÓN

El presente texto está orientado a los estudiantes de la asignatura de “Educación y Desarrollo Sostenible” que se imparte en el tercer curso de la titulación de Grado de Pedagogía en la Universidad de La Laguna, pero también consideramos que puede ser de interés para todas aquellas personas interesadas en los problemas relativos a la educación y el desarrollo sostenible. El texto ha sido realizado en la convocatoria de la Universidad de La Laguna: *Programa de apoyo a la docencia presencial mediante herramientas TIC (Modalidad A: asignaturas)*.

En el análisis que desarrollamos, repensamos la educación en términos humanos considerando que cada propuesta educativa ha de ser coherente con la idea de evolución humana, haciendo posible que la educación sea compatible con la diversidad necesaria que garantice que cada individuo acceda al desarrollo imprescindible para enfrentarse a los grandes retos de la situación actual de la humanidad. No es tarea fácil si consideramos que los idealismos educativos que se propusieron a lo largo del S.XX no han servido para diseñar procesos que evitasen la situación actual de emergencia humanitaria y ecológica.

Debemos subrayar que, desde nuestra perspectiva, hay problemas no solucionables exclusivamente desde el sistema de educación formal. La paz no se alcanza con un currículum sobre *educación para la paz*; la conciencia ciudadana no se adquiere mediante *formación* en ciudadanía; ni acabaremos con los fundamentalismos religiosos, políticos e ideológicos mediante *formación* en valores. En este sentido podemos indicar la ineficacia de las innovaciones curriculares que, basándose en un incremento de contenidos han perseguido, sin éxito, construir una civilización exenta de desigualdades humanas.

En esta Asignatura consideramos que comprender la relación entre educación y desarrollo sostenible exige el conocimiento necesario para defender la sostenibilidad. Nos parece imposible desarrollar una argumentación racional sin dar a conocer la teoría básica que proporciona el conocimiento válido sobre la vida en la Tierra, cómo ha evolucionado y lo que está en juego si no atendemos a los datos que indican el deterioro de las condiciones que han hecho posible la existencia de nuestra propia especie. Por ello incorporamos la introducción a la Teoría de la Evolución.

Comenzamos estableciendo que somos una especie más en el desarrollo de la vida en nuestro Planeta; que, como tal, tenemos un proceso de aparición, evolución y, por qué no, extinción; y que, durante el gran periodo temporal que este

proceso conlleva, deberíamos aportar nuestras capacidades para evitar el sufrimiento de otros sujetos de nuestra especie y de aquellas especies que han coevolucionado con nuestra existencia: especies con las que compartimos el Planeta.

Debemos enseñar y aprender que los conocimientos intelectuales y las tecnologías que poseemos son bienes que deben estar a disposición de todos los individuos humanos, siempre que las mismas demuestren su capacidad para solucionar los problemas que decrementan las condiciones de vida en el Planeta. Debemos aprender y enseñar que nuestra especie ha contraído una deuda con otras especies vivas, en la medida en que los humanos hemos llegado a comprender los efectos de nuestra presencia en los entornos que han hecho posible la existencia de esas otras especies; y enseñar y aprender cómo los humanos hemos coevolucionado con las mismas; enseñar y aprender que el mundo no nos pertenece: nosotros pertenecemos al mundo; y enseñar y aprender que la educación no es sólo escolarización generalizada, sino el acceso libre a cada una de las realizaciones culturales válidas.

Estas pocas declaraciones suponen una revisión profunda sobre cómo los humanos nos situamos en el mundo y nos lleva a reflexionar sobre aspectos directamente vinculados a la educación, como son el acceso y la propiedad del conocimiento, sus desarrollos tecnológicos y sus consecuencias. El desigual acceso a ventajas evolutivas asociadas al conocimiento en producción de alimentos, en acceso y tratamiento de las aguas, o en producción de fármacos, son ejemplos que fundamentan desniveles en el desarrollo de condiciones de vida digna, de los humanos actuales y, posiblemente, futuros. De nada sirve argumentar la necesidad y el derecho de universalizar el acceso a los sistemas de educación formal, si esto no conlleva que todos los humanos lleguemos a estar en situación de vivir en igualdad de posibilidades de desarrollo; y de nada sirve proponer una educación para el desarrollo sostenible si imponemos modelos de desarrollo asociados a un progreso que se fundamenta, precisamente, en acciones que legitiman la propiedad privada de ventajas evolutivas.

Tal como proponían los profesores Salas y Carbonell (2003) no seremos humanos hasta que las ventajas evolutivas que hemos desarrollado no estén a disposición de todos los humanos. Esto no sólo nos lleva a justificar que, si la educación ha supuesto una ventaja evolutiva, debe estar a disposición de todos los humanos, más aún, el conocimiento (y sus aplicaciones), que sirven de sustento a los procesos de educación formal, debe ser propiedad compartida por todos los humanos, bien sea para utilizarlo, para desarrollarlo, para criticarlo, o para reformularlo.

Por ello proponemos que, antes de abordar los problemas sobre educación y desarrollo sostenible, comencemos por comprender qué es lo que ha hecho posible la existencia de nuestra especie. En nuestro análisis están presentes dos teorías básicas: la Teoría General de Sistemas y la Teoría de la Evolución. Ambas fundamentarán nuestras aportaciones a la construcción de la Educación y el Desarrollo Sostenible.

Además, nos interesa especialmente facilitar la comprensión sobre la importancia del conocimiento científico porque en él descansa el fundamento de nuestro discurso. En la actualidad aún existen voces que pretenden que, tanto la Teoría de la Evolución como el proceso del cambio climático son meras especulaciones o hipótesis que nada tienen que ver con la realidad. Nuestra propuesta está basada en el conocimiento que, en la actualidad, avala la ciencia. Por ello insistiremos en el valor del conocimiento racional.

Hemos de indicar que este libro se encuadra en la tradición académica de la Teoría de la Educación. No es un libro de prescripciones didácticas, es un trabajo de análisis y reflexión desde los conocimientos que hemos desarrollado en torno a la docencia en Educación y Desarrollo Sostenible. A la vez, esta obra tiene un sentido pedagógico, no es sólo un recurso al servicio del aprendizaje de los estudiantes de la asignatura Educación y Desarrollo Sostenible, perseguimos que sirva de apoyo a la comprensión y construcción del conocimiento que, a nuestro juicio, debe ser el objetivo de todos los procesos de aprendizaje y justifica que estos tengan un propósito educativo. Por ello cada capítulo finaliza con indicaciones sobre materiales de interés en los que hemos intentado orientar hacia recursos que no siempre van a ser literalmente referidos al contenido¹. Se plantean como instrumentos de reflexión que puedan estimular la recreación y reconstrucción del conocimiento que cada lector debe realizar en su proceso de desarrollo cognoscitivo.

Como libro de referencia para nuestra docencia, el texto se desarrolla en siete capítulos que corresponden a los temas que se desarrollan en las clases presenciales de nuestra Asignatura. Sin embargo, hay que tener en cuenta que las dinámicas de exposición, si bien están previamente organizadas, pueden variar incorporando explicaciones adicionales, ejemplos diferentes o inclusión de aspectos que respondan a la interacción dinámica y activa de los estudiantes con los profesores.

Los tres primeros capítulos presentan lo que consideramos las teorías básicas sobre las que se asientan los análisis de temas más concretos. El capítulo primero

¹ Invitamos a los estudiantes a ampliar esos recursos y a compartirlos con nosotros y sus compañeros.

establece cuál es el significado del concepto de educación que vamos a considerar; el segundo capítulo introduce los conceptos básicos de Teoría General de Sistemas necesarios para comprender la interacción entre lo humano y lo ecológico, así como para conocer en qué medida la educación es parte de nuestro sistema de conocimientos, creencias y prácticas educativas. El capítulo sobre Teoría de la Evolución tiene como objetivo permitir la comprensión del fenómeno de desarrollo que ha hecho posible la existencia de la especie humana y en qué medida el propio concepto de evolución nos permite construir el discurso sobre las interacciones entre lo humano y lo ecológico como fundamento del desarrollo sostenible.

El capítulo cuarto analiza la situación actual sobre el conocimiento y la sociedad interconectada; en él se abordan cuestiones vinculadas al valor del conocimiento racional como fundamento de los avances científicos y tecnológicos, con especial atención a las tecnologías de la información y la comunicación y sus efectos en los procesos de adquisición y construcción del conocimiento que realizan los usuarios del entorno digital. Hemos considerado relevante la incorporación de este contenido a fin de distinguir entre los conocimientos racionales y válidos y las informaciones y propuestas inconsistentes sobre las realidades y problemas vinculados al desarrollo sostenible.

En el quinto capítulo se aborda qué es el desarrollo sostenible, cuál ha sido su trayectoria intelectual y cual su incidencia en las propuestas sociales y políticas. El sexto capítulo aborda las consecuencias que, para la educación, tienen los conocimientos previamente presentados.

Este libro finaliza con una presentación de los Objetivos de Desarrollo del Milenio y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Consideramos que son las bases que justifican el que en la actualidad el discurso pedagógico deba abordar los temas que configuran esta Asignatura. Por ello, si bien no desarrollamos explícitamente un análisis de los mismos, sí que hemos considerado sus propuestas a la hora de desarrollar nuestros análisis.

Por último, queremos enfatizar que el presente texto no es de educación *“para”* el desarrollo sostenible. Consideramos que la educación tiene valor por sí misma y todo intento de instrumentalización de la educación, con vistas al logro de objetivos que se predicen como propósitos externos, supone una dualidad que refuerza el sentido utilitarista de la educación con la que no podemos estar de acuerdo.

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

En este capítulo abordamos el sentido y significado que vamos a dar al concepto de educación en este texto, así como el desarrollo de los saberes que, en torno a la misma, configuran el conocimiento pedagógico relevante para la comprensión de los procesos educativos.

Se establece qué vamos a entender por educación a lo largo de este texto y su vinculación a los procesos de desarrollo cultural, social e individual.

Conceptos clave: Educación; Pedagogía; educación formal; conocimiento compartido; procesos educativos; biosfera; sociosfera; tecnosfera; dominio de conocimientos; entorno educativo; experiencia educativa; experiencia compartida.

CONCEPTO DE EDUCACIÓN

La educación es a la vez un objeto de estudio, un fenómeno social y cultural y un conjunto de hechos y procesos que se materializan individual y colectivamente.

Como objeto de estudio, podemos considerar que es el objeto formal en torno al cual desarrollan análisis y teorías las disciplinas denominadas “*Ciencias de la Educación*” (Historia de la Educación; Sociología de la Educación; Didáctica, etc.) si bien se puede afirmar que la educación es el objeto de estudio que caracteriza a la Pedagogía como disciplina que establece y desarrolla un conocimiento experto sobre la educación en el que convergen las aportaciones de diferentes dominios de conocimiento.

En la Pedagogía confluyen los saberes que, desde disciplinas externas a la misma (como la Historia, la Antropología, la Sociología, etc.) aportan conocimientos sobre los distintos fenómenos, hechos y/o procesos que podemos identificar como

propiamente educativos. Ahora bien, esto no supone que la Pedagogía sea la suma de estos saberes.

Para que un conocimiento sea reconocido como genuinamente pedagógico, se requiere que las aportaciones de las disciplinas ‘externas’ se hayan elaborado, analizado y sistematizado para constituir un saber interdisciplinar en el que interaccionan las diferentes aportaciones de estas disciplinas constituyendo un corpus de conocimiento coherente y consistente², que da lugar a un conocimiento nuevo y emergente que es la Pedagogía.

En este sentido es en el que vamos a adoptar la definición de la Pedagogía como conocimiento experto que se ocupa del desarrollo de ese saber emergente sobre la educación en todos sus ámbitos (formal, no-formal e informal), dimensiones (cultural, social e individual) y sobre los diversos agentes que actúan en estos ámbitos y dimensiones.

Educación, su función en el desarrollo humano

Habitualmente, el término ‘educación’ evoca imágenes mentales asociadas a la escuela, los niños, las aulas, etc. y esto es así porque nuestra civilización ha hecho de la escolarización primaria universal un objetivo indiscutible y un derecho que ha de obligar a los estados a la contribución del desarrollo de los sistemas de educación formal (sistemas educativos). Ahora bien, esta primera imagen nos oculta el valor de otras formas, otras posibilidades de educación que, a lo largo del tiempo, han desarrollado otras civilizaciones y que, aun actualmente, siguen siendo válidas en determinados contextos humanos. A esto se ha de sumar el hecho de que la educación no es sólo lo que se limita a los periodos de formación académica o reglada; la educación es un proceso que, en términos individuales, se desarrolla a lo largo de la vida de todos los individuos incorporando, a su acervo de conocimientos, procesos y hechos culturales y sociales, lo que constituirá su experiencia educativa.

Para precisar el sentido en que abordamos el concepto de “educación” en este libro, debemos comenzar por reconocer el papel que ésta ha jugado a lo largo de la evolución humana como elemento que ha hecho posible compartir y desarrollar conocimientos.

² La coherencia viene determinada por la relación entre los enunciados que constituyen una teoría: no puede haber contradicciones entre ellos.

La consistencia es consecuencia de los anterior: si los enunciados son coherentes entre sí, las deducciones que podamos hacer utilizando los mismos serán, a su vez, coherentes entre si.

Es habitual encontrar argumentos sobre la característica de 'ser humano' asociada a comportamientos de protección del más débil; de afecto por otros; capacidad de raciocinio, etc. Sin embargo, no se tiene en cuenta que, lo que ha hecho posible el proceso de humanización (por encima de los procesos evolutivos naturales de hominización), proviene de la capacidad para incorporar a nuestros comportamientos instintivos, otros comportamientos vinculados a la forma de percibir y explicar el mundo que nos rodea y, en consecuencia, actuar con criterios no vinculados a la satisfacción de instintos. Dicha capacidad está relacionada, inicialmente, con procesos que permitirán interpretar determinados comportamientos y determinadas realidades y, por encima de ello, la posibilidad para comunicarlo.

Por tanto, nuestro análisis se fundamenta en considerar que es el conocimiento y, más importante aún, los procesos por los que éste se comparte y son valorados positivamente por el grupo a que se pertenece, lo que inicia la humanización.

Pero en ese compartir conocimiento aparece otro factor y es la posibilidad de que, accediendo al conocimiento de los otros, los humanos obtenemos la capacidad de avanzar hacia nuevas interpretaciones, la oportunidad de contrastar y decidir si aún queda algo por explicar o describir, y la posibilidad de elaborar juicios que nos posicionen sobre todo lo conocido. Así, los procesos mediante los que se comparte el conocimiento, se convierten en una herramienta que hace posible la evolución y el desarrollo de nuevos conocimientos.

Podemos considerar que éste es el objetivo fundamental de todo proceso de educación: hacer accesible el conocimiento disponible y promover el desarrollo de las capacidades que permitirán a los humanos ser activos con él y frente a él; en otras palabras ser capaz de ampliar y desarrollar el conocimiento que se adquiere y que proviene de anteriores generaciones.

Desde esta perspectiva la educación, como fenómeno humano, se considerará como la diversidad de actividades compartidas que han sido, y siguen siendo, el fundamento de la transmisión de conocimientos, capacidades y habilidades necesarias para intervenir en el entorno y solucionar problemas, incrementando, con ello, las posibilidades de evolución y desarrollo humano. Es en este sentido en el que consideramos la educación como elemento vinculado a la evolución humana, y es el sentido en que interpretamos que la educación es una prótesis que ha permitido una evolución cualitativa de nuestra especie que se superpone a la mera evolución natural (desarrollamos más adelante este aspecto).

Las narraciones, la participación activa en las labores que desarrolla el grupo, la observación directa, que facilita la imitación de comportamientos y

manipulaciones de los elementos que se encuentran en el entorno, o los procesos y técnicas de la escolarización, son ejemplos de diferentes estrategias de acceso a saberes y comportamientos que un grupo social estima valioso, y consolida la cooperación humana en la construcción de significados compartidos.

Estos saberes son, a la vez, algo que se posee y se transmite, algo que pertenece al individuo y que pertenece al grupo. En esa transmisión y coparticipación, la sociedad humana se transforma y evoluciona impulsando el desarrollo de estos conocimientos, a la vez que impulsa el desarrollo de los individuos y sus grupos de referencia. Este es el principio de la educación en términos humanos y es la razón para apoyar la afirmación de que *“toda sociedad humana desarrolla educación”*.

En estos términos la educación se configura como una diversidad de procesos de comunicación sobre el mundo que nos rodea, sobre lo que hacemos o podemos hacer en ese mundo y sobre los juicios que, a propósito de todo ello, elaboran los humanos. Esto es lo que ha hecho posible el desarrollo de lo que podemos denominar *“el hecho humano de la educación”*.

Educación y cultura

Desde una perspectiva cultural podemos afirmar que hacer accesible el conocimiento de que se dispone, en un determinado contexto humano, y acceder a las capacidades que permitirán ser activos frente a él es el objetivo de todo proceso educativo.

La difusión del conocimiento humano disponible se ha realizado de distintas formas en diferentes momentos de la historia evolutiva de la humanidad; en diferentes civilizaciones; y (por qué no) diferentes periodos históricos de una misma civilización. En cada contexto, y en cada civilización se han considerado válidas determinadas estrategias para difundir y compartir conocimientos, valores y formas de actuar en el mundo.³ Todas ellas han sido válidas en la medida en que han permitido la realidad del progreso humano.

³ Durante siglos Mali desarrolló gran parte de su ‘educación’ mediante la música. La música maliense expresa y comunica valores, deseos, información sobre la cacería, la agricultura, el nomadismo, los problemas de las mujeres, de los hombres, de la religión y de la naturaleza. Cheick Oumar Sissoko (Director de cine y exMinistro de Cultura en Mali) lo expresa de este modo: “Music is the most important part of our heritage. Because music is memory. Music is tradition. There isn’t a single tradition in our country that isn’t magnified by music. That music is represented at weddings, baptisms, circumcision ceremonies, funerals, harvest ceremonies... and social cohesion, national cohesion. Music provides the rhythm of our lives so if there isn’t any music, it means death”. Andy Morgan (2013, 59)

Hoy nos hemos acostumbrado a esa primera imagen evocada de la educación asociada a aulas, libros y calificaciones. Sin embargo, no estaríamos en esas aulas ni tendríamos de esos libros si antes no hubiesen existido procesos educativos asociados a narraciones, o a la experiencia y conocimientos compartidos sobre acciones para transformar nuestro entorno mejorando la capacidad para la supervivencia de la especie humana. En definitiva, si antes no hubiese existido un sentido cultural de la educación, que ha puesto en valor el saber acumulado por los humanos a lo largo de nuestra evolución natural e histórica, nuestra especie habría evolucionado de otra forma.

Por tanto, el principal significado del concepto de educación que vamos a considerar en este texto viene determinado por considerar que es un hecho humano que va más allá de la imagen (etnocéntrica) de las escuelas, los niños y sus maestros.

Educación: un hecho social

Toda sociedad se constituye como un conjunto de individuos que comparten básicamente tres ámbitos: el gnoseológico, el ético y el ámbito técnico o tecnológico. Es decir, comparten unos mismos patrones culturales.

El ámbito gnoseológico está constituido por todo aquello que configura el acervo de conocimientos sobre la realidad compartida por dicha sociedad. Así podemos reconocer como componentes de este ámbito lo que la sociedad sabe sobre el entorno físico en que se desarrolla su vida social (biosfera).

Las actividades que esa sociedad reconoce como propias y adecuadas para intervenir y relacionarse con el entorno físico, así como los modos de relación entre los diversos individuos que componen esa sociedad, constituyen el espacio de la sociosfera y establece lo que hemos denominado como “ámbito ético”. Este ámbito ético está compuesto por todos aquellos componentes que determinan los valores y objetivos que comparten los individuos de dicha sociedad. Establecerá qué es deseable en la interacción entre la sociedad y el entorno en que habita; qué es deseable en la interacción entre los individuos en dicha sociedad y cómo van a participar en las decisiones y actuaciones que se lleven a cabo. El ámbito ético estará también involucrado en cómo y para qué se utilizarán los conocimientos, y las técnicas y tecnologías de que la sociedad dispone: los objetivos socialmente aceptados. Así podemos afirmar que el ámbito ético va a señalar el valor o significado atribuido socialmente a los contextos físicos, cognoscitivos y técnicos de que se dispone en un momento determinado.

Por último, los actos y artefactos que hacen posible intervenir en el entorno

para el logro de los objetivos deseables por la sociedad, constituirán el ámbito de la tecnosfera.

Estos tres ámbitos: biosfera, sociosfera y tecnosfera (Commoner, 1992) constituyen el entorno en que los individuos desarrollan su vida y sus experiencias como miembros de dicha sociedad. En estos términos toda sociedad es, por su propia naturaleza, una comunidad de conocimiento compartido. Se puede precisar esta definición afirmando que consideraremos sociedad a la comunidad humana en la que existe una construcción compartida de significados en interacción con el mundo físico, tecnológico y social. En ella, los individuos se desarrollan a la vez que participan activamente en los procesos de desarrollo social compartiendo los objetivos que la constituyen.

Educación: un proceso individual

Tal como hemos establecido, el conocimiento se construye a través de la experiencia compartida en la que cada individuo evoluciona en interacción con el entorno físico, social y técnico en que se desenvuelve a lo largo de su vida (Dewey, 2004). El dominio de conocimientos de un individuo se puede caracterizar como el conjunto de habilidades y competencias que cada individuo esté en disposición de utilizar para acceder y comprender las informaciones que utiliza, y participar en el impulso y desarrollo de su sociedad; en éste dominio de conocimientos asentará su capacidad para ser un miembro activo en su sociedad aportando sus propias habilidades, competencias y conocimiento al análisis y resolución de problemas relevantes en su sociedad.

En términos individuales, la educación será el instrumento que hace posible el acceso al conocimiento socialmente construido y compartido, que cada individuo adquiere con el desarrollo de acciones cooperativas y libres. En un sentido educativo (y no meramente formativo), el acceso al conocimiento ha de capacitar a los individuos para comprender las responsabilidades asociadas a este acceso al conocimiento y ha de hacer posible que cada individuo esté en situación de aprovechar su dominio de conocimientos para impulsar el progreso humano a medida que incorpora a las dinámicas sociales sus capacidades.

Considerada de esta forma, la educación va más allá de los meros procesos de escolarización de los individuos, supera los objetivos y límites de la educación formal. Si bien en la fase de educación formal los individuos acceden a los conocimientos básicos que le van a permitir iniciarse en el acervo cognoscitivo, ético y técnico/tecnológico de la sociedad a la que pertenece, es la experiencia que el individuo desarrollará a lo largo de toda su vida lo que constituirá su universo educativo. Dicha experiencia trasciende los límites de los momentos de

escolarización o formación académica.

La experiencia educativa individual, en el sentido defendido por John Dewey (2004), constituye el uso del dominio de conocimientos que cada persona está en situación de utilizar para indagar e investigar sobre la realidad en que vive; a la vez, le capacita para saber cuestionar su conocimiento cuando sea necesario. Provee de la capacidad para reformular y desarrollar los conocimientos que adquiere (así como su propio dominio de conocimientos), para comprender la realidad. Esta comprensión no se entiende como un fin en sí misma, el objetivo final es adquirir y desarrollar las capacidades necesarias para resolver problemas relevantes para el individuo, para su sociedad de referencia y, en último término, para la humanidad a la que pertenece.

Como consecuencia, la experiencia, en términos educativos, trasciende al mero hecho de la existencia, y trasciende al mero hecho del acceso a la información, en la medida en que exige la actividad cognitiva que impulse la reconstrucción del conocimiento propio del individuo, y le permita participar en la reconstrucción y desarrollo del conocimiento a que accede. Así la experiencia educativa de cada individuo es un proceso en la que éste es más que un receptor pasivo de información, al contrario, es un individuo decidido y capacitado para participar en el progreso de la humanidad siendo responsable con el objetivo de acceder al conocimiento, participar activamente en su desarrollo y avanzar hacia la resolución de problemas.

Ahora bien, por mucho valor que un individuo otorgue a su experiencia individual en la construcción de su dominio de conocimientos, éste no tiene garantizada la validez social del mismo.

El dominio conocimiento que cada individuo desarrolla a lo largo de su experiencia educativa será el fundamento de sus acciones, pero requiere de la participación en experiencias compartidas para que dicho conocimiento adquiera significado y validez social. Dicho en otras palabras, las relaciones de cada individuo con otros que pertenecen a su grupo de referencia, le permiten poner a prueba su experiencia individual (conocimientos, actividades, valores, etc.) que obtendrán aceptación o rechazo social, y esta valoración sólo es posible si efectivamente el individuo está participando activamente en experiencias compartidas. El progreso o desarrollo en el dominio de conocimientos de cada individuo es, así, un proceso continuo mediante el que reconstruye sus experiencias educativas superando los errores detectados y progresando hacia una mejora de sus capacidades.

En consecuencia, el significado y validez individual y social de las experiencias educativas no es inalterable, evoluciona a lo largo del tiempo mediante la continuidad de la experiencia del individuo en sus entornos (social, biológico y

técnico/tecnológico) permitiendo así la reconstrucción activa de los significados, de acuerdo con los contextos en que evoluciona cada individuo y, en consecuencia, las sociedades. Esta dinámica origina la evolución de los individuos y las sociedades, y son, en último término, el motor del progreso cultural y humano.

SUMARIO

Hemos visto que la educación no es sólo lo que sucede en las aulas. En este texto consideramos que la educación es un elemento que ha hecho posible la existencia de universos de conocimientos compartidos que han dado lugar a las culturas, al desarrollo de sociedades y de los individuos que se reconocen como miembros de las mismas.

Este universo de conocimientos se asienta en las experiencias educativas individuales que son compartidas y valoradas socialmente. Las experiencias educativas pueden materializarse de diversas formas dependiendo de los hechos o procesos a los que estén vinculadas, pero todas ellas sirven de soporte a la construcción de los dominios de conocimiento individual y social que constituyen el acervo de saberes que se comparten y se han de transmitir a través de la educación.

Materiales complementarios

Bruner, J. (2013) *La educación, puerta de la cultura*. Madrid: Antonio Machado Ed.

Commoner, B. (1990) *En paz con el Planeta*. Barcelona: RBA Ed.

Dewey, J. (1964) *La ciencia de la educación*. Buenos Aires: Losada

Dewey, J. (2004) *Democracia y educación*. Madrid: Morata.

Morgan, A. (2013) Music Culture & Conflict in MALI. Freemuse Pub. PDF disponible en WWW

Películas y documentales

Capitán fantástico (2016). Dir. Matt Ross

Documental: [Raíces](#)

Enlaces de interés

Artesanos de la tecnología: el movimiento 'maker' llega a Burkina. En: https://retina.elpais.com/retina/2019/02/06/talento/1549455453_001742.html

Capítulo 2

INTRODUCCIÓN

En este capítulo abordamos qué es la Teoría de Sistemas y su valor en la comprensión de fenómenos educativos.

Se presentan los conceptos básicos que permiten conocer y comprender qué es un sistema y cuáles son los requisitos formales para considerar lo que es, o no es, un sistema. Estos conceptos básicos se utilizan para comprender la educación como un proceso cuyas propiedades trascienden al mero hecho de transmisión y adquisición de informaciones. Por último, se plantea el sentido de la educación como fenómeno complejo.

Conceptos clave: Sistema; proceso; determinismo; causalidad; propiedades emergentes; interacción; sistema abierto; sistema cerrado; entorno; entropía; complejidad; evolución.

INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE SISTEMAS

La Teoría de Sistemas fue formulada por L. von Bertalanffy a mediados del S. XX para intentar desarrollar modelos que pudieran explicar hechos y procesos no abarcables por los modelos fisicalista y atomista como eran los modelos propugnados por la escuela positivista.

Así su propuesta persigue el desarrollo de un *modelo* que permita abarcar el análisis de problemas al completo y no la descomposición de problemas en variables o datos, ya que, desde su perspectiva, comprender dichos problemas supondría abarcar todos los ámbitos vinculados a los mismos. En este intento surge,

entre otras cosas, la aceptación de que el análisis y las explicaciones de determinados problemas ha de ser necesariamente interdisciplinar ya que pocos van a ser los problemas y temas de investigación en los que se vea involucrada una única disciplina. Como veremos, este modelo va a permitir abordar, desde análisis racionales, el fenómeno “educación”, así como la fundamentación epistemológica del carácter interdisciplinar de la Pedagogía como conocimiento experto sobre la educación.

Teoría de sistemas: un modelo de interpretación

La *Teoría de Sistemas*, como modelo, está relacionada con otros modelos y teorías: la *cibernética*, *teoría de conjuntos*, *teoría de la información* y *teoría de redes* (entre otras); no obstante, para nuestro objetivo vamos a destacar aquellas aportaciones básicas que permiten comprender realizaciones como los *sistemas educativos* o procesos como el de *aprendizaje*, entendiendo que sólo desde el intento de construir teorías que abarquen tanto los diferentes elementos implicados, como las relaciones entre ellos, se puede avanzar hacia la comprensión de dichas realizaciones o procesos.

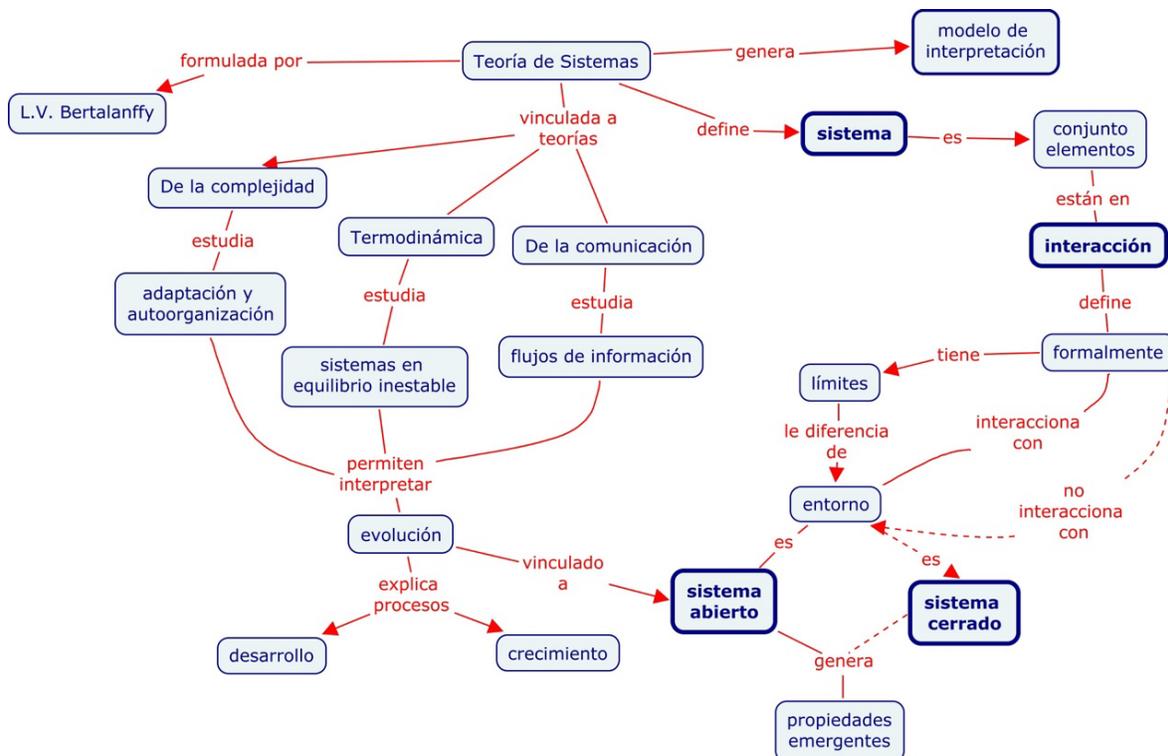


Fig. 1 Mapa conceptual: Teoría de Sistemas

Hemos avanzado que la propuesta de Bertalanffy pretendía desarrollar un modelo que permitiese comprender procesos no mecanicistas y no descompuestos en unidades inconexas. Un modelo que fuera útil y transferible a diferentes campos (pero sin dar lugar a falsas o vagas analogías) y permitiese construir el andamiaje meta-teórico mediante el que diferentes disciplinas pudieran vincularse al desarrollo de análisis y explicaciones de problemas compartidos.

En palabras de Bertalanffy:

“En tanto que antes la ciencia trataba de explicar los fenómenos observables reduciéndolos al juego de unidades elementales investigables independientemente una de otra, en la ciencia contemporánea aparecen actitudes que se ocupan de lo que un tanto vagamente se llama ‘totalidad’, es decir, problemas de organización, fenómenos no descomponibles en acontecimientos locales, interacciones dinámicas manifiestas en la diferencia de partes aisladas o en una configuración superior, etc.; en una palabra ‘sistemas’ de varios órdenes, no comprensibles por investigación de sus respectivas partes aisladas” (Bertalanffy, 1968, p. 36-7)

Esta propuesta abarca lo que, en nuestro campo de estudios, denominamos ‘educación’. Para comprender el alcance de todo ello hay que considerar, en primer lugar, qué vamos a definir como ‘sistema’ lo que nos va a permitir la utilización de este concepto a la hora de abordar la reflexión teórica sobre la educación.

¿A qué llamamos sistema?

Inicialmente, un sistema es un conjunto de elementos que interaccionan entre sí. Esto significa que el comportamiento de cada elemento es dependiente de cómo se relaciona con otros elementos y del tipo de relación que establece con el resto de los elementos que pertenecen a dicho conjunto. Estas relaciones no son unidireccionales (un elemento se relaciona o modifica a otro) son multidireccionales (todos los elementos que componen un sistema están siendo afectados por los demás componentes del sistema) por lo que en adelante hablaremos de relaciones de interacción. Al incorporar el concepto de interacción, un sistema se reconoce como algo más que un conjunto de cosas o elementos que podamos asociar temporal o espacialmente: es un todo con características propias que van a señalar su identidad como sistema.

Pongamos por caso el ejemplo de un jardín; en él podemos distinguir diferentes plantas: arbustos verdes, arbustos florales, árboles, zonas de pequeñas hierbas, etc. la impresión que obtenemos de dicho jardín es completamente diferente si estas plantas se organizan geoméricamente (como en los jardines

palaciegos de La Alhambra o Versailles) o si estas plantas crecen en un orden arbitrario (como en mi jardín) o si se ubican por diferentes grados de insolación y/o humedad del terreno (como en los jardines típicamente mediterráneos). Incluso es posible que podamos distinguir las mismas plantas en todos ellos... pero 'el jardín' nos parece completamente diferente; en realidad **son** completamente distintos ya que, por ejemplo, la sombra que dan los árboles pueden influir en cómo crecen las plantas florales; la existencia de arbustos que puedan servir (o no) de parapeto eólico, influirá en el grado de humedad y, en consecuencia, en la abundancia de floración de la plantas etc. En consecuencia, los elementos de los que se compone el jardín presentarán diferentes formas de desarrollo y crecimiento dependiendo de la relación (en este ejemplo relación espacial) que se establezca entre los elementos que lo componen. En estos jardines existe interacción entre unas plantas y otras.

Pero ¿qué diferencia a los jardines de La Alhambra de los jardines de Versailles? Básicamente una propiedad: en el primer caso, los jardines se han organizado para generar un ambiente en el que la humedad y temperatura produzcan un '*microclima*', mientras que en Versailles se organizan los jardines para generar un '*patrón estético*'. *Microclima* y *patrón estético* serán **propiedades emergentes** de estos jardines y son esas propiedades emergentes las que va a diferenciar a estos dos sistemas. Estas propiedades emergentes no van a depender de la variedad o cantidad de plantas que encontremos en cada jardín; no puede incrementarse el *patrón estético emergente* de Versailles simplemente sumando la belleza de cada planta: es la relación espacial **entre** sus componentes la que da a Versailles su característica belleza.

Este ejemplo sirve para comprender en qué puede residir la falsedad de afirmaciones como '*el incremento de alumnos por aula favorece la socialización*' ya que se estaría afirmando que una propiedad emergente (socialización) es la consecuencia de sumatorios de elementos y no de relaciones **entre** elementos (en este caso alumnos). Dicho de otro modo: la propiedad emergente de la socialización de los estudiantes no depende del incremento de relaciones posibles sino de la **interacción** entre los alumnos. Así, la cantidad por si misma no es relevante, lo relevante serán las dinámicas de relación existentes posibles. XXX

Bertalanffy va a insistir en la idea de que, para comprender determinados procesos u objetos de conocimiento, no sólo hay que conocer las partes de que se componen, sino que hay que comprender y explicar los componentes y las relaciones que existen **entre** esos componentes tal como afirma en:

"El análisis y el aislamiento artificial son útiles, pero en modo alguno suficientes, como método de experimentación y teorización en biología"
(Bertalanffy, 1968 p. 70)

Podemos aislar el sistema circulatorio para estudiar posibles anomalías, para explicar el comportamiento de la sangre (cómo se distribuye y circula a través de las venas y arterias, etc.) pero no podemos olvidar que el sistema circulatorio está implicado en procesos como la oxigenación del organismo (en su aspiración y expiración) lo que influye en el funcionamiento de otros órganos como pueden ser el riñón o el páncreas. Para comprender y explicar cualquier organismo vivo es necesario comprender y explicar todos los **procesos** que ponen en interacción todos los elementos que componen dicho organismo.

Esto, que es fácilmente comprensible en los organismos vivos, puede aplicarse a los sistemas de tipo social. Podemos aislar el sistema educativo (nos referimos aquí al sistema de educación formal) de un país para describirlo, pero no podemos aislarlo del contexto social en que dicho sistema educativo actúa. Por ejemplo, el sistema económico influye y es influido por el funcionamiento del sistema educativo; así los insumos económicos que se aportan al sistema educativo, va a determinar cuántos profesores, alumnos y recursos se ponen a disposición del mismo; a su vez los resultados, en términos de personas que se forman en dicho sistema, va a determinar el potencial de trabajadores formados para incrementar (o disminuir) el PIB de dicho país.

La idea de explicar no sólo hechos u objetos aislados de su contexto o del flujo del tiempo y cómo pueden influir estos factores en el estado de los mismos, permite que la Teoría de Sistemas sirva para abordar el análisis sobre ámbitos como la educación, que es (en sí mismo) un **proceso** a lo largo de la vida de los individuos, sociedades y culturas.

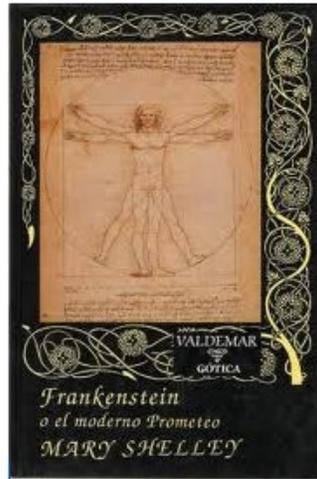
Por otra parte, esto exige una nueva perspectiva respecto a las ciencias básicas y cómo han de utilizarse para comprender el mundo que nos rodea. Por ejemplo, la Sociología se ocupa del estudio de las sociedades en un momento determinado, mientras que la Historia persigue el estudio transversal de las sociedades. Ambas poseen métodos de estudio, análisis y (en consecuencia) resultados bien diferentes, sin embargo ambas son necesarias para comprender el objeto de estudio de que se ocupan: la sociedad. Así las interpretaciones que desarrollan los sociólogos mediante análisis de datos estadísticos, sirven a los historiadores para explicar la evolución de una sociedad a lo largo de tiempo; los análisis sobre el desarrollo de las sociedades dan sentido a los datos que los sociólogos estudian, etc.

Conceptos básicos de Teoría de Sistemas

En primer lugar, un sistema se define como un conjunto de elementos en **interacción** con propiedades que superan la mera adición de las propiedades de

los elementos que lo componen. Es decir, podemos juntar muchas cosas bellas que no por ello el resultado final va a ser bello; es el problema que se le plantea a Víctor Frankenstein en la obra de Mary Shelley.

Su historia cuenta cómo Frankenstein (estudiante aventajado de Medicina) decide construir un humano a partir del ensamblaje de diferentes partes de humanos elegidas por sus características de perfección; el resultado final llegó a horrorizarle tanto por su fealdad como para abandonar al pobre monstruo sin darle nombre.

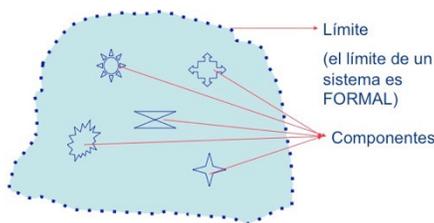


Caracterización de R. De Niro en la película:

Frankenstein de Mary Shelley. 1994.

Director: K. Branagh

Composición de un sistema



Componentes de un sistema

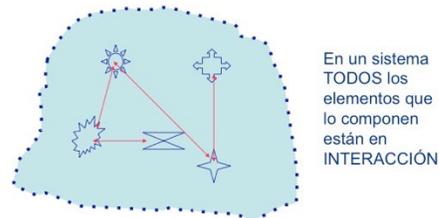


Fig. 2 ¿Qué es un sistema?

Otro de los conceptos fundamentales para la Teoría de Sistemas es el de **entropía**. Todo sistema se encuentra en **relación entrópica** con su entorno mediante el intercambio de energía o materia (como en los sistemas físicos) o información (en el caso de sistemas sociales). Ahora bien, a efectos de

investigación, se puede considerar que existen *sistemas cerrados* que serían sistemas que no intercambian con su entorno energía ni información y *sistemas abiertos* en los que opera dicho intercambio.

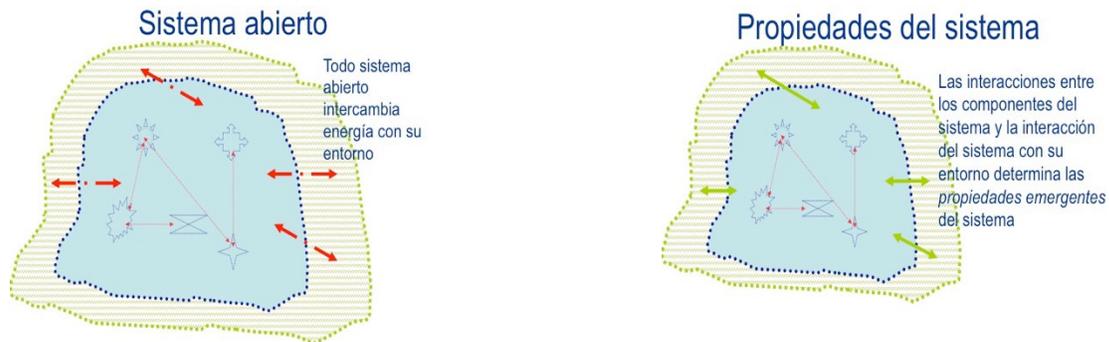


Fig. 3 Sistema abierto y propiedades de un sistema

Un sistema abierto está compuesto por los elementos que pertenecen al mismo, esta pertenencia viene determinada por la interacción entre dichos componentes; a su vez el sistema interactúa con el entorno. Ambas interacciones determinarán las propiedades emergentes del sistema.

Un **sistema abierto** es un sistema en el que se mantiene un continuo intercambio de energía, materia o información entre dicho sistema y el **entorno** circundante mediante una **relación entrópica positiva**.

Un **sistema cerrado** se caracteriza por no influir ni estar influido por lo que suceda en su **entorno**. Por ello, se considera que, en cualquier *sistema cerrado*, el estado final del sistema viene determinado por las leyes causales que le son aplicables. Así, podemos considerar que un sistema mecánico (por ejemplo, un reloj) viene definido por los componentes que lo constituyen y la relación que existe entre estos componentes es lo que caracteriza al mismo (será distinto un reloj digital de uno mecánico, pero ambos podemos estudiarlos aislándolos del medio circundante, sin tener en cuenta procesos de oxidación de sus piezas, o procesos de desgaste de las mismas debido al funcionamiento). En este caso hablamos de *sistema cerrado*. Hay que insistir en la idea de que la consideración de un sistema como sistema cerrado es una opción metodológica que nos puede servir, a efectos de investigación.

También podemos considerar como sistemas cerrados los procesos en los que podemos establecer predicciones sobre el estado final de un sistema una vez que intervenimos en ellos. Por ejemplo, al golpear una bola en una mesa de billar, podemos predecir (mediante funciones trigonométricas y el estudio de los pares de fuerza que se involucran en el golpe) cuál será el estado final de las bolas una vez golpeadas. Se puede alterar el estado final cambiando los parámetros del golpe o cambiando el lugar inicial en que se encuentran las bolas, pero el resultado final será predecible inequívocamente siempre que podamos controlar las condiciones iniciales. Dicho de otro modo, siempre que las condiciones iniciales sean las mismas, el resultado final será el mismo.

A diferencia de lo que sucede con las bolas en una mesa de billar, en el caso de los sistemas biológicos y sociales (*sistemas abiertos*), las condiciones iniciales en que se encuentra el sistema no determinan el resultado final. Se puede alcanzar un mismo estado partiendo de condiciones iniciales diferentes. A esta propiedad se le denomina **equifinalidad**. Así, en un *sistema abierto* podemos alcanzar un mismo estado final del sistema partiendo de diferentes condiciones iniciales.

Pongamos por caso un sistema básico de enseñanza; este sistema se compondrá de tres elementos: un elemento que comunica información (docente), un elemento que recibe información (alumno) y la propia información (contenido curricular). Un mismo resultado final (aprendizaje) puede lograrse al margen de los valores iniciales en que se encuentren los elementos. El alumno puede aprender bien porque el profesor sea muy bueno comunicando; bien porque el estudiante sea muy bueno adquiriendo conocimiento, o bien porque la información que se transmite sea muy buena. En todo caso, no podemos afirmar que conociendo los valores de cada elemento (profesor, alumno, currículo) podemos predecir el resultado final. La más mínima variación de los valores de cada elemento puede influir en el resultado final de forma drástica. Es más, sabemos que todo proceso de enseñanza y aprendizaje está inserto en un sistema de mayor rango (contexto sociocultural) que influye en la dinámica del proceso de comunicación y adquisición de conocimientos y, consecuentemente, establecer inequívocamente cuál va a ser el resultado final (conocimientos adquiridos) del proceso es imposible. Hemos visto este efecto en los programas formativos *de excelencia* cuyos resultados finales no han demostrado que alumnos excelentes, con profesores excelentes y medios excelentes den lugar a un excelente resultado de aprendizaje.⁴

Como consecuencia, los sistemas abiertos presentan la característica de mantener una **relación de entropía positiva** con su entorno; esto supone que, en

⁴ Un ejemplo de ello es el caso del IES San Mateo de Madrid impulsado por la exministra de Educación Esperanza Aguirre.

el funcionamiento y en las **propiedades emergentes** del propio sistema, operan tanto las interacciones que se establecen entre sus componentes, como las relaciones que se establecen entre el *sistema abierto* y su *entorno*. Así, el sistema se comportará de diferente manera dependiendo del entorno en que lo situemos. Un ejemplo de ello es el crecimiento de una planta en una maceta; si tiene los nutrientes necesarios crecerá adecuadamente, pero crecerá orientándose hacia el origen de la luz que le llegue, lo que puede dar lugar a configuraciones finales de la planta dependiendo de lugar en que se encuentre la fuente de luz.

En el caso de los sistemas sociales, y más concretamente de los sistemas educativos, esta característica es especialmente relevante ya que supone la necesidad de comprender la *entropía positiva* que se establece entre el propio sistema educativo y su entorno inmediato: la sociedad. Todo sistema educativo influye, y a su vez se ve influido, por el tipo de sociedad en que se desarrolla; las propiedades emergentes del sistema no sólo están relacionadas con el tipo de enseñanza (pública, privada, individualizada, etc.) que constituye el sistema, también van a influir factores como el valor que la sociedad otorga a la adquisición de conocimientos, el valor atribuido al conocimiento, el énfasis en la adquisición de valores o competencias, etc. por ello, en una sociedad en la que el conocimiento sea fuertemente demandado y valorado, los esfuerzos que se realicen para alcanzar los objetivos de aprendizaje darán mejores resultados que en una sociedad en la que no sea relevante el conocimiento. Si la oferta formativa está orientada a la adquisición de capacitación profesional (porque es eso lo que valora una determinada sociedad) el resultado de aprendizaje no irá más allá de la propia capacitación. Si la sociedad valora la adquisición de competencias para hacer de los estudiantes ciudadanos capaces de adquirir no sólo conocimientos, sino adquirir el valor del conocimiento, el resultado del aprendizaje promoverá el valor del desarrollo de conocimientos, a lo largo de la vida, de dichos estudiantes. Para Bertalanffy:

“Si hablamos de educación [...] no sólo nos referimos a valores científicos, es decir, a la combinación e integración de hechos. También aludimos a los valores éticos, que contribuyen al desenvolvimiento de la personalidad”
(Bertalanffy 1968, p. 51)

La característica más interesante de los sistemas abiertos es que son **dinámicos**, cambian en el tiempo, por tanto, describen **procesos** y no meramente

acontecimientos o eventos⁵. Por ello, hemos de volver sobre la idea de *sistemas abiertos* y *sistemas cerrados*.

Podemos considerar un motor de combustión externa (una máquina de vapor) como un sistema cerrado; eso nos permite describir sus componentes, su estructura, y explicar su funcionamiento. Si prescindimos de efectos como pueden ser la oxidación de los componentes por causas ambientales, o el desgaste de las piezas que lo componen, el motor va a funcionar siempre de la misma forma. No habrá modificación de su funcionamiento debido al lugar en que lo coloquemos, debido a quién opere con el motor, en qué momento estemos utilizando el motor o para qué se utilice el mismo. El sistema no cambia. No sucede lo mismo con los sistemas abiertos.

En el caso de los sistemas abiertos el contexto está implicado en el funcionamiento del sistema, y en las propiedades emergentes que dicho sistema manifieste. Puesto que el entorno es siempre cambiante, los sistemas abiertos están en continuo cambio: **son dinámicos** y es en este sentido en el que podemos afirmar que los sistemas abiertos **describen procesos** y no meramente hechos. Es decir, sirven para describir cómo los componentes y estructuras de relaciones del sistema evolucionan en el tiempo, lo que permite dar explicación a los procesos de desarrollo o de evolución.

Pensemos por un momento la diferencia que observamos entre la fotografía que nos tomaron con un mes de edad y la fotografía que nos hicimos hace un mes. Inicialmente los objetos que vemos son distintos, sin embargo sabemos que es un mismo sujeto el que aparece en la fotografía: nosotros mismos ¿Somos los mismos? pues sí. La diferencia entre esas dos representaciones fotográficas se debe a que nuestro sistema orgánico ha sufrido cambios fundamentales en algunos aspectos pero no han sido tan drásticos como para deteriorar la propiedad de ser un organismo vivo concreto, y aún seguimos siendo el mismo sistema. Ha habido cambios en determinados parámetros como la altura, el peso y el volumen; puede que haya habido cambios respecto a la relación peso/altura; nuestro metabolismo ha cambiado (ahora podemos digerir el jamón ibérico, con un mes de vida no) sin embargo, los cambios han mantenido la estructura básica del sistema, razón por la cual aun estamos vivos. Eso sí, nos hemos desarrollado; hemos ido cambiando mediante un **proceso evolutivo** que ha mantenido constantes las propiedades de

⁵ Un acontecimiento describe hechos que comparten unas mismas características; por ejemplo, la guerra es un acontecimiento. Un evento es un caso particular de un acontecimiento; por ejemplo, la guerra de los Balcanes.

nuestro sistema a lo largo del tiempo ¿Cómo ha sido posible este cambio tan drástico?⁶

Para responder a esta pregunta hemos de considerar las propiedades de los sistemas abiertos. Recordemos que un sistema abierto se relaciona con el entorno intercambiando materiales o energía (o, en el caso de sistemas sociales, información). A lo largo de nuestra vida hemos ido intercambiando material y energía con nuestro entorno, hemos adquirido nutrientes y hemos eliminado desechos metabólicos; hemos regulado nuestras funciones fisiológicas mediante procesos homeostáticos que nos han permitido mantener nuestro organismo, dentro del rango de estados posibles, en estado estable. Nuestra temperatura no ha sido siempre la misma, pero no ha superado el rango de temperatura mínima y máxima posibles para mantener el funcionamiento de nuestros órganos. Todo ello ha sido posible porque nuestro organismo (nuestro sistema biológico) está compuesto y organizado de forma que puede ‘responder’ a las variaciones del entorno. Si ello no fuera posible, simplemente moriríamos. Es decir, los procesos evolutivos son posibles siempre que el sistema posea la capacidad de respuestas de **autorregulación** frente a los cambios que se puedan producir en el entorno. Esto nos lleva a un nuevo concepto: el de **complejidad**.

Imaginemos un artefacto capaz de generar energía (por ejemplo, el motor de inyección electrónica). Por muy sofisticado que este sea (pongamos por caso el motor de un vehículo de competición) es incapaz de funcionar adecuadamente cuando los parámetros previstos se alteran. Por muy perfecto que sea el calculador de inyección electrónico que sincroniza la presión o caudal de aire que ingresa el motor, el tiempo de inyección y el régimen del motor, cualquier desviación del rango de los parámetros óptimos para el funcionamiento del motor hace que éste se pare. Carece de la posibilidad de *autorregular* su funcionamiento más allá de los parámetros previamente establecidos.

Ahora imaginemos un sistema de tipo orgánico como nosotros. Orgánicamente, somos capaces de **autorregular** la temperatura de nuestro sistema mediante **estructuras disipativas** que dan lugar a la sudoración cuando hace calor o la oclusión de los poros de la piel cuando sentimos frío. Nuestro sistema metabólico (en este caso subsistema) constituye una *estructura disipativa* haciendo posible la eliminación de aquello que nos sobra una vez que hayamos adquirido los nutrientes necesarios para mantener nuestro sistema en estado relativamente estable. La autorregulación mediante estas estructuras disipativas permite, por tanto, mantener nuestro organismo en un equilibrio dinámico que fluctúa entre los

⁶ Ejemplo: [Portrait of Lotte](#)

valores máximos y mínimos necesarios para mantener estable las condiciones de vida.

En este sentido, somos más complejos que el sistema del motor del coche de carreras; podemos reaccionar ante cambios de nuestro entorno. No tenemos prefijado parámetros de funcionamiento; más aun, podemos incorporar elementos no previstos para autorregularnos; por ejemplo, usando un abanico para disipar el calor que nos atenaza, bebiendo más líquidos para estimular la sudoración, o incorporando tejidos que eviten la pérdida de calor de nuestro organismo en el caso de que la temperatura ambiente sea muy baja. Nada de eso es capaz de realizar el motor más complejo que podamos imaginar, más aún, nuestra *complejidad* reside tanto en las posibilidades biológicas de desarrollo evolutivo como en las potencialidades y capacidades que provienen de los desarrollos culturales.

La educación desde la Teoría de Sistemas

Otro de los criterios de Teoría de Sistemas que puede servir para comprender la educación como sistema lo provee el concepto de *equivalencia*. Un sistema es equivalente a otro cuando existe correspondencia entre sus funciones y/o los elementos que lo componen. Para ejemplificar este concepto vamos a revisar qué es la educación en distintas culturas.

Como se ha indicado, estamos habituados a interpretar que 'educación' se corresponde con escolaridad, con formación académica. No obstante (desde un plano menos restrictivo del que habitualmente se representa en el lenguaje cotidiano) la educación (recordemos) es el instrumento que utilizan las sociedades para difundir las realizaciones éticas, cognoscitivas y técnicas (o tecnológicas) a los miembros de cada sociedad.

Pongamos por caso el sistema de educación utilizado por la cultura bosquimana. Tradicionalmente, esta cultura se caracteriza por ser cazadora-recolectora (aunque los conflictos políticos están presionando fuertemente a las poblaciones de bosquimanos, modificando sus patrones de vida, para nuestro objetivo vamos a considerar las características de la cultura ancestral). Su organización social gira en torno a los trabajos necesarios para garantizar la supervivencia del grupo (cazar y recolectar alimento); los más dotados para cada tarea son los que van a dedicarse a ella, siendo los ancianos (ya con menos facultades para llevar a cabo grandes desplazamientos) los que se encargan de transmitir los conocimientos que poseen mediante narraciones que comparten con los jóvenes. La educación de estos grupos sociales descansa sobre la narración de la experiencia acumulada, a lo largo de los siglos, por el grupo y en la participación en labores colectivas necesarias para el grupo. Esta forma de educación ha hecho

posible su supervivencia, por tanto cumple su función de transmisión de conocimientos, transmisión de técnicas necesarias para solucionar problemas (relacionados con la caza, la recolección, la construcción de viviendas) y los valores del grupo. Es, en consecuencia, tan válida como la educación más organizada, planificada o sistematizada que podamos imaginar.

En sociedades más complejas, como la nuestra, se requiere de una herramienta que haga posible transmitir elementos cognoscitivos no directamente vinculados a la realidad perceptible, o a la resolución de problemas inmediatos. En nuestras sociedades, se han desarrollado conocimientos abstractos, como las teorías, para explicar la realidad (que no siempre es inmediata); se han desarrollado normativas de funcionamiento (que no siempre van a ser directamente aplicables) y se han desarrollado estrategias de comunicación de estos conocimientos a los más jóvenes. Para llevar a cabo esta tarea, se ha desarrollado lo que denominamos **educación formal (o sistema educativo)**, que constituye un **subsistema** de todo lo que podemos identificar como 'educación' en estas sociedades.

El sistema educativo (sistema de educación formal) es una parte de la educación. No toda la educación que se desarrolla en estas sociedades está originada en el sistema educativo. Por ejemplo, la función de transmisión de valores y conocimientos se lleva a cabo por muy diferentes medios y procesos, algunos de los cuales son difícilmente organizables o controlables como pueden ser los procesos de educación informal (lo que aprendemos en las redes sociales, lo que aprendemos al caminar por el campo o por las calles, lo que podemos aprender leyendo una novela o viendo una película, es educación informal); sin embargo existe un proceso organizado y controlado en lo que se denomina habitualmente como '**sistema educativo**' que no es más que una parte de la educación por lo que consideramos que constituye un subsistema de la misma. En este subsistema, los profesores ejercen la misma función que los ancianos en el caso de la tradición bosquimana: transmiten conocimientos (tanto *cognoscitivos* como técnicos) y valores a los más jóvenes.

En términos de Teoría de Sistemas el sistema de educación de los bosquimanos es *equivalente* al sistema educativo de sociedades como la nuestra. Si bien el sistema educativo de nuestra sociedad incorpora elementos que no aparecen en los sistemas menos complejos de transmisión de conocimientos, su función, y los efectos sobre la dinámica social de cada grupo, presentan las mismas **propiedades emergentes** respecto de la comunicación de conocimientos.

Ahora bien, un sistema puede cambiar sus *propiedades emergentes* como resultado de modificaciones en los elementos que componen el sistema: bien por reducción de elementos que lo componen, por la incorporación de nuevos

elementos, o por la reducción o ampliación de las interacciones entre los elementos del sistema, éste puede ver alteradas las *propiedades emergentes* respecto al estado inicial del sistema.

Pongamos por caso un sistema básico de enseñanza. Tal como se indicó más arriba éste se caracteriza por la existencia de un emisor de informaciones (profesor), un receptor de informaciones (alumno) y la propia información (currículo prescrito). Podemos imaginar una relación lineal entre estos tres elementos.



Fig. 4 Sistema de enseñanza

Este tipo de relaciones entre los tres elementos es característico de un sistema educativo que ha operado en nuestra cultura durante siglos. Es el fundamento de muchos de los modelos de programación didáctica, basados en la idea de que enseñar es transmitir informaciones ordenadas.

En la actualidad ha habido cambios en las propiedades del sistema en la medida en que se ha incorporado una nueva relación entre estos tres elementos. El profesor adquiere información, de los efectos de su actividad de comunicación de conocimientos en el rendimiento en el aprendizaje del alumno, y utiliza dicha información para regular su actividad. Por esta razón se habla de sistema de enseñanza-aprendizaje.



Fig. 5 Sistema de enseñanza-aprendizaje

El cambio de nomenclatura (sistema de enseñanza a sistema de enseñanza-aprendizaje) no es (o no debería ser) sólo eso: un cambio de palabras. Ahora se designa a un sistema cuyas *propiedades emergentes* son significativamente distintas; se ha incorporado la información sobre los efectos de la acción del profesor en el rendimiento de aprendizaje como una propiedad de **autoregulación**

de las acciones de enseñanza para optimizar la función de comunicación de conocimientos, pasando de ser un sistema de programación lineal de contenidos organizados, para convertirse en un sistema de programación continua de acuerdo con los efectos de aprendizaje que se obtienen en el proceso de comunicación.

Este es el sentido que tiene el concepto, tan habitual, de evaluación continua. No se trata de un continuo examinar el rendimiento del alumno; se trata de disponer del flujo de información que permita al profesor *autorregular* su actividad como consecuencia de los efectos de su actividad docente en el aprendizaje del alumno. Como consecuencia, si el profesor omite la relación entre su actividad docente y el aprendizaje, volveremos a modificar el sistema que se convertirá en un sistema de enseñanza lineal. En este ejemplo podemos observar que, por mucho que se parezcan inicialmente, estos dos sistemas (el de enseñanza y el de enseñanza-aprendizaje) no son sistemas equivalentes. Difieren en la propiedad de *autorregulación* de la actividad docente, lo que imprime propiedades emergentes diferentes a cada caso.

Esto tiene consecuencias importantes en cómo evaluar los sistemas educativos. Por ejemplo, en Finlandia, los profesores deciden qué contenidos curriculares van a trabajar con sus alumnos, su organización y qué orden van a seguir en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Diseñan su actividad docente de acuerdo con los rendimientos de aprendizaje que van obteniendo. No es el caso del sistema educativo en nuestro país donde el currículo prescrito establece qué se ha de aprender y cuándo ¿Podemos entonces proceder a una comparación entre sistemas, que no son *equivalentes*? Este es un tema que requeriría un amplio debate, no obstante, dejamos aquí este apunte para la reflexión.

Complejidad y educación

Es habitual afirmar que la educación es un hecho *complejo*, sin embargo, debemos saber reconocer en qué reside dicha complejidad para comprender de qué estamos hablando. En primer lugar, vamos a tener en cuenta que lo que denominamos como *complejo* está vinculado a la consideración de que no existen regularidades que nos permitan establecer relaciones causa-efecto y predecir el comportamiento de lo que podamos estar observando. El trayecto de una bola de billar al golpearla no es complejo porque podemos establecer (mediante las leyes del movimiento y trigonometría) cómo se comportará la bola. No sucede lo mismo con la evolución de una tormenta tropical. Wagensber (1985) ilustra qué se entiende por complejidad desde tres perspectivas: cognoscitiva, fenomenológica y sistémica.

Desde el punto de vista cognoscitivo, fundamentalmente podemos reconocer tres orígenes de lo que denominamos como *complejo*. En primer lugar, podemos

definir que algo es complejo porque nuestro conocimiento sobre dicho objeto o fenómeno es inexistente o incompleto; un idioma no materno, el motor de la lanzadera espacial, o la materia oscura son fenómenos u objetos que a los no especialistas nos resultan *complejos* debido a nuestra ignorancia.

Hay otra complejidad de tipo fenomenológica debida a la naturaleza del propio fenómeno y la perspectiva desde la que podemos observar el mismo. Así predecir la distribución de moléculas de tinta en un vaso de agua nos parece algo complejo porque, desde nuestra perspectiva de observación cotidiana, no podemos predecir qué pasará; sin embargo, a escala molecular sí que podemos establecer ciertas predicciones probabilísticas (Wagensberg, 1985). Predecir el tiempo meteorológico que hará mañana es complejo porque la más mínima variación en cualquiera de los factores (humedad, temperatura, velocidad del viento, presión atmosférica, etc.) puede dar lugar a estados finales distintos, si bien podemos establecer estimaciones probabilísticas considerando el estado actual de esos factores, y considerar qué posibilidades existen de que mañana llueva o no.

Por último, podemos considerar que algo es complejo porque la propia naturaleza del hecho o proceso que consideramos tiene un comportamiento no predecible en la medida en que depende de infinidad de interacciones entre los elementos que lo componen y en multitud de posibilidades de interacción con el entorno en que se produce: es la complejidad sistémica. En este caso la más leve variación determinará un estado final diferente del sistema; el cúmulo de predicciones posibles es enorme y nunca estaremos seguros de haber considerado todos los elementos y todas las interacciones posibles entre los componentes del sistema y entre el sistema y su entorno. La evolución de una tormenta tropical puede servirnos de ejemplo; sabemos qué procesos operan en la tormenta, pero no se puede predecir qué sucederá inequívocamente porque la dinámica de la tormenta puede variar significativamente como consecuencia de muy pequeños cambios en las variables que intervienen en la tormenta, y estos cambios pueden generar estados futuros de la tormenta muy distintos (por ejemplo puede llover torrencialmente en un determinado lugar o desplazar la lluvia a otra zona).

¿De qué tipo de complejidad hablamos cuando afirmamos que la educación es compleja? Pues estamos hablando del tercer tipo de complejidad; aquella en la que, por mucho que consideremos cuantitativamente variables, intervenciones, planificación etc. los efectos son poco predecibles. Además, hemos de considerar análisis cualitativos de la totalidad del sistema de educación y su interacción con otros sistemas, para poder estimar qué estados finales se pueden inducir mediante la educación (tanto en términos individuales como sociales). En este caso nos referimos a la educación en sentido integral.

Si bien en el caso de la educación formal, podemos considerar que la característica de *complejidad* es del segundo tipo, lo que nos permite conjeturar que, bajo determinadas condiciones, podremos establecer estimaciones probabilísticas del estado final del sistema. Sin embargo, cuando hablamos de educación en el amplio sentido del término (en términos de experiencia significativa acumulada a lo largo del tiempo por un individuo, una sociedad o una cultura) el tipo de complejidad a que nos enfrentamos es del tercer tipo: intervienen variables de diferentes características (cuantitativas y cualitativas); intervienen factores (cuantitativos y cualitativos) del entorno, e interviene la propia dinámica del proceso, así el estado final no va a depender del estado inicial en que se encuentre el sistema. Por ello no podemos establecer leyes causales aplicables a este proceso.

La práctica educativa, en educación formal, no se caracteriza por actuar frente a problemas estructurados que permitan razonamientos causales inequívocos, al contrario, se caracteriza por enfrentar problemas desestructurados que involucran aspectos cognoscitivos y no cognoscitivos (creencias, actitudes, expectativas, valores, etc.) que, además, se materializan en contextos concretos de intervención que abarcan múltiples variables en interacción y cuyo conocimiento puede entrañar diferentes grados de incertidumbre. En este ámbito podemos detectar problemas estructurados que exigen un determinado tipo de conocimiento (conseguir aprendizaje mediante una acción didáctica) y problemas desestructurados (conseguir aprendizaje significativo en estudiantes con diferentes aptitudes, actitudes y competencias previas) que requerirán otros componentes cognoscitivos. Estas dos categorías de problemas indican que hay un amplio abanico de decisiones posibles cuyos resultados no pueden ser establecidos inequívocamente; adoptar una decisión precisará de conocimientos que provienen de distintas fuentes disciplinares y experienciales.

A pesar de lo que supone la característica de *complejidad* que presenta la educación, sí podemos describir partes del proceso que nos permiten comprender fenómenos asociados a subsistemas de la educación. Es el caso de la educación formal (como hemos indicado) o el caso del aprendizaje; si bien son fenómenos dinámicos complejos, podemos utilizar conceptos de Teoría de Sistemas para comprender cómo se desarrollan determinados procesos en estos subsistemas.

En un proceso de aprendizaje individual vamos a considerar momentos en que el sistema esté *cerrado* y momentos en que el sistema esté *abierto*. Es decir que, a lo largo del proceso, el sistema puede comportarse y presentar estados diferentes. El ejemplo mejor descrito (dentro de nuestra disciplina) se encuentra en el libro de Puig (1987) *Teoría de la Educación una interpretación sistémico-cibernética*. Vamos a comentar brevemente su ejemplo.

En cualquier proceso de aprendizaje tenemos a un alumno que recibe información. Mientras está en situación de recibir información sus órganos sensoriales y su cerebro están *abiertos* a los estímulos que le llegan. Sin embargo, si ese flujo de información es continuo difícilmente puede comprender e interpretar la información para construir conocimiento. Para poder construir su conocimiento el alumno necesitará tiempo para reorganizar las nuevas informaciones que ha adquirido y establecer los vínculos necesarios para incorporar las mismas al conjunto de conocimientos que ya poseía; es posible que llegue a desestimar informaciones que le resulten irrelevantes o falsas a la luz de las nuevas informaciones y todo ello le llevará a relacionar las nuevas informaciones con las ya dominadas. En ese momento del proceso, el alumno está en situación de reorganización y construcción de su conocimiento es un periodo de *cierre* respecto a la incorporación de informaciones. Así, vemos cómo el proceso de aprendizaje posee, a la vez, momentos en que el alumno (como sistema que aprende) está *abierto* y momentos en que está *cerrado*. Ambas situaciones son necesarias para llevar a cabo un aprendizaje significativo, una construcción de su dominio de conocimientos.

Como hemos visto, la Teoría de Sistemas nos proporciona un modelo capaz de dar significado y explicar muchas de las características de los fenómenos vinculados a la educación como hecho sustantivo, como proceso y como objeto de conocimiento. Su potencialidad no acaba con los aspectos que hemos mostrado; puede ampliarse para comprender las interacciones entre sociedad, cultura y educación; para desarrollar una metodología comparativa entre sistemas educativos de diferentes culturas y países y para comprender que el estatuto epistemológico de la Pedagogía se vincula al dominio y comprensión de las disciplinas y teorías (que pueden provenir de campos diferenciados académicamente como son la Psicología, la Historia, la Biología, etc.) que el experto necesita para abordar el estudio de la educación, construyendo un discurso interdisciplinar sin caer en veleidades e incoherencias que invalidarían el mismo.

Como se ha indicado, el análisis de la educación no viene proporcionado por una única disciplina. se involucran muchas disciplinas que aportan sus propias visiones para intentar abordar la explicación de la totalidad del fenómeno 'educación'. Este es el sentido bajo el que hemos definido la Pedagogía como un saber experto interdisciplinar sobre la educación en el que confluyen e interaccionan teorías de diversas disciplinas que aportan conocimiento sobre la totalidad del sistema 'educación'. Es un saber emergente en la medida en que no es sólo la incorporación sumativa de los saberes que provienen de disciplinas que aportan conocimientos sobre la educación: supone más que la suma de conocimientos disciplinares en la medida en que constituye un saber nuevo que se elabora desde

los conocimientos aportados por esas otras disciplinas. Y esta es otra de las características de la Teoría de Sistemas: pretende señalar que el estudio de los fenómenos complejos necesariamente da lugar a conocimiento interdisciplinar emergente.

La Teoría de Sistemas no es, por tanto, una teoría de tipo explicativo o normativo: es un modelo de conocimiento que permite abordar la comprensión de sistemas cuyo funcionamiento no está determinado por leyes causales; fenómenos complejos y dinámicos (como la educación) cuya comprensión necesariamente se sustentan en la construcción de un conocimiento interdisciplinar.

SUMARIO

Hemos visto una introducción a la Teoría de Sistemas. Esta se propone como el modelo que permite comprender procesos no causales. Se han presentado las propiedades y requisitos necesarios para considerar lo que caracteriza a un sistema.

Aplicar este modelo permite comprender fenómenos no deterministas como pueden ser los fenómenos educativos y comprender por qué afirmamos que la educación es más que un conjunto de hechos, es un proceso dinámico que evoluciona inserto en el contexto en que se desarrolla. Tanto la característica procesual como la interacción con el contexto determinan lo que se ha dado en caracterizar como la complejidad en educación.

A la vez la Teoría de Sistemas nos provee de criterios que van a permitir establecer las condiciones por las que afirmamos que la Pedagogía es un sistema de conocimiento experto sobre la educación

Hemos de indicar que los conceptos básicos de Teoría de Sistemas van a permitir avanzar en los próximos capítulos para comprender procesos como la evolución, la construcción del conocimiento, el desarrollo de la percepción o la coevolución. Estos conceptos son básicos en la construcción del conocimiento que permite comprender la interacción entre diversos ámbitos sociales y ecológicos sin los cuales el discurso sobre los problemas asociados al desarrollo sostenible quedaría en mera divagación.

En resumen, comprender los procesos de interacción sistémica es el fundamento del desarrollo de los análisis que presentaremos a continuación.

Materiales complementarios

Gros, B. (2006) Juegos digitales para comprender los sistemas complejos. *Comunicación y Pedagogía*, 216 pp.1-7.

Disponible en:

www.xtec.cat/~abernat/articles/gros-II.pdf

Hacking, I. (2012). *La domesticación del azar*. Barcelona, Gedisa

Puig, J.M. (1987). *Teoría de la Educación. Una aproximación sistémico-cibernética*. Barcelona: PPU.

Von Bertalanffy, L. (1976). *Teoría general de los sistemas. Fundamentos, desarrollo, aplicaciones*. México: Fondo de Cultura Económica.

Von Bertalanffy, L. (1993). *Teoría general de los sistemas*. Disponible en Google Academic: L Von Bertalanffy - 1993 - academia.edu

Wagensberg, J. (1985). *Ideas sobre la complejidad del mundo*. Barcelona, Tusquets.

Película:

Ben-Hur (1959) Dir. W. Wyller (Secuencia de la discusión sobre la configuración de la cuádriga entre Ben-Hur y Baltasar)

Vídeo YouTube

Portrait of Lotte: <https://www.youtube.com/watch?v=nPxdhnT4Ec8>

Capítulo 3

INTRODUCCIÓN

La incorporación de este capítulo responde al objetivo de presentar la teoría básica que nos permita comprender que los humanos somos parte de la biosfera, a la vez que facilita las claves para comprender que, como especie, poseemos singularidades que nos proporcionan la capacidad para comprender nuestro lugar en el mundo.

La capacidad de comprensión de qué somos, y cómo interaccionamos con el entorno en que nos hemos desarrollado, no está limitada por la perspectiva social. Si bien nuestro carácter social ha sido determinante en la evolución de la especie humana y en el desarrollo de nuestras capacidades cognitivas, también han sido necesarios procesos de evolución natural. En este capítulo se utilizan conceptos de la Teoría de Sistemas para exponer procesos evolutivos naturales y cognoscitivos.

El que actualmente nos preguntemos cómo abordar el desarrollo sostenible exige que comprendamos cómo hemos llegado a ser quienes somos, cómo hemos construido nuestro conocimiento del entorno en que estamos, y qué nos proporciona la capacidad para abordar los interrogantes sobre la evolución actual y futura de la vida tal como la conocemos.

Conceptos clave: Evolución; especies; adaptación; especies humanas; cerebro; percepción; lenguaje; significado; conocimiento cotidiano; conocimiento científico.

INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN

Empezaremos por afirmar que la Teoría de la Evolución es la explicación racional del proceso de aparición y desarrollo de la vida, tal como la conocemos, en el Planeta Tierra. El estudio de los registros fósiles, de los procesos geológicos,

paleontológicos y antropológicos, dan razón de que dicha teoría es válida para explicar y comprender los procesos de evolución de la vida en nuestro Planeta.

Para iniciar esta introducción a la Teoría de la Evolución, lo primero que debemos desvelar son las ideas falsas que se han difundido (y se siguen difundiendo) sobre qué es la evolución y qué ha supuesto. La primera idea falsa está vinculada a la afirmación (ampliamente difundida) de que la teoría de la evolución afirma que *sobrevive el más fuerte*. Esta afirmación nunca fue hecha por Darwin ni, por supuesto, por los actuales evolucionistas. Lo que nos viene a decir la teoría de Darwin es que la supervivencia está asociada a la capacidad de adaptación de las especies al entorno en que desarrollan su vida. Esa adaptación está asociada a lo que permite que ciertos individuos estén en situación ventajosa para acceder al alimento, al agua y al refugio y, en consecuencia, estén en ventaja para su desarrollo y procreación, dando lugar a un incremento en la población de individuos que se adaptan y un decremento entre los que no lo logran. De esta forma, paulatinamente, la especie evoluciona. Como consecuencia existe una “selección natural” vinculada a la capacidad para adaptarse a los requerimientos del entorno mediante ventajas evolutivas de adaptación. Como veremos más adelante, el proceso por el que se adquieren estas ventajas es un problema que no tiene una única respuesta.

La segunda idea falsa sobre la evolución proviene de la creencia lamarckiana que induce a considerar que la herencia de caracteres orgánicos adquiridos (aquellos que un individuo adquiere durante su periodo vital) mejora la supervivencia o adaptación de la especie. Como se verá, tampoco hay una respuesta válida para todos los procesos. Sin embargo, debemos considerar que, desde la perspectiva orgánica, sólo aquellos cambios azarosos que supongan una modificación en la dotación genética se transmiten a generaciones futuras; pero es necesario que dicha modificación haga posible la consolidación de rasgos que supongan una ventaja evolutiva (en términos de mejora en el acceso al alimento o supervivencia en determinadas condiciones ambientales) para que pueda incorporarse al proceso evolutivo de la especie. Existen otras modificaciones (como las comportamentales) que pueden transmitirse mediante la reproducción de comportamientos en contextos en que los individuos se relacionan socialmente (como veremos más adelante) pero ello no significa que la evolución se produzca como Lamarck exponía. Su teoría sólo hablaba de caracteres fisiológicos y éstos sólo se pueden transmitir si residen en un nuevo patrón genético transmisible a las nuevas generaciones. Tal como afirmaba Darwin, si bien la selección natural ha sido el principal factor de la evolución de las especies, no es el único medio para hacer surgir las adaptaciones exitosas.

La tercera idea falsa sobre la evolución está relacionada con la imagen representacional que se ha difundido según la cual la evolución es un proceso

continuo dirigido hacia el logro de una superioridad evolutiva. Desde esta falsa perspectiva la vida evoluciona linealmente desde organismos simples (unicelulares) que evolucionan y dan lugar a organismos pluricelulares en el medio acuoso que, posteriormente, se van haciendo más complejos y dan lugar a peces que, consecutivamente, dan lugar a reptiles los cuales dan lugar a especies arbóreas que, paulatinamente, evolucionan hacia simios y, posteriormente, aparecen los humanoides para finalmente permitir la aparición de los humanos inteligentes como resultado óptimo y final de la evolución. Esta idea da a entender que la evolución tiene un propósito, un fin hacia el progreso que da lugar a la cumbre evolutiva que sería el ser humano. Es la idea que defienden actualmente los neocreacionistas (con quienes no aspiramos a compartir creencias ni teorías).

La visión continuista del proceso de evolución de la vida en la Tierra (fuertemente deudora de doctrinas antropocéntricas que consideran al ser humano como el punto culminante de la evolución) es actualmente rechazada por la ciencia. La realidad de la evolución de la vida (tal como muestran los estudios científicos) es mucho más interesante e impresionante que la narración ingenua que hemos descrito más arriba.

Actualmente sabemos que coexisten formas de vida que podríamos considerar “primitivas” y otras que consideraríamos “evolucionadas”; existen formas de vida que sólo prevalecen en ausencia de oxígeno y luz solar, mientras que otras son dependientes de ambos factores; existen formas de vida que se desarrollan en chimeneas hidrotermales o en ambientes ácidos. Algunas de estas formas de vida son más importantes de lo que parece para el mantenimiento de las condiciones ambientales que hacen posible la vida (tal como solemos reconocerla) en nuestro Planeta. Un ejemplo de ello son las cianobacterias; éstas son capaces de adaptarse a condiciones ambientales muy diversas; pueden existir a setenta grados centígrados en las fumarolas volcánicas, en lagunas de alta salinidad, dentro de rocas, o en desiertos (cálidos o helados) y en los mares. Las cianobacterias son capaces de fijar el nitrógeno y el carbono generando oxígeno, por lo que desempeñan un rol fundamental, como ya veremos, en los procesos de mantenimiento de uno de los principales elementos de la vida en la Tierra.

Evolución de la vida

Se estima que la edad de nuestro Planeta es de unos 4.550 millones de años. Desde el momento en que la Tierra se configura como tal en nuestro Sistema Solar, hasta la actualidad, se han producido grandes cambios geológicos, climáticos y atmosféricos, tantos que si pudiéramos ver cómo era hace 4.550 millones de años, seríamos incapaces de reconocerla como nuestro Planeta. A lo largo de este tiempo

geológico han emergido o han colapsado continentes, se han compactado o se han separado, dando lugar a distintas configuraciones geológicas en el Planeta. En diferentes momentos de este tiempo geológico, ha habido distintas condiciones atmosféricas en la que la cantidad y variedad de moléculas de distintos gases no son los que hoy existen en la atmósfera; también la temperatura de nuestro Planeta ha variado drásticamente a lo largo de miles de millones de años. Ha habido grandes cambios geológicos, climáticos y atmosféricos en un periodo de tiempo que difícilmente seríamos capaces de imaginar desde nuestra representación temporal que habitualmente se mide en tiempo histórico. Todos estos cambios han sido fundamentales en la aparición y evolución de la vida en nuestro Planeta en el que distintas formas de vida se han consolidado o han desaparecido dependiendo de la adaptación a las condiciones físico-químicas existentes en el entorno ambiental.

Hace unos 4.000 millones de años aparece la primera molécula autorreplicante; es decir la primera molécula capaz de reproducirse. Hace unos 3.500 millones de años se inicia la producción de oxígeno gracias a la aparición de las primeras cianobacterias, este proceso dura casi mil millones de años hasta hacer posible la acumulación necesaria de oxígeno en la atmósfera que dará lugar a formas de vida de mayor tamaño. Se estima que hace unos 500 millones de años aparecen las primeras formas de vida acuática en lo que se denomina la explosión de vida del periodo Cámbrico, a este periodo le sigue otro en que desaparecen muchas de las formas de vida que se habían desarrollado, y aparecen otras que dan lugar a otro periodo evolutivo durante el cual evolucionan plantas, anfibios, insectos y árboles primitivos. A este periodo sigue nuevamente una extinción masiva de esas formas de vida en el llamado periodo Pérmico-Triásico (estimándose que el 95% de todas ellas desaparecen). Tras esta gran extinción se inicia un nuevo periodo evolutivo que da lugar a la aparición de dinosaurios, especies modernas de plantas y animales y los primeros mamíferos ovíparos. Una nueva extinción (periodo Cretácico) acaba con algunas de estas formas de vida permitiendo el desarrollo y evolución de otras. Hace unos 2,5 millones de años se extinguen los grandes mamíferos (megafauna) a la vez se desarrolla el proceso de evolución que hace posible la aparición de antepasados de la especie humana. Los humanos modernos, es decir las especies directamente emparentadas con nosotros, aparecen hace unos 200.000 años.

Como podemos ver en este breve resumen, la evolución de la vida no es un continuo que va desde formas de vida simples hasta el homo sapiens sapiens. Grandes cataclismos y grandes cambios en las condiciones geológicas, climáticas y atmosféricas de nuestro Planeta han dado lugar a periodos de gran explosión de vida seguidos por periodos en que unas formas de vida se extinguen dejando la posibilidad de evolución a otras. Se estima que la vida, tal como la conocemos, inicia

su evolución hace unos 40 millones de años y, a lo largo de ese periodo geológico, también han surgido y han desaparecido especies.

Por todo ello, la actual Teoría de la Evolución acepta que ha habido periodos en que la vida ha evolucionado gradualmente, seguidos por periodos de grandes cambios en los que han desaparecido determinadas formas de vida, dando oportunidad de aparición y evolución a otras formas de vida no necesariamente emparentadas con las anteriores. En estos procesos las condiciones ambientales han sido las responsables de originar qué especies sobreviven y qué especies se extinguen dependiendo de sus capacidades para adaptarse a los cambios: el entorno ha actuado como discriminador de las oportunidades de evolución de las diversas especies que han habitado la Tierra. Es en este sentido en el que opera la “selección natural”.

Pero hemos de tener en cuenta que, si bien unas veces los cambios se han producido por procesos naturales; otras veces la desaparición de especies se ha producido como consecuencia de procesos o intervenciones originadas por la especie humana (un caso ejemplar es la extinción del dodo).

Hasta aquí lo que podemos considerar una introducción a la evolución de la vida en términos ‘macrotemporales’. Cómo evoluciona una especie es el siguiente paso a desarrollar.

Evolución de las especies

En primer lugar, vamos a considerar que todo ser vivo es un sistema abierto; un sistema orgánico que (tal como se ha apuntado) interactúa con las condiciones y características del entorno y, dependiendo de la complejidad de dicho sistema orgánico, procesa la información (estímulos) que le permite realizar funciones de autorregulación que hacen posible que su sistema prevalezca.

La evolución de las especies se asienta, en primer lugar, en la capacidad de los individuos para transmitir genéticamente las características que hacen posible su adaptación a las condiciones de un determinado entorno. La supervivencia de individuos que presenten nuevas características (transmisibles genéticamente) que les faculten para mejorar y llevar a cabo esta adaptación, incrementarán las oportunidades de evolución de la especie al incrementar sus posibilidades de reproducción. La aparición de características individuales nuevas (en términos de mutaciones genéticas) es absolutamente azarosa; pueden deberse a un ‘error’ de transcripción del código genético, a un “salto” en el código genético, a una modificación debida a la exposición casual a algún tipo de radiación, o a otros factores que modifiquen el patrón genético que se transmite. Pero para que estas

mutaciones signifiquen algo en términos evolutivos, deben dar lugar a una mejora en los procesos de adaptación a las condiciones del entorno en que vive el individuo incrementado a su vez su capacidad de reproducción, lo que puede inducir que estos cambios se incorporen paulatinamente al genoma de la especie.

Este proceso es, como puede suponerse, muy lento. Necesita generaciones para consolidarse y, por ello, la capacidad reproductiva de la especie (en términos temporales) es determinante. Así, la capacidad de adaptación de especies que viven poco tiempo pero que son muy prolíficas, generan un patrón de adaptación más rápido que aquellos organismos que viven más tiempo con una capacidad de reproducción más lenta. Esta es la razón por la que los mosquitos puede desarrollar adaptaciones que les hacen resistentes a los insecticidas; si bien muchos mosquitos morirán por la exposición a los mismos, aquellos pocos que sobreviven, por ser resistentes a los principios activos, se reproducen rápidamente dando lugar a nuevas generaciones de mosquitos que (en alto porcentaje) también sobrevivirán, llegando el momento en el que la mayoría de estos insectos presentarán resistencia al agente patógeno.

A diferencia de los mosquitos, especies como los grandes simios requieren de mucho tiempo para producir nuevas generaciones, por esta razón los procesos de evolución natural requieren de más tiempo para estabilizarse. Como veremos, esto dará oportunidad para implicar otros agentes que pueden intervenir en la evolución de estas especies. Podemos identificar factores que inducen otro ritmo de evolución en estas especies, que no están directamente condicionados por procesos meramente orgánicos, sino por capacidades adquiridas a lo largo de su historia evolutiva, que van a establecer el potencial de desarrollo de la especie dependiendo de lo simple o complejo que ésta sea.

Especies complejas y su evolución

Empezaremos por considerar un sistema orgánico simple (como puede ser el caso de una ameba) observamos que es capaz de modificar su configuración orgánica para capturar alimento o evitar un estímulo nocivo. Así, ante un cambio físico-químico en su entorno, que puede descifrar como “presencia de alimento”, su sistema le permite variar la configuración de la membrana celular para capturar el componente que la alimenta; en el caso de que el estímulo no sea alimento sino un estímulo irritante persistente (por ejemplo una aguja), la ameba puede desarrollar una actividad nueva: plegará su membrana celular para evitarlo, ejecutando una conducta inmediata. Si la ameba no lleva a cabo estas actividades de la forma adecuada, simplemente morirá. Su “comportamiento innato” sólo le prepara para ejecutar estas acciones. Este sistema es incapaz de autorregularse para desarrollar

nuevas funciones más allá de las que hemos descrito, por lo que vamos a considerar que es un sistema orgánico simple.

A diferencia de la adaptación asentada en lo meramente orgánico (aquella que se debe a la transmisión de información genética) o de la adquisición de acciones inmediatas simples (como en el caso de la ameba), los grandes simios y, en especial las especies humanas, han superpuesto a la evolución 'natural' una evolución que vamos inicialmente a denominar como 'evolución cultural'. Así, a través del desarrollo de autorregulación del comportamiento, es posible una mejora adaptativa que no va a depender directamente de la mutación en la transmisión genética o de la realización de una conducta automática. Como veremos, esta evolución se asienta en la capacidad de adaptar el entorno a sus necesidades vitales.

El caso de los chimpancés que han desarrollado la habilidad de utilizar ramas para 'pesca' termitas en el tronco de un árbol es de este tipo. En principio, ningún comportamiento innato de este simio determina esa conducta, pero su sistema nervioso posee la potencialidad de establecer relaciones entre lo que percibe en su entorno y lo que puede hacer con sus extremidades. Estos chimpancés 'descubren' la posibilidad de autorregular sus comportamientos primarios para lograr un objetivo. Inicialmente la acción puede ser casual y más o menos efectiva en el logro del objetivo, pero son capaces de mejorar la acción para ser más eficaces en el logro del objetivo propuesto. Inicialmente pueden observar cómo las termitas transitan por la ramas de un árbol; como resultado de esta observación, pueden idear el utilizar cualquier rama para alcanzar las termitas que se encuentran en el interior del tronco del árbol; pero cuando descubren que, si la rama está libre de hojas y es de una determinada forma, pueden lograr más rendimiento, se ocupan de buscar este tipo de ramas y eliminar los elementos innecesarios o entorpecedores (como las hojas) para incrementar el rendimiento de su acción (recolectar termitas). De este modo, ha adquirido una habilidad que supera las limitaciones de comportamiento instintivo propias de su especie y potencialmente, está mejor adaptado para sobrevivir y reproducirse al acceder a un aporte extra de proteínas.

Hay que indicar que, para que todo esto sea posible, ha sido necesaria la evolución 'natural' que ha provocado el desarrollo de un cerebro capaz de observar y procesar la información que recibe del entorno; y la evolución de un miembro (la mano) con un pulgar oponible que hace posible la manipulación de los objetos que les rodean. Es más, la propia activación de la habilidad desarrollada para utilizar estas herramientas primitivas influye en el desarrollo de nuevas capacidades cognitivas.

En este caso, además, contamos con otro factor: los chimpancés viven en comunidades y su capacidad cognitiva de observación permite que otros miembros

de la misma comunidad adviertan la eficacia del comportamiento de su congénere, por lo que imitarán sus acciones para acceder al alimento y esto supone una ventaja evolutiva para los miembros de esa comunidad. Al disponer de mejor alimentación (mayor aporte de proteínas) su capacidad para vivir y procrear se incrementa.

Por ello, la evolución de especies capaces de autorregular su comportamiento rebasando las ejecuciones de comportamientos instintivos, no va a limitarse exclusivamente a una evolución 'orgánica' (aquella que reside en cambios genéticos y comportamientos innatos, como las respuestas inmediatas) también se superpone lo que podemos denominar una 'evolución cultural' que se puede incorporar en términos de habilidad o comportamiento adquirido y, como hemos indicado, la **potencialidad** de desarrollar nuevas competencias cognitivas.

Podemos, entonces, abordar el proceso evolutivo de estas especies desde una óptica menos mecánica. Si bien lo primero que ha sido necesario es la evolución orgánica natural que ha hecho posible la aparición de un cerebro capaz de realizar determinados procesos cognitivos. Una vez que ese cerebro puede desarrollar procesos de observación, imitación conductual, o procesamiento de información, adquiere la potencialidad (no determinista) de evolución de comportamientos complejos no innatos, que se ven favorecidos, además, por formas de vida asociadas a comunidades de individuos. Esto hace posible la difusión de comportamientos no innatos que mejoran las condiciones de vida de individuos en esa comunidad. Los comportamientos adquiridos se orientan a hacer posible la manipulación de elementos del entorno para incrementar los medios que facilitan el logro de soluciones para cubrir necesidades de supervivencia de los individuos y las comunidades. El proceso de evolución de nuestra especie es de este tipo. Hasta ahora hemos descrito procesos de hominización, es decir cómo han evolucionado especies homínidas entre las cuales se encuentra la especie humana. Veremos a continuación en qué se diferencia nuestra especie de otras homínidas

Lo humanos, como todos los homínidos, nacemos en comunidades, gracias a las cuales podemos sobrevivir a nuestras limitaciones durante el periodo de infancia y crecimiento hasta llegar a la edad madura; hemos ido heredando de nuestros antepasados una capacidad cerebral que nos faculta para desarrollar procesos cognitivos complejos (como la capacidad para imaginar o pensar en acciones viables y sus consecuencias). Hemos desarrollado la capacidad de utilizar el lenguaje para avanzar hacia la comunicación, lo que ha favorecido la transmisión de lo que hemos aprendido a los individuos más jóvenes (permitiendo que éstos se beneficien de lo que otros han conseguido) y todo ello ha ocasionado que nuestra especie sea la más exitosa en la posibilidad de transformar el entorno, favoreciendo una mejor supervivencia.

Nuestra especie ha sido capaz, de este modo, de colonizar entornos tan distintos como los desiertos cálidos o helados; hemos utilizado la comunicación para ampliar los conocimientos que han hecho posible esta colonización masiva del planeta Tierra y hemos utilizado esos conocimientos para desarrollar los instrumentos y procedimientos que han contribuido a la transformación de los entornos naturales de acuerdo con las necesidades de nuestra especie.

En este proceso, la evolución humana ha alterado, en muchos aspectos, la evolución natural de la propia especie y del Planeta en que habitamos. En la actualidad, hemos desarrollado el conocimiento necesario para ser capaces de reconocer cuáles son los efectos de estas alteraciones y, fundamentalmente, las que hemos inducido en el Planeta y cuáles los retos a que nos tendremos que enfrentar ya que la especie humana ha desarrollado, incluso, la capacidad de destruir el equilibrio que ha hecho posible la vida, tal como la conocemos.

Evolución de la especie humana ¿quiénes somos?

Si echamos la vista atrás, hace unos 200.000 años, nos encontramos con un grupo de homínidos que, enfrentados a los retos propios de la supervivencia física, inician la manipulación de algunos elementos de su entorno para que estos faciliten aquello que se necesita: agua, comida y refugio que aseguren la supervivencia y la reproducción.

Inicialmente estos humanos, que viven en grupos (ya que el estar en grupo favorece la supervivencia de los individuos) ‘descubren’ de forma ocasional cómo utilizar algunas cosas que tiene a su alrededor: palos, piedras, oquedades de las rocas, etc. Las oquedades de las rocas les proporcionan espacios en los que esconderse de posibles depredadores y refugiarse de situaciones climatológicas adversas: calor, frío, lluvia, etc. Las piedras pueden ayudarles a defenderse e incluso a capturar animales que pueden servir de alimento y que resultan ser mejores que los palos, sobre todo si se pueden colocar en uno de ellos para atacar, sin acercarse demasiado, a esos animales que son sustento alimenticio. A su vez, estas manadas de humanos descubren que, si utilizan los fuegos que esporádicamente se producen de forma natural para ‘quemar’ esos animales antes de comerlos es más fácil masticarlos (y aunque ellos no lo saben) digerirlos, incluso se empiezan a dar cuenta de que eso también les permite, almacenarlos ya que no se estropean (pudren) tan rápidamente. Se ha iniciado la evolución de especies humanas.

Hasta aquí un relato que todos hemos podido ver en diversas películas y documentales. A esto sólo habría que añadir que estos humanos pertenecen a diferentes géneros, de los cuales sólo uno ha tenido el éxito evolutivo necesario

para llegar hasta nuestros días: el género *homo*; y dentro de éste, sólo una rama ha sobrevivido: *homo sapiens sapiens*.



Fig. 6 Reconstrucción paleoantropológica de especies humanas

Fuente: <http://bligoo.com/media/users/0/31628/images/>

Otros humanos como los de los géneros hábilis, erectus, floriensis, ergaster, heidelbergensis, denisovanos, neanderthalensis, etc. se han extinguido, si bien las últimas investigaciones muestran que hemos heredado algunas trazas genéticas de los neardentales.

Por otra parte, no debemos olvidar que nuestra especie humana presenta muy pocas diferencias genéticas con otras especies homínidas que hemos considerado *inferiores*. Compartimos el 99% de nuestro genoma con los chimpancés y los bonobos y sólo nos diferenciamos en el 1,62% del genoma de los gorilas. Es más, actualmente se reconoce que los chimpancés también poseen cultura, es decir modos de interaccionar entre los miembros del grupo y con su entorno, que se transmiten de generación en generación mediante procesos de transmisión y aprendizaje de conductas no inscritas en sus genes.

¿A qué puede deberse el éxito evolutivo de una especie del género *homo* (y en concreto de una rama de esa especie: *homo sapiens sapiens*) y la desaparición de las otras? Hay diversas hipótesis, pero la más aceptada proviene de la constatación de que nuestra especie humana 'aprende' a adaptarse a diversas condiciones ambientales modificando el entorno para adaptar las condiciones en

que vive. Es decir, que en nuestras especies de humanos, se ‘aprende’ a utilizar las técnicas que se utilizan para mejorar tanto los refugios, como las posibilidades de capturar alimento, lo que incrementa sus posibilidades de supervivencia y, en consecuencia, de reproducción. Posiblemente intentando mejorar una piedra (para afilarla) golpeándola con otra, descubren que se puede producir fuego y, a partir de ahí, ya no dependen de un rayo esporádico para disponer de este recurso. A su vez, los restos de este fuego les proporcionan cenizas que pueden usar para ‘pintar’ las grutas en que se refugian (representado escenas de su vida) y, posiblemente, descubren que en los restos de estos fuegos aparecen nuevos recursos (metales) que les permiten iniciar la construcción de nuevas herramientas. Pero, para que todo ello sea posible, hay que contar con dos capacidades: la de percibir todo ello (que sean capaces de interpretar su experiencia y establecer relaciones entre una acción y las consecuencias de ella) y la capacidad de aprender. Todo esto no es posible sin que haya evolucionado, de forma natural, un órgano especialmente interesante y decisivo: el cerebro.

El cerebro en la evolución humana

La evolución del cerebro humano ha hecho posible, por tanto, el inicio de lo que hoy podemos denominar como ‘cultura’. El vivir en manadas hace posible que las ‘habilidades’ que un individuo determinado adquiere de forma casual, pueda ser percibido por otros individuos que reproducen el comportamiento que les parece exitoso.

Muchos de estos rasgos aun hoy pueden ser observados entre las especies más cercanas a la nuestra: los primates. Los chimpancés, los orangutanes, los bonobos y los gorilas, ‘descubren’ cosas (cómo capturar termitas fabricando una herramienta; cómo construir un nido para dormir, cómo romper cáscaras de frutos para acceder a la semilla, etc.) y esos descubrimientos, reflejados en comportamientos, se transmiten y reproducen para lograr el confort, la seguridad o el alimento que hace posible una mejor supervivencia. Los estudios sobre estas especies muestran que son capaces de realizar actividades físicas y psicológicas parecidas a las nuestras: algunos son capaces de autorreconocerse en un espejo, son capaces de proteger a los desvalidos, son capaces de organizarse en grupos de caza, pueden ‘aprender’ y desarrollar un lenguaje limitado pero que les permite comunicar cosas sobre el mundo físico que les rodea y presentan organizaciones sociales complejas basadas en relaciones de parentesco. Todo esto es lo que constituye su universo cultural.

A pesar de estas semejanzas nuestra especie es capaz de hacer algo que, hoy por hoy, no parecen realizar estos primates: desarrollar un pensamiento

abstracto y utilizarlo para ‘comprender’ el mundo; utilizar esta comprensión para desarrollar teorías (algo que no existe en el plano del mundo físico) que dan explicación a los fenómenos que percibimos (aún cuando esas explicaciones parezcan contradecir la experiencia directa que tenemos de esos fenómenos), y hemos desarrollado la capacidad para comunicar y aprender, no sólo mediante ejecución y reproducción de conductas, sino mediante la representación abstracta de la realidad; y es nuestro cerebro el principal responsable del desarrollo de estas capacidades.

Considerando todo ello, lo primero que tendríamos que conocer es cómo funciona nuestro cerebro para poder comprender los procesos que hacen posible que, más allá de la imitación comportamental, hayamos logrado resolver la comunicación sobre cosas que nuestros sentidos no advierten (o reciben directamente de forma distorsionada) y, con ello, se haya dado lugar a una evolución más compleja que la que permitiría la dinámica natural de la evolución.

Nuestro cerebro

Desde el ámbito que más nos interesa (la educación) lo más relevante del cerebro humano es su plasticidad; es decir, la capacidad para evolucionar a lo largo de nuestra vida de acuerdo con los estímulos que podemos procesar a partir de la información que nuestros sentidos llevan hasta él. Por tanto, vamos a comenzar por abordar qué papel cumplen los sentidos para dar lugar a esta evolución. Para ello nos pueden orientar las historias sobre humanos que, debido a diferentes circunstancias, han desarrollado parte de su vida en entornos que les han privado de la activación de esos sentidos.

Todos conocemos la historia de Mowgli, (el niño descrito en la narración de R. Kipling ‘El libro de la selva’ y llevado al cine en diversas películas) así como las historias de Tarzán (personaje creado por E.R. Burroughs y también personaje de éxito en el cine). Estas historias inventadas no son del todo ficticias: han existido niños que, por circunstancias no siempre esclarecidas, han desarrollado parte de sus vidas al margen de las sociedades humanas. Así el niño llamado Víctor de Aveyron (cuya historia se narra en la película de F. Truffaut ‘El pequeño salvaje’) fue ‘capturado’ en los bosques cerca de Toulouse en 1790. En 1828 Kaspar Hase ‘aparece’ en la ciudad de Nüremberg cuando tiene aproximadamente 16 años, muchos de los cuales ha estado recluido en una celda sin posibilidad de relación humana, ha crecido a base del pan y agua que se le suministraba (su historia fue llevada al cine por W. Herzog con el título en castellano “Cada uno por su parte y Dios contra todos”). El caso de Genie (también llevado a la pantalla en la película Mockingbird Don’t Sing) que estuvo recluida casi 13 años sin interacción real con

otros humanos ni estímulos relevantes para el desarrollo de la locomoción o el lenguaje y que fue ‘descubierta’ en 1970; la niña recluida en un gallinero desde su nacimiento y localizada en 1981 en Rio de Janeiro.

Estos casos han sido ampliamente estudiados desde la etología y la psicología, y han servido para mostrar cómo las capacidades de desarrollo cognitivo y social se ven fuertemente disminuidas cuando los individuos se encuentran en entornos privados de los estímulos físicos, culturales, afectivos, etc. que hace posible el desarrollo de las potencialidades humanas.

A diferencia de casos ficticios (como Mowgli o Tarzán), los casos reales han demostrado que los individuos jóvenes de nuestra especie necesitan de la interacción con otros humanos, y de la posibilidad de recibir estímulos, para desarrollar las capacidades intelectuales que les facilite el acceso a una interacción ‘normal’ con el entorno, tanto físico como social. En este proceso ha sido crucial el desarrollo del lenguaje que permite dicha interacción, y la representación mental del mundo que les rodea. En otras palabras; si bien nuestro cerebro posee el **potencial** necesario para efectuar determinadas funciones cognitivas, necesita de la existencia de los estímulos externos que hagan posible la activación de funciones asociadas al razonamiento.

Percepción, lenguaje y desarrollo

Durante algún tiempo los neurólogos consideraron el cerebro como un ordenador (recibe el input de información mediante los sentidos y procesa la información mediante reglas) no obstante, la referencia al modelo computacional ha sido discutido y abandonado a medida que las teorías cognitivistas han ido dando razón de cómo construimos los significados y cómo interpretamos los estímulos físicos cognitivamente; cómo desarrollamos la capacidad de percepción.

Podemos analizar qué es la percepción desde dos aproximaciones que inicialmente diferenciaremos como la vertiente orgánica y la funcional. Ambas son necesarias, y en gran medida determinantes, en la interacción del ente inteligente con los objetos que le rodea y, en consecuencia, de la actuación del mismo en el mundo. Como se verá más adelante, ambas generan las propiedades ‘emergentes’ que determinan lo ‘inteligente’ de la conducta, pero por ahora vamos a utilizar esta distinción para aclarar el ‘estado de la cuestión’.

Desde la vertiente fisiológica, el cerebro es el órgano en el que se realiza la actividad neuronal de disparar, mediante señales electroquímicas, el proceso de descifrar los estímulos que recibe desde los órganos sensoriales y transcribir dichos estímulos. Así, un mosquito recibe información sobre temperatura y su mecanismo cerebral dispara una conducta innata asociada al picoteo; en caso de que sus

sentidos se encuentren inhibidos mediante cualquier intervención, su cerebro no recibiría información que procesar y su conducta se distorsionaría. El experimento que demostró que los murciélagos se orientan mediante ecolocación permitió también mostrar que si inhibimos la recepción de información de los sentidos (en este caso la audición), el cerebro carece de posibilidades de percibir el entorno y actuar en consecuencia, así los murciélagos sometidos a intervenciones que les producen sordera muestran un comportamiento distorsionado.

Por otra parte, a diferencia de estos cerebros más simples, lo significativo del cerebro humano es su capacidad para evolucionar a lo largo de la vida de cada individuo: su plasticidad. Esta facultad está asociada, en buena parte, a la cualidad de los humanos para adquirir, desarrollar y utilizar la comunicación. Si bien otras especies (como las abejas o los pájaros) son capaces de utilizar algún código de comunicación innata, la comunicación humana está presidida por la utilización de un lenguaje con características sintácticas que permiten construir **significados**, y que constituye el fundamento de lo que se considera el instrumento interno de pensamiento. (Berwick, Friederici, Chomsky &. Bolhuis, 2013)

Inicialmente la interpretación de una palabra o sentencia lingüística se adquiere mediante la asociación de la misma con estímulos físicos percibidos. Cuando un niño pequeño oye 'agua' y acto seguido se le suministra agua, aprende a asociar dicho sonido al objeto agua; la imitación de ese sonido y la inmediata satisfacción de obtener 'agua' fija el sentido que la palabra tiene respecto del mundo que le rodea. Sin embargo, no hemos de suponer que el lenguaje, su adquisición y desarrollo, están establecidos por unos únicos o determinados canales de intercambio de información. La experiencia de Helen Keller (ciega y sorda desde los 19 meses) demuestra que el cerebro humano posee la plasticidad necesaria para desarrollar capacidades de asociación de interpretación lingüística a estímulos que pueden provenir de sentidos diferentes. Por tanto, no necesariamente la audición va a determinar qué es lo que el cerebro tiene que procesar para dotar de significado a un lenguaje. H. Keller logró el dominio del lenguaje hasta el punto de escribir libros y dar conferencias a pesar de que su código de comunicación inicial, lo que le abrió la puerta al código compartido de la lengua inglesa, fue el tacto.

Como hemos indicado, el cerebro humano es plástico y construye significados en la interacción con el mundo. Inicialmente un niño pequeño al ver una fotografía de una pelota quiere coger la misma; para él no hay diferencia entre la imagen observada en dos dimensiones, y la realidad del objeto en tres dimensiones. Es la repetición de acciones lo que permite que vaya construyendo el significado de los estímulos visuales y aprenda a interpretar cuándo corresponde a un objeto y cuándo a una imagen. Es más, inicialmente la representación de objetos mediante dibujos corresponde a una representación topológica.

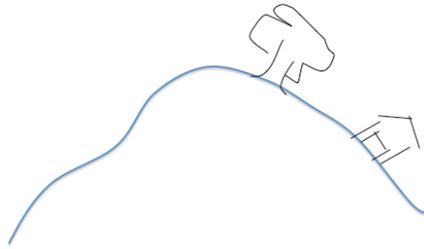


Fig. 7 Ejemplo de dibujo infantil

En la etapa adulta somos capaces de interpretar un estímulo de dos dimensiones (fotografía, dibujo) y asociarlo a una realidad de tres dimensiones, lo que nos permite dotar de un nuevo significado a objetos con los que estamos familiarizados mediante la experiencia. Somos capaces de interpretar que dos líneas que no son paralelas representan un objeto con márgenes paralelos; es la experiencia lo que nos permite rediseñar (cuando somos jóvenes) nuestros dibujos para hacerlos corresponder con la interpretación que el cerebro hace de ellos. Los estímulos son interpretados por la experiencia, dotando de significado cognitivo diferente a las imágenes observadas. Empezamos a desarrollar la percepción.

En esta imagen 'vemos' dos líneas que, según el estímulo orgánico, se juntan. Sin embargo 'sabemos' que son líneas paralelas porque hemos aprendido, mediante la experiencia, que esta imagen corresponde a un objeto cuyas lindes son líneas que no se unen.



Fig. 8 Ejemplo de interpretación de lo observado

Es habitual la aceptación de que el cerebro humano se desarrolla hasta una determinada etapa de crecimiento. Esta afirmación, por estar ampliamente difundida entre la población, parece cierta. No obstante, recientes estudios demuestran su falsedad. El cerebro cambia a lo largo de toda la vida; se establecen nuevas conexiones neuronales de acuerdo con nuevas experiencias significativas; se procesan, de diferente forma, las informaciones que recibimos; se modifican

procesos de resolución de problemas y, en casos de deterioro o accidente, puede modificar la localización cerebral de procesos de memoria o interpretación de estímulos, desarrollando determinadas funciones cerebrales en zonas del cerebro que, inicialmente, no ejercían las mismas.

Otra de las ideas ampliamente difundidas es que los humanos no utilizamos todo el potencial de nuestro cerebro, sólo un cierto porcentaje. Esta idea (de gran valor para las pseudociencias y para la industria cinematográfica) es falsa. Cualquier comportamiento o acción, por sencilla que pueda parecer, involucra la activación de millones de neuronas en diferentes áreas cerebrales.

La acción de escribir este texto, por ejemplo, involucra no sólo el dominio del lenguaje castellano, también está presente el conocimiento previo que poseemos; la habilidad para utilizar un ordenador; necesitamos un ajuste entre lo que realizan nuestras manos y la visión que tenemos del teclado del ordenador, una coordinación sensoriomotriz que es más que la capacidad para pulsar teclas en una determinada secuencia. Además, conjeturamos sobre los estados de conocimiento o motivación en que se puede encontrar nuestro potencial lector, para utilizar las palabras precisas que hagan posible que la lectura de este texto le permita acceder a la información, comprendiendo aquello que queremos comunicar. Nuestros cerebros están filtrando múltiples estímulos (como el ruido de la cortadora de césped, los muchos colores que están en nuestro campo visual, etc.) que pueden impedir que nos concentremos en la actividad que llevamos a cabo. En definitiva, escribir un párrafo en el lenguaje que dominamos, supone la activación de bastante más que un 10% de nuestros cerebros y más que el uso de una determinada área cerebral.⁷

En pocas palabras, por simple que sea una acción o un comportamiento, supone un conjunto de procesos que involucran una actividad cerebral en la que interaccionan diferentes estructuras neuronales para interpretar y dar significado a la acción informando al cerebro si es coherente con el objetivo de la misma, sobre los efectos orgánicos y/o sensoriales que la activación de la acción supone, sobre el ajuste o desajuste de la acción de acuerdo con el entorno en que se lleva a cabo dicha acción, etc.

Respecto a la vertiente funcional, es decir qué es lo que hace el cerebro para interpretar de forma adecuada las informaciones que recibe desde los sentidos, el problema no es sencillo. La 'experiencia' puede modificar, e incluso distorsionar, el

⁷ Últimamente se está difundiendo una nueva teoría falsa sobre la cognición basada en el hecho de la existencia de 'redes neuronales' localizadas en órganos como el corazón o el intestino. Ignorando que el cerebro es un sistema en el que se producen los procesos de pensamiento, hay quien está defendiendo que 'pensamos y sentimos con el corazón y las tripas'. Hoy por hoy esto no es más que pseudociencia que se abre camino entre determinados círculos en los que se defiende (por ejemplo) la importancia de la educación emocional, residiendo la emoción (claro está) en el corazón.

procesamiento de la información que el cerebro interpreta tras la decodificación de los estímulos electroquímicos que ha disparado un determinado estímulo sensorial. Dicha 'experiencia' va a ser un factor determinante, en muchos casos, en la interpretación que el cerebro atribuya a un estímulo.

Como hemos indicado, la experiencia de vida de cada individuo, y el medio en que transcurre su vida puede enriquecer (como en los casos excepcionales de personas con escasa masa encefálica -debido a presencia de hidrocefalia- que han conseguido desarrollar una vida académica 'normal') o inhibir (como en el caso de los *niños salvajes* o privados de estímulos) el desarrollo de funciones cerebrales que reconocemos como funciones propias de la especie humana. Las capacidades de imaginar un mundo que no se corresponde con la realidad observada; la capacidad de representarse el estado de otro individuo (empatía); o la capacidad para actuar previendo consecuencias futuras son funciones que, si bien potencialmente todos los humanos podemos realizar, requieren de oportunidades de activación para que el cerebro humano sea capaz de llevarlas a cabo adecuadamente.

Debemos recordar que la experiencia es más que el simple vivir o el simple capturar información. La experiencia supone no sólo actividad física (en términos comportamentales o en términos de captura de información mediante los sentidos), supone, por encima de ello, que el cerebro esté activo para desarrollar el procesamiento de la información y transformarla en conocimiento significativo. Dicho en otras palabras, que los sujetos estén capacitados para reflexionar sobre sus actividades y las consecuencias de las mismas. Y en este cometido va a ser fundamental el lenguaje.

El lenguaje y su función cognitiva

En numerosas funciones, el cerebro humano requiere del lenguaje. El lenguaje es el responsable de la capacidad de comunicación, de la capacidad de representación abstracta de la realidad, del procesamiento de la información y del desarrollo y construcción que configura el universo de conocimientos de cada individuo; por ello, la adquisición del lenguaje no se limita a la adquisición funcional de la escucha y emisión de sonidos que permiten designar objetos y describir eventos. El lenguaje requiere del aprendizaje que permite la asignación de significado; este aprendizaje es un proceso que se desarrolla a lo largo de toda la vida y que está mediatizado por los entornos en que cada individuo desarrolla su vida. Por ejemplo: para un individuo no especialista, la etiqueta lingüística "*maceta*" designa un contenedor para plantas, mientras que para un especialista en construcción también puede ser un tipo de martillo.

Este mismo proceso de asignación de significados, se repite en la construcción de significado de sentencias lingüísticas. La frase “*danos el pan*” tiene un significado distinto dependiendo de si la utilizamos en una iglesia, en un taller de restauración de objetos de arte o en una panadería; en este caso, la sentencia lingüística sería una información carente de significado preciso a menos que se inserte en un contexto físico concreto. En consecuencia, el significado lingüístico de la sentencia dependerá no sólo de lo correcto o incorrecto de la sintaxis de la misma, dependerá, también, de la información que el entorno suministre al cerebro y de la experiencia que cada individuo posea sobre el entorno en que interactúa (por ejemplo, si desconocemos lo que sucede en un taller de restauración donde se utiliza el *pan de oro*, no sabremos a qué se refiere la afirmación). Tenemos, por tanto, el entorno como mediador de los significados de sentencias lingüísticas. Cómo se construyen dichos significados es lo que vamos a abordar a continuación.

Los monos de nariz blanca de Nigeria poseen un código lingüístico primario con el que, mediante la utilización de morfemas simples y la combinación en que son emitidos, describen la presencia de peligro (peligro que viene del cielo, peligro que viene del suelo) lo que permite al grupo actuar en consecuencia. La pertenencia al grupo es lo que va a determinar que los nuevos individuos ‘aprendan’ a *traducir* estos morfemas mediante la experiencia compartida del grupo. Los individuos que no aprenden dicha traducción son eliminados mediante el ataque del predador que actúe en ese momento.

En especies no humanas esta experiencia compartida permite que el individuo acceda a la interpretación de estímulos sensoriales. La estimulación orgánica es interpretada para dar lugar a comportamientos relativamente complejos tales como cuál es la conducta adecuada de huida dependiendo del depredador que ataque en cada caso (hay que subir al árbol, hay que bajar del árbol, en el caso de los monos de cara blanca). En este caso estamos ante un lenguaje que dispara una conducta automática adquirida.⁸

⁸ “Taken together, the evidence on birds and primates suggests that three factors are important in the evolution of speech and language. First, there is neural and genetic homology: similar genes and brain regions are involved in auditory learning and vocal production, not only in songbirds and humans, but also in apes and monkeys. Second, there is evolutionary convergence with regard to the mechanisms of auditory–vocal learning, which proceeds in essentially the same way in songbirds and human infants, but not in apes or monkeys. Third, the combinatorial complexity of human language is unique in the animal kingdom. It may be that the neural mechanisms that evolved from a common ancestor, combined with the auditory–vocal learning ability that evolved in both humans and songbirds, contributed to the emergence of language uniquely in the human lineage” (Berwick, Friederici, Chomsky, Bolhuis, 2013, p. 96).

En el caso de los humanos interviene no sólo la capacidad para interpretar el lenguaje también interviene la capacidad para dotar de significado relevante o adecuado considerando cada contexto de acción. Ahora podemos considerar un nuevo elemento que va a participar en lo que el cerebro humano interpreta y es el ‘acervo cultural’ como parte del contexto que va a mediatizar algunos aspectos de cómo se asignan significados.

Entenderemos por acervo cultural el conjunto de significados que comparte un grupo en un entorno físico preciso; la concordancia de la interpretación de un sujeto con la interpretación de su grupo de referencia es lo que refuerza lo apropiado o inapropiado de la misma en dicho grupo, y se puede describir en términos de “experiencia compartida” del grupo.

Esta experiencia compartida provoca el refuerzo de significados pertinentes a dicha experiencia y promueve el aprendizaje individual de cuáles serán los significados relevantes para el grupo y las acciones consecuentes con dicho significado. Es el caso del lenguaje inuktitut que utiliza diferentes raíces léxicas para lo que nosotros denominamos “nieve”, además este idioma asocia a dichas raíces afijos que describen las cualidades de la nieve, lo que es indispensable para adoptar decisiones sobre lo que se puede hacer o no dependiendo de las condiciones de la misma; este significado viene reforzado por el aprendizaje de la distinción de gamas cromáticas del “blanco”. Un ejemplo más cercano es la descripción de la nieve que se ofrece en las pistas de esquí a los usuarios (nieve dura, nieve polvo, nieve primavera, etc.) a fin de que sepan en qué condiciones pueden realizar su actividad; está claro que, para los no participantes en dicha actividad, esta descripción carece del significado preciso que los usuarios de las pistas de esquí pueden asignar.

En consecuencia, el lenguaje humano va más allá de la simple interpretación de los términos lingüísticos, supone la construcción de significado, e interviene en la construcción de la percepción de nuestro mundo. Esto caracteriza al lenguaje humano como un sistema de alta complejidad que, como indicábamos, exigirá no sólo el desarrollo de su funcionalidad sino (más importante) su potencialidad como instrumento de desarrollo cognitivo, comunicación y conocimiento.

Cómo se adquiere el lenguaje y sus significados es una labor que no se agota en el simple acceder al idioma funcional (etiquetas lingüísticas, sintáctica y semántica del lenguaje); tampoco se agota en el periodo de aprendizaje formal. A diferencia del lenguaje de otras especies, nuestro lenguaje, en la medida en que refleja el conocimiento que construimos, se desarrollará a lo largo de toda nuestra vida.

Inicialmente, nuestro mundo percibido tiene pocas categorías y muy difusas. Este hecho se refleja (cuando los humanos empiezan el aprendizaje de su lenguaje)

en el uso de pocas etiquetas lingüísticas para describir objetos diferentes. Para un niño pequeño todo lo que tiene ruedas y una cabina, se puede denominar un coche, con el tiempo se aprende a identificar lo que es un deportivo y lo que es un tractor o un camión; aprendemos a refinar nuestro lenguaje a medida que somos capaces de reconocer cualidades distintas de los objetos con que interactuamos. Así, a medida que vamos teniendo experiencia del mundo, nuestro cerebro categoriza con más precisión los objetos que nos rodean, asignando nuevas etiquetas lingüísticas a dichos objetos. Es la información que procesamos en la experiencia con los objetos, las situaciones sociales y el entorno ecológico que nos rodean, lo que hace que esas primeras categorías se refinen en otras más precisas dando lugar a un desarrollo lingüístico acorde con dichas experiencias. Desarrollamos nuevas capacidades lingüísticas elaborando informaciones más precisas sobre los objetos y los acontecimientos que forman parte de nuestra experiencia del mundo. Descubrimos que existen objetos comestibles, otros no; descubrimos que existen objetos comestibles que son sanos y otros tóxicos, etc. y todo ello revierte en nuestra capacidad para representar conceptualmente el mundo en que vivimos. Esta potencialidad permite que desarrollemos una conciencia del mundo, aún cuando éste no sea una realidad presente, y permitirá que, mediante el lenguaje, estemos capacitados para expresar ideas abstractas.

Como hemos venido indicando, el cerebro no funciona como un transcriptor mecánico del mundo que nos rodea. Recibimos estímulos sensoriales que recorren el sistema nervioso hasta el cerebro, en este se producen los procesos que permiten dotar de significado a estos estímulos, pero nuestro cerebro puede generar percepciones que no se corresponden directamente con la realidad y podemos asignar significados o interpretar el mundo de acuerdo con expectativas inducidas.

Cuando nos situamos ante el mundo esperamos que los objetos que nos rodean se correspondan con categorías que previamente hemos establecido y atribuimos cualidades a los objetos, o a los acontecimientos que vivimos, según nuestras expectativas basadas en la experiencia que poseemos. Es decir, existe una interpretación que permite que los estímulos que recibe el cerebro desde los sentidos adquieran determinados significados. Dicho de otro modo, los humanos utilizamos un amplio acervo de información previa, que incorporamos a muchos de los procesos de procesamiento de información que proviene de la mera estimulación sensorial. Estas informaciones previas pueden generar expectativas inducidas que mediatizan la asignación de significados.

Las expectativas inducidas pueden provenir de la focalización de nuestros sentidos, que ponen a nuestro sistema en alerta sobre determinados estímulos orgánicos, eludiendo otros; pueden provenir de expectativas de tipo "vital" (experiencias previas físicas o cognitivas); o provenir de expectativas intelectuales.

En la primera categoría podemos citar actividades reflejas realizadas para modificar lo que percibimos dependiendo de lo que vamos a llamar inicialmente 'atención'. Durante una conferencia podemos estar oyendo (es decir se producen estímulos sonoros que nuestro sentido recibe) diferentes sonidos, no obstante (siempre que resulte interesante la disertación) desestimamos estos ruidos hasta límites en los que éstos no son percibidos. Es habitual que durante cualquiera de nuestras exposiciones pasen cosas en el aula en que estamos -alguien entra o sale de la sala, se cae una carpeta, suena un móvil, etc.- que no son percibidas mientras desarrollamos nuestra disertación. Simon & Chabris (1999) mostraron que pueden existir acontecimientos que no son percibidos cuando tenemos nuestra atención focalizada a un objetivo. Por tanto, la 'atención' juega un papel importante en cómo percibimos el mundo y esta puede verse mediatizada por instrucciones que determinan lo que llega o no a nuestra consciencia y, en consecuencia, aquello a lo que vamos a dotar de significado.

En la segunda categoría de cómo la experiencia vital se vincula a lo percibido, podemos considerar los experimentos que demuestran que, en ausencia de estímulo visual real (objeto colocado en el punto ciego del ojo), somos capaces de 'rellenar' el vacío de información orgánica con interpretaciones provenientes de experiencias previas, produciéndose una 'persistencia de lo percibido' vinculada a la experiencia acumulada con estímulos previamente percibidos (Ramachandran & Blakeslee, 1998). Es el caso de situaciones en que se demuestra que la percepción del color es interpretada al margen de la longitud de onda que excita el sentido de la vista (un color rojo se percibe como tal a pesar de que la iluminación ambiente puede estar distorsionando la longitud de onda que nuestro cerebro codifica como 'rojo' en situaciones habituales). En este caso estaremos hablando de experiencia física previa como mediadora de la percepción sensorial; el significado atribuido dependerá, no de la realidad física en que nos encontramos, sino de las expectativas previas.

En el caso de experiencias cognitivas previas, podemos encontrarnos ante acontecimientos a los que un observador imparcial daría un significado diferente del que nosotros podríamos asignar. El ejemplo de John Dewey, es un caso que ejemplifica esta situación.

“Si una persona entra repentinamente en nuestra habitación y exclama “Paper!”⁹ hay varias alternativas posibles. Si no entendemos la lengua, sólo representa para nosotros un ruido que puede actuar como estímulo o irritación física. Pero el ruido no es un objeto intelectual, carece de valor intelectual. [...]

⁹ En este caso hay que tener en cuenta la traducción del inglés. En este idioma 'paper' puede significar, papel, artículo científico y también significa periódico.

Si, en primer lugar, el grito es el acompañamiento usual de la entrega del periódico de la mañana, el sonido tendrá significado, contenido intelectual, lo comprenderemos. O si, en segundo lugar, estamos ansiosos esperando recibir algún documento importante, podemos suponer que la exclamación significa un anuncio de su llegada. Si, en tercer lugar, entendemos la lengua, pero nuestros hábitos y expectativas no sugieren ningún contexto, la palabra tiene significado, pero no el acontecimiento” (Dewey, 2007, p. 145-146)

Vemos cómo las expectativas cognitivas previas que el individuo posee en el momento de producirse el evento es lo que va a dotar de significado al mismo y, por tanto, el evento es percibido de diferente forma (un ruido, llegada del periódico, llegada de un documento, una situación absurda).

Por último, podemos indagar en cómo las experiencias o expectativas intelectuales también están involucradas en la construcción de significados que modulan nuestra percepción. Pongamos por caso la afirmación: *“Esto es una revolución”*. En el caso de encontrarnos en un foro de sociólogos o historiadores se deduciría que estamos ante un acontecimiento de tipo social que presenta unas determinadas características, atribuiríamos un significado coherente con este tipo de acontecimientos ¿Sucedería lo mismo si nos encontramos en un foro de matemáticos? Evidentemente no. Los matemáticos esperan que hablemos de una función desarrollada por el movimiento de una figura geométrica bidimensional en torno a un eje de rotación, y atribuirían el significado de la proposición lingüística de acuerdo con la expectativa demarcada por el ámbito académico en que nos encontramos.

Por tanto, podemos afirmar que, en la construcción cognitiva del significado, interviene el procesamiento de muchas informaciones. Informaciones de tipo sensorial (como sonido, forma, color, etc.); informaciones de tipo cognitivo (como habilidades de deducción, de inducción, etc.) e informaciones de tipo intelectual (como teorías, definición de conceptos, etc.)

Para decidir cuándo utilizamos un determinado acervo (de entre los distintos acervos de que podemos disponer) no hay reglas fijas; tal como se expuso anteriormente, podemos ‘completar’ la información intuitivamente, o por traslocación de informaciones para dotarlas de significado. Pero hay otro factor que va a completar el proceso de asignación de significado al lenguaje, porque los humanos somos capaces de generar significados en ausencia de información lingüística precisa, (sin necesidad de obtener toda la información necesaria sobre el significado preciso de un enunciado) si somos capaces de reconocer las características del entorno físico en que nos situamos.

Por ejemplo, alguien nos dice: “*dame el martillo*”; dependerá del entorno en que nos situemos el que entreguemos objetos bien distintos. Si la persona que emite el enunciado (y nosotros mismos) nos encontramos en una consulta médica y dicha persona lleva una indumentaria que nos permite inducir que es un sanitario o médico, le daremos un pequeño objeto con el que contrastar reflejos motores. Si la persona que emite esa información (así como nosotros) nos encontramos en un estadio olímpico y la persona demandante está vestida como un atleta, le daremos un objeto muy pesado que consiste en un cable de acero y una bola.

En resumen, la percepción humana es, en términos de Teoría de Sistemas, una propiedad emergente en la medida en que su función supera la cantidad de información que procesamos. Es la capacidad de establecer procesos de interacción entre lo funcional y lo orgánico considerando, además, el entorno en que nos situamos, lo que constituye la posibilidad de dotar de interpretación a las informaciones sensoriales para convertirlas en información significativa. El proceso por el que las informaciones adquieren un significado preciso, que nos permite tomar decisiones sobre acciones posibles, es un proceso de aprendizaje que se desarrolla en el ámbito de la experiencia compartida. En esa experiencia compartida el entorno se incorpora como agente de significados. En esto nos diferenciamos de otras especies y de los procesos de codificación/decodificación de la información que pueden realizar (en la actualidad) las máquinas y programas ‘inteligentes’.

A diferencia de lo que hacemos los humanos, un robot sólo reacciona ante el entorno recibiendo información a través de los sensores, procesando dicha información de acuerdo con la ontología representada en su código fuente y actuará de acuerdo con las reglas de procedimiento que su programa informático tenga definido. En este caso estaríamos ante un robot poco inteligente; carecería de capacidad para actuar en situaciones en que la información de que le proveen los sensores no correspondiese ‘exactamente’ con la representación ontológica del mundo que contiene su código. Por otra parte, este robot tampoco sabría qué hacer cuando la información obtenida se correspondiese con su ontología, pero no fuera completa. Hasta aquí podríamos tener un robot de los clásicos; si incorporase soft-computing podría salir adelante con tareas previstas (aún en contextos en que la información sobre acciones posibles no fuese completa). No obstante, tendría graves problemas si la información se correspondiese a su ontología, fuera completa pero el robot se encontrase en un entorno no representado en su ontología previamente.

Imaginemos a este robot con sensores de color y formas; informaciones sobre vegetales y plantas comestibles, que dispusiera de un programa capaz de utilizar todo ello y realizar una receta adecuada según los vegetales que esté considerando; vamos a concederle la capacidad de decidir si utiliza todos o sólo algunos de los

vegetales que está viendo de acuerdo con informaciones sobre textura de los vegetales, sabor, tiempo de cocción, etc.

¿Cuál sería su propuesta frente a un cuadro de Archimboldo?¹⁰ ¿Se solucionaría el problema incrementando su base de datos con un nuevo código capaz de controlar que las informaciones visuales se completarán con informaciones volumétricas? Tendríamos que darle, además, más información sobre maderas, ceras, y otros elementos con los que se construyen frutas y verduras de ornamentación ¿Sería más interesante incorporar descripción del entorno para que el robot supiera si está en un museo, en una frutería o en un estudio fotográfico? Dicho de otro modo, ¿la información sobre el entorno podría optimizar la cantidad de información necesaria en la toma de decisiones del robot sobre acciones adecuadas? Y en ese caso ¿cómo podríamos decidir cuáles son los conceptos más importantes para describir el entorno? ¿Sería interesante discutir sobre cómo computar todos esos aspectos?

En este momento podemos considerar el experimento realizado por Microsoft el 23 de marzo de 2016 con el programa Tay. En principio Tay es un programa que simula una adolescente norteamericana, que puede interaccionar en las redes sociales y aprender de las informaciones que recibe. Microsoft cerró el experimento cuando, tras pocas horas de funcionamiento, el programa había ‘aprendido’ a ser xenófobo, racista y estaba interaccionando ofreciéndose como ‘esclava sexual’. Muy posiblemente los resultados se debieron a la falta de razonamiento complejo en el programa Tay, que incapacitaban al programa para asimilar el valor del contexto de los mensajes que estaba recibiendo, razón por la cual el programa asignaba significados precisos a informaciones imprecisas o incompletas.

Podemos considerar este ejemplo como un indicador de cuán complejo es el lenguaje humano y su aprendizaje, pero también nos sirve para comprender en qué medida los humanos poseemos la potencialidad de desarrollar el significado del lenguaje que utilizamos y cómo este nos capacita para generar la percepción del mundo que nos rodea (al asignar significados) permitiendo que podamos representarnos el mundo en que desarrollamos nuestra vida a través de la experiencia. Todo ello abunda en la idea de que la inteligencia humana es algo más que un modelo computacional de tratamiento de la información, y que el conocimiento humano es más que la simple disposición y tratamiento de la información.

¹⁰ Los cuadros de Archimboldo representan caras humanas, pero, en realidad son superposiciones de vegetales y frutas que, situadas en una determinada configuración espacial, permiten representar dichas caras.

El conocimiento humano

El conocimiento, como hemos visto, se va construyendo a medida que aprendemos a interpretar el significado de los estímulos sensoriales que experimentamos y a medida que recibimos nuevos estímulos. Hasta aquí sólo hemos hablado de lo que vamos a denominar ‘el conocimiento cotidiano’.

En el contexto de nuestra materia interesa también abordar qué es ese otro tipo de conocimiento que denominamos ‘conocimiento científico’ y que, dejemos esto claro desde ahora, es un tipo de conocimiento vinculado a nuestra civilización (existen civilizaciones o si quieren ‘culturas’ no vinculadas a la nuestra, que no han necesitado del desarrollo de este tipo de conocimiento; han desarrollado sus propios sistemas de conocimiento válido al margen de lo que es la ciencia). Sin embargo, en nuestra civilización se admite que el conocimiento científico es conocimiento válido en la medida en que nos aleja de la incertidumbre sobre el mundo que nos rodea, a medida que va indagando sistemáticamente sobre los diversos aspectos de dicha realidad.

Para abordar este tema, hay que empezar por aceptar que este tipo de conocimiento posee algunos rasgos compartidos con el conocimiento cotidiano, pero, a diferencia de éste, es un tipo de conocimiento que no tiene fundamentación individual sino colectiva. No se establece su validez de acuerdo con las experiencias individuales; dependerá de la aceptación colectiva en las que unas determinadas experiencias y explicaciones son contrastadas y aceptadas por un colectivo que comparte unas determinadas reglas metodológicas, analíticas y lógicas con las que se construyen las reflexiones y argumentaciones: es decir que comparten unos determinados criterios de racionalidad.

Con cierta sorna algunos autores admiten que “*conocimiento científico es el conocimiento de los científicos*”, sin embargo, esta afirmación nada nos dice. En realidad, el conocimiento científico sería aquel que se desarrolla de acuerdo con ciertos métodos, que se aceptan por la comunidad científica en un momento histórico determinado, y da lugar a un avance sobre lo que sabemos a propósito del mundo que nos rodea. Podemos indicar que el conocimiento científico se vincula a una gran pregunta de nuestra asignatura: la necesidad de responder al por qué de las cosas y del mundo que nos rodea.

Lo primero a destacar es que existen métodos aceptados mediante una convención entre científicos, y que existe un avance desde la ignorancia hacia el conocimiento; desde la experiencia primaria hacia la explicación.

Estos rasgos van a permitirnos señalar la distancia entre lo que sería ciencia y lo que es conocimiento cotidiano y, sobre todo, nos advierte de los límites irracionales de lo que se denomina pseudociencia. En las diferentes pseudociencias

(por ejemplo la astrología, quiromancia, psicoanálisis, videncia, homeopatía, etc.) no existen modelos generales compartidos, no existen criterios mediante los que evaluar las afirmaciones que estas disciplinas nos ofrecen; tiene el mismo valor la predicción que se confirma vagamente, que la no confirmación de la misma; su lenguaje es suficientemente impreciso como para generar diversas interpretaciones por lo que siempre habrá quien afirme o niegue la confirmación de los supuestos. Veamos un ejemplo.

En las predicciones del horóscopo de 2019 aparece lo siguiente asociado a dos signos del zodiaco:

“Sus beneficios económicos y personales llegarán como resultado de buenos trabajos en equipo. Esto significa que también es muy probable que sea su año para el matrimonio, que será feliz y duradero si lo tiene planificado para antes del 2 de diciembre de 2019. Si ya está casado, verá que su pareja prospera y ese dinero les permitirá viajar, comprar una casa o pensar en tener hijos. En lo profesional, los géminis se beneficiarán de trabajar junto a alguien. Ha aprendido mucho sobre las dificultades de las relaciones profesionales y personales y ahora podrá usar ese aprendizaje para asegurarse el éxito. En el amor, marque en su agenda los meses de primavera y otoño. Por otra parte, manejará bien las finanzas, aunque siempre con los gastos bajo control, sin perder de vista gastos extras, y aprovechará las oportunidades profesionales que se presenten”

“Este año será su preferido para encontrar el amor. Si no tiene pareja, tendrá que poner de su parte asistiendo a eventos y conociendo a gente. Manténgase abierto al tipo de persona que puede ser la elegida, es probable que al principio no encaje en el molde que usted se ha diseñado. Sea generoso y no juzgue demasiado rápido, tiene que darle tiempo a la otra persona para que se muestre cómo es. El eclipse de comienzos del año le hará revisar sus metas. El futuro se presenta optimista, con posibles planes de matrimonio si ya ha encontrado a su amor verdadero. Es un año excelente para tener un hijo. También lo será para lograr un nuevo puesto de trabajo”.

Estos son dos ejemplos de cómo, sin afirmar nada con precisión, el lenguaje de la pseudociencia juega con la posibilidad de que cada cual interprete lo que desee. Por otra parte, hay cosas que están claras, la mayoría de los trabajos se realizan “en equipo”, es decir “junto a alguien” lo que nos lleva a admitir que habrán relaciones profesionales y que toda relación interpersonal supone retos a asumir y solucionar; es lógico que para manejar bien las finanzas hay que controlar el gasto y que para encontrar el “amor” –verdadero o nó- hay que relacionarse con otras personas lo que se facilita si acudes a eventos.

Entonces cabe plantearnos ¿por qué tanto éxito de las pseudociencias? Pues precisamente por esa posibilidad de interpretar lo que deseamos y sin tener que hacer el esfuerzo de tener un conocimiento previo (bastante costoso de adquirir en algunos casos). Nos vale con nuestras expectativas (lo que deseamos, nuestra capacidad de sentido común o el conocimiento cotidiano que podamos utilizar para interpretar el entorno inmediato), para “creer entender” el mensaje que se nos transmite. Desde luego que, si utilizamos facultades cognitivas como la capacidad de razonar, de nada nos sirven estas afirmaciones para decidir o conocer algo sustancioso sobre nuestra vida. Es más, es del todo irracional creer que porque *“lo indica la situación de los planetas respecto al Sol y la Tierra”* vamos a estar en situación de tener hijos (al parecer este horóscopo sólo atiende a los que están en edad de procrear). A saber...

El gran peligro de aceptar estos sistemas de conocimientos irracionales como indicadores de la toma de decisiones en nuestra vida es el de acomodarnos en el limbo en el que otros factores, otros actores, estén dirigiendo nuestras vidas según sus necesidades, intereses y supuestas *capacidades* (ninguna de ellas libre de sospecha de fraude). Un ejemplo de ello es el canal youtube, que promete *convencer* de que la Tierra es plana; en la actualidad tiene unos 88.000 seguidores en español, lo que reporta a su dueño pingües beneficios por la publicidad asociada al canal.

Tenemos, por tanto, un primer reto: entender qué es el conocimiento científico y el conocimiento cotidiano y qué valor tienen en nuestro sistema de conocimientos.

Conocimiento cotidiano y conocimiento científico.

Podemos definir el conocimiento cotidiano como aquel que construimos a lo largo de nuestra vida en contacto con el mundo que nos rodea. Dicho en términos que ya hemos utilizado, correspondería a nuestra experiencia vital.

Tenemos conocimiento cotidiano sobre meteorología, sobre cocina (o arte culinario, según algunos) sobre jardinería, música, cine... Así, interpretamos si va a hacer frío o no considerando el tiempo que hizo el día anterior, cómo vemos el cielo (si hay nubes y cómo son) en qué periodo del año solar estamos, etc. y decidimos que ropa ponernos (y nos equivocamos con bastante frecuencia). Conocemos cosas sobre música y podemos hacer tertulia sobre si es mejor Amy Winehouse o Belloncé sin necesidad de hacer un análisis sobre sus aportaciones a la música o analizar si dominan o no los recursos y facultades necesarias para hacer de la interpretación un arte (y no una mera ejecución).

Podemos discutir desde lo que opinamos sin tener demasiado conocimiento sobre lo que discutimos, simplemente nos guiamos por aquello que nos va llegando a través de nuestros sentidos y desde lo que podemos nombrar como “nuestros gustos y expectativas”, pero tanto unos como otros nos engañan en ocasiones. Por ejemplo, nuestros sentidos nos dicen que el sol gira en el cielo sobre nuestras cabezas desplazándose de Este a Oeste (lo cual, sabemos, es falso); por otra parte, nuestros gustos dependen mucho de aquello a lo que nos hemos habituado desde pequeños (y que nos crean expectativas sobre lo que vivenciamos), nos dicen que la comida picante no sabe nada más que a eso: a picante (lo que es falso para muchos individuos habituados a otros alimentos); o que el tacto de la arena en los pies es agradable (cosa bastante desagradable para quien no está acostumbrado a ello).

Nuestro conocimiento cotidiano es, por tanto, un conocimiento fenoménico y su valor es meramente contingente.

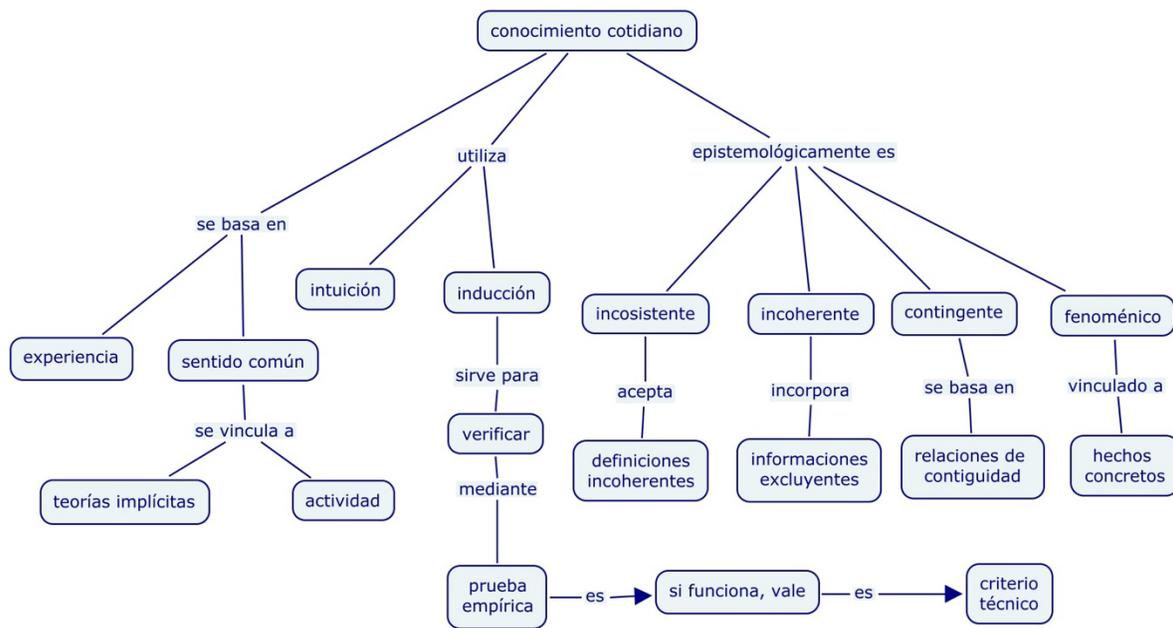


Fig. 9 Mapa conceptual: Conocimiento cotidiano

Hemos visto que el conocimiento cotidiano es directamente dependiente de nuestras experiencias vitales; estas experiencias pertenecen a cada individuo y sirven para interpretar los estímulos que recibimos. El conocimiento científico, si bien no es independiente de las experiencias, no es dependiente de ellas. En primer lugar, es un conocimiento compartido de forma que, al margen de experiencias vitales de cada científico, todos los científicos comparten un mundo de experiencias

que les permiten ponerse de acuerdo sobre criterios mediante los que interpretar el mundo. Para entender cómo se ha desarrollado este sistema de conocimientos, debemos considerar cómo aparece y va consolidándose una determinada forma de explicar el mundo.

Si echamos la vista atrás, a los orígenes de nuestra civilización podemos ver cómo este conocimiento ha seguido una trayectoria que se inicia con un cierto interés por eliminar la 'incertidumbre' ante los fenómenos y objetos del mundo de nuestro entorno a través de narraciones que permiten elaborar conjeturas sobre los mismos. Los primeros intentos son, por tanto, mitos y metáforas que, si bien daban cierta indicación sobre el mundo, no alcanzaron a *explicar* los fenómenos de los que se ocupaban.

La narración de Prometeo era una metáfora del acceso al conocimiento por parte de la especie humana. Así el fuego (que representa a la llama del conocimiento que pertenecía a los dioses) es robado a éstos por el Titán Prometeo, que lo regala a los hombres a fin de que dicho conocimiento acabe con los sufrimientos a los que los caprichos de los dioses les tienen sometidos. Los dioses consideran que el conocimiento es una ventaja y deciden poner a disposición de los humanos (también) desventajas como guerras y enfermedades.



Fig. 10 Prometeo y el fuego

Fuente: www.liberadaprometeo.portalquimera.net

Como respuesta a la osadía de Prometeo que roba el fuego a los dioses para dárselo a los humanos, y al considerar los dioses que ese fuego supondría una ventaja de los humanos sobre otros animales, Zeus decide dar al padre de Pandora la caja que contiene todos los bienes y todos los males. Da la opción a que los humanos sean capaces de merecerse el fuego siempre que, a su vez, sean capaces de confiar en los dioses y no abrir la famosa *Caja de Pandora*

Como vemos, los primeros intentos de entender el mundo dan lugar a mitos que nos hablan de dioses que dominan los fenómenos naturales: Poseidón era quien decidía qué pasaba en el mar, cuándo había tormentas y cuándo se agitaba la tierra, era quien creaba las islas... y todo ello sin saber muy bien por qué lo hacía. Los hombres se encomendaban a este dios antes de hacerse a la mar para que no se enfadase y ofrecían presentes de diversa índole implorando un viaje seguro. Es

decir, en esa etapa, los humanos vivían a merced de los caprichos de los dioses que, sin saber por qué, podían ser benévolos o terribles.

Sin embargo, esta tradición narrativa pronto empieza a convivir con otra que intenta explicar, no mediante la metáfora sino mediante la razón, qué producen y por qué suceden determinados fenómenos. Los primeros intentos están vinculados a desarrollar métodos mediante los cuales dar razón de hechos perceptibles o solucionar problemas de interés. Así Arquímedes, por ejemplo, desarrolló el razonamiento matemático para dar solución a problemas sobre cómo levantar pesos pesados mediante el cálculo de las dimensiones de una palanca capaz de llevar a cabo esta tarea. A diferencia de los constructores de las grandes pirámides de Egipto (que utilizaban herramientas aritméticas básicas para el cálculo trigonométrico, aplicado a la solución de los problemas concretos de rotular las tierras de cultivo o construir las famosas pirámides) los griegos iniciaron una tradición menos vinculada a resolver problemas cotidianos concretos. Por ejemplo, Eratóstenes descubrió cómo calcular la medida de la Tierra a partir del conocimiento trigonométrico y la utilización de conceptos abstractos como latitud y longitud. Curiosamente sus cálculos tienen sólo un 1% de error respecto a las mediciones actuales y, desde luego, sabía que la Tierra era redonda mucho antes de que se comprendiera que Colón no había dado la vuelta al Planeta Tierra.

Muchos de estos conocimientos se pierden en la famosa destrucción de la antigua biblioteca de Alejandría; otros son desterrados por no coincidir con los “escritos sagrados” que, tras la conversión del Imperio Romano al cristianismo, se convierten en la única fuente autorizada de conocimiento. Entramos en la Edad Media de nuestra civilización.

Para ser menos injustos hay que tener en cuenta que, en la Edad Media, existen dos mundos ‘científicos’ bien diferentes. Por un lado, el vinculado a la tradición cristiana en manos de la Iglesia de Roma; por otro lado, la tradición vinculada a la civilización árabe que, en nada desdeñable dimensión, se convierte en la depositaria de numerosos conocimientos de la Grecia antigua; en este cometido debemos señalar el relevante papel que juega al-Ándalus.

Para los estudiosos de la Iglesia Romana lo fundamental fue recopilar textos de los antiguos imperios Griego y Romano, teniendo como base para su aceptación e interpretación la Biblia. Sin embargo, el mismo ímpetu que lleva a la Iglesia Romana a defender su supremacía en el mundo del conocimiento, le lleva a defender su supremacía política, iniciando las Cruzadas; como resultado de los inevitables viajes que éstas suponen, y los inevitables vínculos entre cruzados con inquietudes intelectuales y sus equivalentes en la civilización musulmana del momento, muchos estudiosos encuentran y valoran los conocimientos de que se

disponía en el mundo árabe recuperando, así, conocimientos abandonados o ignorados en el entorno europeo de la época.

Los árabes buscaron y desarrollaron conocimientos fuertemente vinculados a la resolución de problemas importantes para el desarrollo de sus asentamientos. Para ello recopilaron obras importantes sobre Astronomía, Geografía, Medicina, Biología y Matemáticas entre otros. Mucho del conocimiento de los antiguos imperios Griego y Romano, ignorados en su momento por la Iglesia Romana, ha llegado hasta nosotros gracias a las recopilaciones y traducciones que los árabes habían realizado, ya que, tras la ocupación de Alejandría en el año 642 (d.c.), éstos continuaron y desarrollaron estudios de los científicos clásicos griegos en la escuela de Bagdad, a la que incorporaron estudiosos tanto del continente europeo como del Imperio Persa y la India.

Estos conocimientos son de especial importancia para los estudiosos del periodo renacentista en el que se inicia una tradición que, al margen de las escrituras aceptadas por la Iglesia Romana, empiezan a ocuparse de la observación sistemática de la realidad; y, al margen de las afirmaciones bíblicas y los razonamientos especulativos sobre ellas, empiezan a considerar los datos que se obtienen de la observación de la realidad como base del razonamiento. Por primera vez se empieza a hablar de teorías, hipótesis y observación como fuente del conocimiento.

La historia de Galileo Galilei es un ejemplo de la confrontación entre las dos tradiciones del momento: la oficial promovida por la Iglesia de Roma, basada en la escolástica y la incipiente tradición empírica basada en la observación sistemática y el razonamiento que puede contrastarse con el mundo real.

Galileo desarrolla los primeros instrumentos ópticos capaces de permitir la observación no distorsionada de objetos lejanos. Este desarrollo es de alto interés para la República de Venecia ya que permite ver movimientos de barcos mercantes y militares, pero no es ese el objetivo de Galileo, su objetivo es observar estrellas, la Luna y el Sol; a través de estas observaciones llega a la conclusión de que la propuesta de Copérnico es acertada: la Tierra está girando alrededor del Sol y no al contrario, como se defendía desde las conclusiones especulativas basadas en la Biblia. A su vez, los estudios matemáticos de Kepler le dan la pista sobre la traslación de los planetas alrededor del Sol. La difusión de sus ideas lleva a Galileo a un enfrentamiento con la Iglesia de Roma que se resuelve con la prohibición de dar a conocer sus hallazgos.

Dos son los factores que resultan peligrosos a la Iglesia: el primero que sus afirmaciones no emanan de lo que propugna la Biblia pero, más peligroso aún, resulta el método por el cual Galileo llega a esa conclusión. Galileo está defendiendo

la observación como fuente de conocimiento en contra de la especulación. En consecuencia, el Santo Oficio prohíbe, en 1633, la obra de Galileo a la vez que es condenado por hereje. A pesar de los esfuerzos de la Iglesia para ocultar la relevancia de la obra de Galileo en el sistema de conocimientos, sus escritos fueron difundidos en ámbitos no dependientes de la Iglesia Romana; en, el S. XVIII se autoriza la exclusión de su obra del *Index Librorum Prohibitorum*, a pesar de lo cual la Iglesia Romana aun discute si Galileo tenía o no suficiente autoridad científica como para desobedecer la autoridad de la Iglesia.

De toda esta historia interesa destacar en qué medida ha existido una autoridad ajena al desarrollo del conocimiento científico (tal como hoy lo concebimos) y qué repercusiones ha tenido para los científicos y la ciencia; y, también, en qué medida ha sido posible que, en círculos fuera de la influencia de la Iglesia de Roma, se recogiesen y desarrollasen los saberes que son la base del conocimiento científico tal como hoy lo concebimos.

Al margen de la zona de influencia más férrea, de la Iglesia Romana se desarrollaron sistemas de pensamiento cercanos a nuestra visión del conocimiento científico. Los casos de Roger Bacon, (fraile franciscano primer gran empirista que vivió en Inglaterra en el S.XIII y nunca fue cuestionado por sus ideas) y de Francis Bacon (Canciller de Inglaterra y contemporáneo de Galileo que propugnó un método de estudio científico basado en la observación y la deducción de consecuencias a partir de dichas observaciones) muestran que no siempre el estudio de los antiguos escritos del mundo clásico se fundamentaron en la especulación como único método de conocimiento.

En el análisis de los problemas vinculados a Educación y Desarrollo Sostenible damos importancia a la aportación del conocimiento científico ya que consideramos que, en nuestra cultura, es el sistema de conocimientos racionales que pueden explicar (más allá de argumentaciones adulteradas) y dar razón de los riesgos a que nos enfrentamos en el logro de un desarrollo sostenible. Además, consideramos que, en una sociedad que se predica como 'sociedad del conocimiento' debemos entender que es precisamente el conocimiento científico el que nos provee de las reflexiones necesarias para comprender el mundo que nos rodea. Por ello hemos insistido en la validez del modelo que nos provee la Teoría General de Sistemas y la importancia de la Teoría de la Evolución.

El conocimiento científico actual se caracteriza por ser un sistema que es puesto a contrastación a fin de validar su potencialidad para explicar el mundo e intervenir de acuerdo con lo que alcanzamos a conocer. Es decir, no es un sistema de conocimientos que se considere "verdadero"; es un sistema de conocimientos que se reconoce como el mejor posible, pero que ha de estar sometido a revisión.

Esta revisión se realiza mediante la contrastación intersubjetiva (que actúa como red de seguridad para evitar, en lo posible, los intereses y percepciones subjetivas) mediante la contrastación empírica; a la vez se enfrenta al criterio de objetividad (perseguida sin éxito por los integrantes de modelos positivistas del conocimiento).

En la contrastación científica, si bien se reconoce que ningún juicio sobre el conocimiento puede estar exento de visiones subjetivas, se considera que el someter a distintas subjetividades la elaboración de juicios, garantiza un nivel de confianza suficiente como para aceptar que los conocimientos así evaluados son válidos. Esta revisión se realiza mediante la contrastación, por diferentes científicos o grupos de investigación, de los supuestos teóricos, explicaciones y desarrollos tecnológicos que se originan en las teorías científicas que se estén considerando en cada caso.

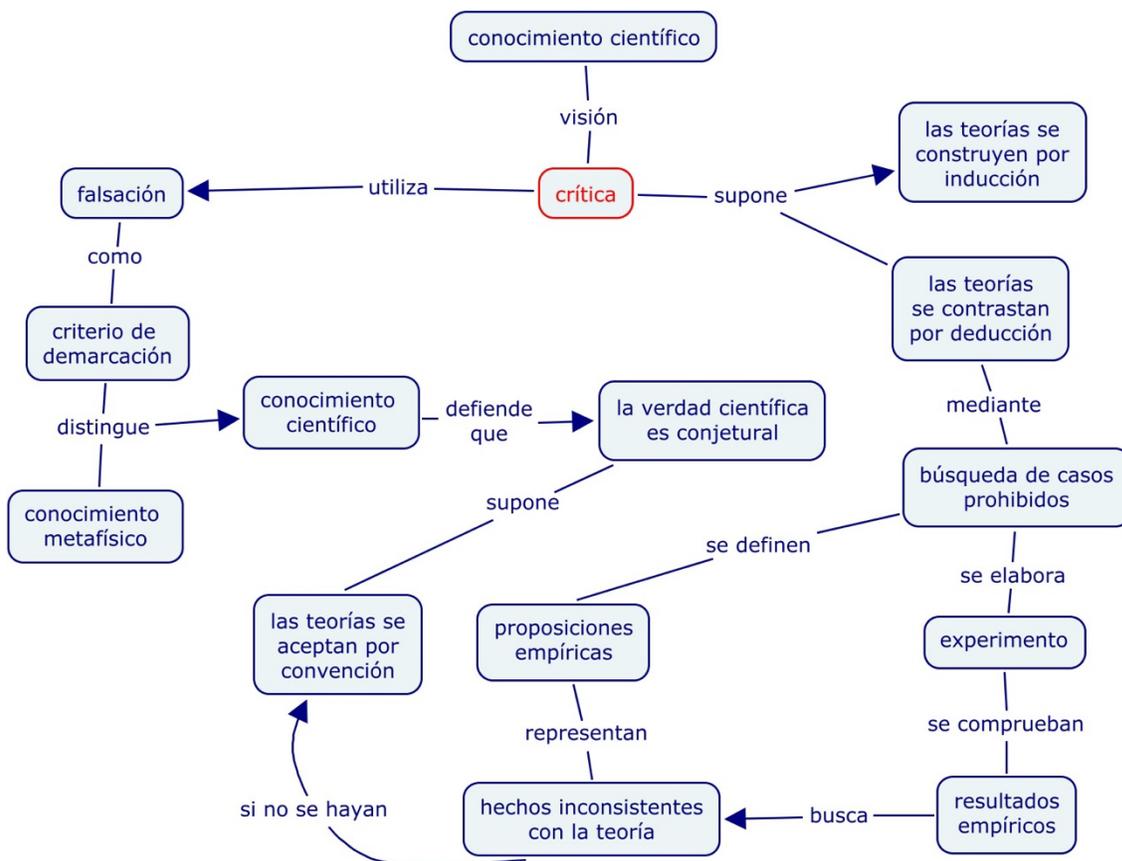


Fig. 11 Mapa conceptual: conocimiento científico

A su vez, la aceptación del criterio de validez científica (y la negación de la afirmación de que la ciencia es verdadera) nos remite a la idea de que el conocimiento científico no puede estar acabado: es un conocimiento que se desarrolla mediante diferentes procesos racionales en los que se indaga para conocer más o mejor lo que se investiga, aun sabiendo que el conocimiento final es sólo un horizonte. El conocimiento científico es, por su naturaleza, un conocimiento en desarrollo y, si bien no podemos predicar la “*verdad*” incontestable de las teorías que conforman el acervo científico, de lo que sí podemos estar seguros es de cuándo una teoría es falsa.

Como hemos visto, a lo largo de la historia de nuestra civilización el desarrollo de lo que consideramos conocimiento científico, al igual que sucede con otros procesos, ha sido irregular; ha habido grandes saltos y cambios de perspectiva, pero esto indica que estamos ante un conjunto de conocimientos dispuesto a ser revisado críticamente y no, como predica la pseudociencia, un conjunto de teorías de las que no podemos estar seguros (Barroso y Rodríguez, 2011).

El *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) realiza investigación científica gracias a la cual podemos admitir, con alto grado de certeza, que existe una correlación entre las prácticas que llevan a cabo las sociedades industrializadas (que tienen como fuente principal la utilización del carbono, en distintas formas, para obtener la energía necesaria en procesos industriales y para el desarrollo de actividades cotidianas en la vida diaria) y el cambio en la dinámica del clima. Si bien el clima ha cambiado a lo largo de la historia del Planeta Tierra, lo que ahora se constata empíricamente es que la dinámica de cambio climático ha acelerado su ritmo produciendo inestabilidad en los ecosistemas, impulsando una evolución forzada en las especies vivas; algunas podrán llegar a adaptarse a este nuevo ritmo evolutivo, otras no. Así, el cambio climático de origen antropogénico, incrementa la vulnerabilidad de ecosistemas de alto valor ambiental y social (decrementando la productividad y estabilidad de dichos ecosistemas).

El conocimiento científico ha permitido percibir, explicar y ser conscientes de los retos a que hemos de enfrentarnos como consecuencia del cambio climático antropogénico, cómo abordar la resolución de los mismos es una cuestión social y política.

SUMARIO

En este capítulo se han abordado tres ideas fundamentales: la evolución de la vida y las especies; la evolución de la especie humana y la evolución del conocimiento humano. Tres ámbitos que nos van a permitir comprender cómo

construimos la percepción que, en la actualidad, lleva a considerar los problemas de desarrollo humano sostenible.

Se ha incorporado una introducción al conocimiento científico y su valor como instrumento de explicación de la realidad ya que es, en este conocimiento, en el que podemos fundamentar la validez de los análisis que nos llevan a considerar la necesidad de un desarrollo humano responsable con la sostenibilidad.

Materiales complementarios

Arsuaga, J.L. (2003). *Los aborígenes: la alimentación en la evolución humana*. Barcelona: RBA.

Arsuaga, J.L. & Martínez, I. (1998). *La especie elegida: la larga marcha de la evolución humana*. Madrid: Temas de Hoy.

Barroso, C. & Rodríguez, J. A. (2011) *Manual de Teoría del Conocimiento Pedagógico*.

Berwick, R., Friederici, A., Chomsky, N. & Bolhuis, J. (2013) Evolution, brain, and the nature of language. *Trends in Cognitive Sciences*. 17-2 pp.89-98

Bruner, E. (2010) Morphological differences in the parietal lobes within the human genus: a neurofunctional perspective. *Current Anthropology*, 51-S1, pp. 77-88.

Bruner, E. (2012). La evolución cerebral de los homínidos. *Investigación y Ciencia*. 425 pp. 70-76.

Bruner, J (1987) *La importancia de la educación*. Barcelona: Paidós

Bruner, J. (1991). *Actos de significado. Más allá de la revolución cognitiva*. Madrid: Alianza.

Dennett, D. (1999) *La peligrosa idea de Darwin*. Barcelona, Galaxia Gutenberg

Dewey, J. (2007) *Cómo pensamos*. Barcelona: Paidós

Fortey, R. (1999) *La vida. Una biografía no autorizada*. Madrid: Taurus

Funtowicz, S.O. (2000). *La ciencia posnormal: ciencia con la gente*. Barcelona: Icaria.

Gould, S.J. (2018) *Un dinosaurio en un pajar*. Barcelona: Crítica

Harris, M. (1994) *Nuestra Especie*. Madrid: Alianza

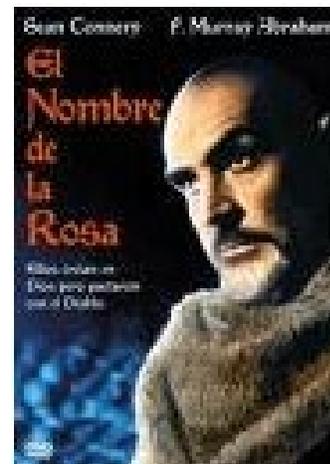
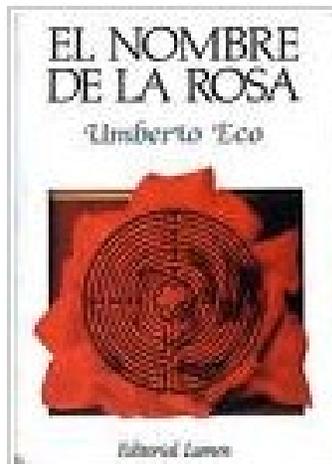
Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.ipcc.ch/reports/>

Jensen, E. (2008) *Cerebro y aprendizaje. Competencias e implicaciones educativas*. Madrid: Narcea

- Margulis y Olendzenski (eds) (1996) *Evolución ambiental* Madrid: Alianza
- Maturana, H. y Varela., F. (1990). *El árbol del conocimiento: las bases biológicas del conocimiento humano*. Madrid: Debate.
- Mora, F. (2001). *El reloj de la sabiduría. Tiempos y espacios en el cerebro humano*. Madrid: Alianza.
- Mora, F. (2002). *¿Cómo funciona el cerebro?* Madrid: Alianza.
- Ramachandran, V.S. y Blakeslee, S. (1998) *Fantasmas en el Cerebro: los misterios de la mente al descubierto*. Barcelona: Debate
- Sacks, O. (2008) *El hombre que confundió a su mujer con un sombrero*. Barcelona: Anagrama
- Sacks, O. (2010) *Los ojos de la mente*. Barcelona: Anagrama
- Sagan, C. (2005) *El mundo y sus demonios. La ciencia como una luz en la oscuridad*. Madrid: Planeta
- Watson, J.D. (2003) *ADN. El secreto de la vida*. Madrid: Taurus
- Ziman, J. (2003) *¿Qué es la ciencia?* Madrid: Cambridge University Press

Lectura de interés: *El nombre de la rosa* de H. Eco. (1988) Barcelona, Lumen

Es una novela de intriga que se desarrolla en un monasterio benedictino de la Edad Media. Podemos encontrar la controversia entre conocimiento especulativo y razonamiento deductivo.



Película basada en la obra de U. Eco

“Altamente recomendable”

Enlaces de interés:

Arsuaga, J.L. (2015) El umbral de la conciencia. Conferencia disponible en https://www.unirioja.es/apnoticias/servlet/Archivo?C_BINARIO=6776

Kornberg, R.(2019) Entrevista: “La gente se resiste a la idea, pero la vida es solo química” *EL PAÍS*

https://elpais.com/elpais/2019/07/08/ciencia/1562590067_810342.html

Yuste, R. (2018) Descifrar el cerebro nos permitirá aprender mejor.

<https://www.youtube.com/watch?v=ubLr5vbnqgo>

Ziman, J. (2003) Ciencia y Sociedad Civil. *Isegoría*, 28 pp. 5-17

Disponible en:

<http://isegoria.revistas.csic.es/index.php/isegoria/article/view/503/503>

Capítulo 4

INTRODUCCIÓN

En este capítulo abordamos lo que significa la “sociedad del conocimiento” y cómo se involucra la educación en la construcción y desarrollo de la misma. Vivimos en un entorno social en el que se acepta la idea de que la difusión masiva de informaciones es un hecho que impregna la vida y desarrollo de los humanos. En esta realidad se asienta la imagen de que estamos en un momento de desarrollo de la humanidad en la que el conocimiento es un bien al alcance de todos. Evidentemente esta conjetura es falsa ya que gran parte de los humanos no tiene acceso a este supuesto bien común. Por otra parte, también es una conjetura el afirmar que el acceso a la información va a producir necesariamente un progreso en el conocimiento.

Como hemos visto en los capítulos precedentes, el conocimiento exige más que el simple acceso y uso de la información, exige capacidades que permitan la evaluación de la validez de esas informaciones a la vez que exige capacidades para otorgar significado a las mismas y convertirlas en conocimiento válido.

El conocimiento válido requiere de un aprendizaje previo sobre cómo elaborar y contrastar el mismo, y dicho aprendizaje ha de estar presente en los procesos educativos. En este sentido, la educación debe comprometerse con los desarrollos de capacidades necesarias para comprender el conocimiento de que disponemos haciendo posible una participación social amplia para evaluar beneficios y riesgos de las potencialidades de que actualmente nos provee el conocimiento científico

para enfrentarnos al análisis y solución de los problemas involucrados en el desarrollo sostenible.

Conceptos clave: Ciencia, tecnología y sociedad; conocimiento; información; educación formal.

SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO Y EDUCACIÓN

Queremos empezar por exponer cual es la razón de este tema dentro de la asignatura de Educación y Desarrollo Sostenible.

Desde la perspectiva en que trabajamos en esta Asignatura, consideramos necesario comprender la realidad de nuestro entorno sociocultural que, en gran medida, es deudor del desarrollo del conocimiento científico y su aplicación, en forma de tecnologías. En nuestra vida cotidiana los conocimientos científicos y sus productos están tan presentes, que habitualmente no somos conscientes de su realidad, por ello somos inconscientes de los riesgos y beneficios que esto conlleva.

Nos hemos habituado a encontrar noticias sobre informes científicos (como el caso de los informes del IPCC), junto a informaciones sobre pseudociencia (como las noticias sobre homeopatía y sus beneficios) siendo incapaces, en ocasiones, de juzgar el valor que las primeras tienen, y los riesgos que las segundas acarrearán.

En el caso del Desarrollo Sostenible y la Educación, esto es especialmente peligroso ya que, salvo que adquiramos el conocimiento científico en que se basan los análisis sobre problemas vinculados al desarrollo sostenible, careceremos de los conocimientos básicos que permiten elaborar argumentos racionales para dirimir cuestiones tan poco perceptibles (desde nuestro conocimiento cotidiano) como si existe o no el cambio climático y si (de existir) a qué nos arriesgamos como miembros de la humanidad que somos.

Está claro que el conocimiento científico es un instrumento muy poderoso para establecer hipótesis, basadas en teorías fuertemente contrastadas en la comunidad científica, y es el instrumento que también nos puede ayudar a comprender los beneficios y riesgos que conlleva la utilización generalizada de productos científicos, en forma de tecnologías de intervención en el contexto natural.

Utilizamos productos fitosanitarios, gracias a los cuales se ha incrementado la producción mundial de alimentos; desarrollamos producción agrícola basada en la manipulación genética, gracias a lo cual tenemos especies de interés económico resistentes a determinadas plagas; hemos desarrollado la producción de energía

basada en la combustión de elementos fósiles como el carbón o el petróleo, etc. Otras tecnologías han hecho posible la modificación del entorno natural en una escala que, en anteriores situaciones de desarrollo humano, eran impensables: la construcción de grandes presas en los ríos; la construcción de redes de comunicación terrestre, marítima y aérea; o la transformación de espacios yermos o bosques en espacios de producción agrícola. Todo ello ha facilitado el acceso a nuevas fuentes de recursos pero, a la vez, han inducido cambios ambientales cuyo calado estamos advirtiendo en la actualidad. Y es el conocimiento científico el que nos ha permitido comprender que, junto a las ventajas que la utilización de las diferentes tecnologías supone, se producen efectos directos o colaterales que ponen en riesgo la dinámica que ha hecho posible la existencia de nichos ecológicos de gran valor para la existencia de la vida en nuestro Planeta. Todas estas tecnologías han hecho posibles beneficios, pero el conocimiento científico ha mostrado que no siempre son inocuas para el medio ambiente.

Debemos reconocer el valor que el desarrollo del conocimiento científico y tecnológico ha supuesto para la vida humana. Gracias a este conocimiento se han desarrollado sustancias farmacéuticas como las vacunas que, en muchas partes del mundo, han conseguido acabar con enfermedades que evitan sufrimientos humanos innecesarios. La disponibilidad de conocimientos tecnológicos ha permitido la construcción de artefactos que favorecen nuestra adaptación a las condiciones ecológicas en que vivimos; la construcción de sistemas de regadío y el desarrollo de pesticidas e insecticidas ha impulsado la evolución de la agricultura incrementado la disponibilidad de alimentos; el desarrollo de grandes sistemas de transporte proporciona el acceso a productos que incrementan el bienestar a lo largo de nuestra vida (al menos en las sociedades más desarrolladas). Todo ello ha hecho posible, entre otras cosas, que la especie humana haya colonizado múltiples ecosistemas en los que encontrar los recursos necesarios para una mejora de las condiciones de vida de una parte de la humanidad; pero hemos de insistir en que el conocimiento científico nos informa del coste ecológico y, en consecuencia, humano, que todo ello ha conllevado: pobreza, hambre, enfermedad y muchas de las guerras a que hoy nos enfrentamos.

Por todo ello, tenemos que abordar cómo se relaciona la educación con este fenómeno global del conocimiento científico y su utilización en forma de tecnologías.

Hay que aceptar que nuestras sociedades se encuentran, tal como señaló el Profesor Esteve, ante la *“Tercera Revolución Educativa”*, que persigue hacer del progreso en los sistemas educativos, el motor del progreso y desarrollo humano en una sociedad global del conocimiento. Tal como afirma Esteve (2003, p. 278) *“Los cambios detectados en todos los sistemas educativos europeos desde 1970, y que nos permiten hablar de una Tercera Revolución Educativa, no han intentado más*

que responder a los nuevos desafíos planteados, intentando adaptar a nuestros sistemas educativos para una sociedad del conocimiento cuya dinámica de cambio social aún no ha hecho más que comenzar”.

En este intento de dar respuesta a los desafíos de la sociedad del conocimiento, se ha traducido el concepto de “educación permanente” al concepto “aprendizaje a lo largo de la vida” pero no se ha considerado que dicha traducción es más que un mero cambio de denominación. Ha habido un cambio de perspectiva (sentido y significado) que, en ocasiones, abandona análisis críticos y propuestas sobre “objetivos de la educación”, para adoptar la perspectiva que considera el aprendizaje de competencias, cognitivas y no-cognitivas, en relación con lo que se ha dado en llamar la *economía del conocimiento*. Este carácter economicista del conocimiento no sólo ahonda las brechas que segregan a determinadas poblaciones humanas (aquellas que pueden acceder a las ventajas económicas que suministran los conocimientos y las que quedan excluidas de esas ventajas), también aporta los tan afamados indicadores de ‘calidad’ que, bajo el espejismo de una evaluación objetiva, hacen olvidar que el desarrollo humano no es medible en términos cuantitativos de rendimiento en dominios curriculares ni competencias (cognitivas o no-cognitivas).

Desde el enfoque en que se desarrolla esta Asignatura, el acceso al conocimiento científico se justifica en la medida en que consideramos necesario dicho acceso para estar en situación de comprender el mundo en que nos desarrollamos; comprender las ventajas y riesgos que supone el desarrollo e implementación de dicho conocimiento y estar en situación de juzgar lo apropiado o inapropiado del mismo en el logro de un desarrollo sostenible.

Breve introducción al Programa de Ciencia, Tecnología y Sociedad.

Durante el S.XX y como consecuencia de los desastres causados por la utilización del conocimiento científico durante las dos Guerras Mundiales y las guerras que siguieron a éstas, aparecieron movimientos ‘*pacifistas y/o naturalistas*’ que responsabilizaban a los científicos de los desastres humanos y ambientales provocados por estas guerras. Sus propuestas se fundaban en considerar que el desarrollo científico sólo estaba impulsando sufrimientos humanos innecesarios, por lo que se predicaba una vuelta a formas de vida ‘naturales’, haciéndose eco de lo que Rousseau llamó “*el buen salvaje*”. De alguna forma estas críticas, si bien tenían razón de ser, carecían de la perspectiva necesaria para hacer una evaluación realista de lo que la ciencia supone. Ante las críticas recibidas, algunos científicos reaccionaron defendiendo la idea de que lo que hace la ciencia es una cosa y otra muy distinta el uso que se hace del conocimiento científico, eximiéndose de las

responsabilidades de la utilización del conocimiento científico.

Frente a estas dos posturas surge el Programa de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) que, si bien defiende el valor del conocimiento científico, también defiende la responsabilidad ética que tienen tanto los científicos como la sociedad en que se desarrolla la ciencia. Por ello CTS defiende la necesidad de lo que hoy se denomina la *“gobernanza social de la ciencia y la tecnología”*.

El concepto de gobernanza social de la ciencia y la tecnología propone la necesidad de que exista una interacción entre lo deseable por la sociedad y lo que se desarrolla en los campos científico-tecnológico; ello evitaría, por un lado, que los científicos investigaran y desarrollaran lo que sería sólo de su propio interés, a la vez que permitiría la construcción de responsabilidad compartida entre la ciencia y la sociedad a la hora de establecer qué se investiga y para qué.

Ahora bien, la posibilidad de establecer un espacio de encuentro entre sociedad y ciencia exige que los ciudadanos estén preparados para comprender de qué se ocupa la ciencia y para ello es indispensable una adecuada formación científica que evite el error inducido por una valoración social de la misma fundada sólo en visiones románticas o irracionales. Y es aquí donde la educación adquiere una nueva función social: preparar a los ciudadanos para saber qué es la ciencia y para saber desarrollar juicios válidos sobre su quehacer y sus aplicaciones.

En este sentido, el programa CTS va a defender una revisión profunda sobre qué se enseña y qué se aprende sobre el conocimiento científico en educación formal básica. Desde este Programa, no se defiende que todos debamos ser científicos, sino que todos estemos en situación de comprender qué es la ciencia y los beneficios y riesgos que conlleva el desarrollo científico y sus aplicaciones.

Ziman (1985) expone lo que sería deseable en educación científica mediante una metáfora sugestiva. Imaginemos que nos movemos por una ciudad desconocida, necesitaremos un mapa de la misma para saber dónde estamos y saber cómo transitar por la ciudad; pero el mapa que necesitamos no es exhaustivo, en él no aparecerán los canales de saneamiento, de distribución de energía eléctrica, o de telefonía (todo lo contrario, si aparecieran, el mapa tendría tal cantidad de información que sería inútil para desplazarnos por esa ciudad, nos confundiría con información innecesaria para nuestro objetivo). Necesitaremos información precisa sobre redes de transporte, sobre servicios o sobre lugares de interés. Es más, la representación icónica de esa información (el mapa), simplificada y organizada mediante colores, nos provee de un instrumento útil para saber movernos con soltura en la ciudad.

De la misma forma, el mapa del conocimiento científico puesto a disposición de la sociedad no precisa ser exhaustivo, no necesitamos ser especialistas en todas

las teorías de todas las dimensiones de la ciencia, necesitamos el mapa adecuado para conocer aquello que nos permita hacer análisis racionales sobre la ciencia. La educación formal, en consecuencia, debería abandonar la enseñanza **de** la ciencia (en su tradicional presentación de unas teorías tras otras, que se perciben por los estudiantes como algo externo a su propia experiencia) por la enseñanza que haga posible un aprendizaje **sobre** la ciencia (qué tipo de conocimiento es el conocimiento científico, cuáles son sus instrumentos de análisis y contrastación, cómo se desarrolla detectando errores y superando los mismos, qué aplicaciones se pueden desarrollar). Todo ello permitiría, a su vez, eliminar de forma contundente la ignorancia que induce a muchos ciudadanos a considerar tan válidas las propuestas anticientíficas o pseudocientíficas, como las teorías científicas.

Esta propuesta está aún sobre la mesa. En la actualidad la enseñanza y los aprendizajes que se realizan sobre disciplinas científicas (como la Biología, Física, Química, etc.) están, en numerosas ocasiones, desfasados respecto a lo que es la ciencia en la actualidad y de lo que, gracias a esa ciencia, sabemos sobre el mundo en que vivimos¹¹. Se continúan enseñando teorías parcelando el conocimiento en disciplinas que, tal como son aprendidas, parecen no relacionarse con la resolución de problemas en los que, en realidad, se involucran más de una disciplina; se sigue enseñando y aprendiendo Matemáticas, Física o Filosofía como si fueran ámbitos inconexos, a pesar de que, para los propios científicos, las barreras disciplinares ya no tienen el sentido que en otros momentos históricos del desarrollo de las ciencias pudieran tener. Si hablamos de responsabilidad social de los conocimientos que desarrollan los científicos, estamos hablando de ética y ciencia; y si hablamos de gobernanza social de la ciencia, estamos hablando de la relación entre los problemas que la sociedad percibe como relevantes, y el desarrollo de juicios sobre los conocimientos racionales necesarios para resolverlos. Sin una educación de calidad sobre la ciencia actual y sus posibilidades de desarrollo, no es posible defender esa gobernanza social de la ciencia que haga posible un desarrollo científico orientado por el objetivo de alcanzar el desarrollo sostenible.

En el estado actual de la ciencia es posible desarrollar soluciones a problemas asociados al desarrollo sostenible como son enfermedades, producción alimentaria, o desarrollo de fuentes de energía que no incrementen los gases de efecto invernadero; pero para ello es necesario que los individuos de las sociedades en que se produce la ciencia estén en situación de participar en la toma de decisiones sobre qué se investiga y para qué, y eso exige una evolución de los sistemas de

¹¹ Un ejemplo de ello es el aprendizaje de lo que se denomina “*el ciclo del agua*”; a pesar de saber que los organismos vivos son (en gran porcentaje) agua, cuando se enseña qué es el ciclo del agua se omite el rol que ésta tiene en la vida orgánica y el rol que la vida orgánica desempeña en dicho ciclo.

educación formal que promuevan el conocimiento sobre la ciencia y, sobre todo, el valor del conocimiento más allá de las justificaciones asentadas en la 'economía del conocimiento'.

Sociedades de la información y sociedades del conocimiento

Un segundo aspecto a considerar es el equívoco de considerar que el acceso a la información es necesariamente acceso al conocimiento. Más grave aún es el aceptar y difundir afirmaciones como: *gracias al acceso al entorno digital, podemos acceder al conocimiento*. Tal como hemos visto con anterioridad, el conocimiento surge de la capacidad para utilizar racionalmente la información a que se puede acceder, por lo que consideramos que no es equivalente una sociedad de la información que una sociedad del conocimiento; por la misma razón no van a ser equivalentes sistemas de educación basados en el acceso a la información, que sistemas basados en el acceso al conocimiento.

Es cierto que, en la actualidad, el acceso masivo a los instrumentos informáticos ha generalizado el acceso a la información en las sociedades más desarrolladas, por ello hay quien afirma que vivimos en la sociedad del conocimiento; sin embargo, estamos aún muy lejos de este objetivo. Como hemos indicado, la pseudociencia (en sus diferentes manifestaciones) y los falsos razonamientos sobre cuestiones como el cambio climático, siguen estando presente en nuestras sociedades desarrolladas; estos ejemplos ponen de manifiesto que, cuando se habla de sociedad del conocimiento, se desestima el peso de la ignorancia en las sociedades de la información. A la vez encubre el hecho de que, gracias a las tecnologías de la información, la difusión de informaciones falsas es hoy mayor que en cualquier momento de la historia de nuestra civilización; mientras que la formación básica necesaria para enfrentarse a este riesgo sigue estancada en aprendizajes obsoletos.

El entorno digital es un instrumento muy potente para acceder a la información, pero ello no incrementa, por sí mismo, la construcción de conocimiento. Menos aún incrementa el desarrollo humano si consideramos que gran parte de la población no tiene acceso a este instrumento y que, muchos de los que sí acceden a las ventajas que supone el entorno digital, carecen de competencias y estrategias básicas para transformar la información en conocimiento, constituyéndose en meros consumidores de artefactos informáticos y usuarios pasivos del entorno digital.

Mucho se ha escrito sobre la *brecha digital* basada en consideraciones demográficas (la que existe entre los individuos que han incorporado, desde sus etapas iniciales de desarrollo, las ventajas del entorno digital -nativos digitales-, y los individuos que se han incorporado al entorno digital en etapas posteriores de su

vida –inmigrantes digitales-) y sobre la brecha digital originada por factores socioeconómicos (los que tienen o no capacidad económica para acceder a los componentes informáticos necesarios). Sin embargo, poco se ha analizado la otra brecha digital: aquella que divide a los usuarios de este entorno entre los que saben qué hacen en él y los que únicamente *están* en él (van Deursen & van Dijk, 2009).

Hemos indicado anteriormente que el conocimiento humano es una propiedad emergente que supera la cantidad y característica de las informaciones que procesa cada individuo. Para construir conocimiento el individuo ha de poseer competencias para dotar de interpretación a las informaciones a que accede, evaluarlas, y convertirlas en información significativa. En términos individuales, esto va a constituir lo que hemos denominado su dominio de conocimientos.

En una sociedad del conocimiento, se supone que el acceso y trasmisión de la información debe amplificar y desarrollar las capacidades de construcción y desarrollo del conocimiento y no sólo la asimilación pasiva de informaciones. Esto exige un dominio previo de capacidades cognitivas e intelectuales que faculten para llevar a cabo la construcción y asignación de significado a las informaciones a que se accede, haciendo posible que la información sea el medio para que los individuos puedan llevar a cabo su aportación a la sociedad del conocimiento.

De acuerdo con lo expuesto en el capítulo tres, la construcción de significados exige una experiencia educativa que exige más que la capacidad de observar el mundo y acumular informaciones. La construcción de significados pertinentes (posibles, probables o seguros) requiere que el individuo posea las competencias y posibilidades reales para ser intelectualmente activo y sea capaz de reconocer el contexto en el que contrastar la validez de la asignación del significado que atribuye a la información, de entre todos los significados potencialmente atribuibles. Esto hace posible que valoremos si esa información puede ser incierta, imprecisa, incompleta, falsa, etc. y esta estimación permite la atribución de validez a una información, porque la información, por sí misma, no es más que una representación simbólica de la realidad. Tal como afirma Dewey:

“Los símbolos son existencias físicas y sensoriales particulares, lo mismo que cualquier otra cosa. Sólo son símbolos en virtud de lo que sugieren y representan, es decir, de los significados [...] Representan estos significados para cualquier individuo siempre que haya tenido ‘experiencia’ de alguna situación en la cual estos significados fueran realmente pertinentes. Las palabras pueden destacar y preservar un significado tan sólo cuando el significado se ha visto previamente implicado en nuestro trato directo con las cosas” (Dewey, 2007, p. 237)

Sin la capacidad de atribuir significado y atribuir el grado de validez a las

informaciones, éstas carecerán de valor para la construcción del conocimiento.

A pesar de estas limitaciones, durante los últimos años del siglo pasado las perspectivas sobre la generalización del uso de las TIC preveían que estos nuevos canales de información impulsarían el desarrollo de más y mejores oportunidades de desarrollo social y personal, asumiendo que la sociedad de la información necesariamente daría lugar a una sociedad informada en la que cada individuo poseería y desarrollaría las capacidades necesarias para ser un miembro activo en la sociedad del conocimiento (Gates, Myhrvold y Rinearson, 1996).

La realidad muestra que, si bien se ha generalizado el uso de los recursos informáticos, queda por justificar que la sociedad de la información haya dado lugar a oportunidades reales de desarrollo social e individual; de desarrollo de una sociedad en la que el conocimiento compartido, mediante el uso del entorno digital, haya incrementado las posibilidades y oportunidades de construcción de conocimiento válido y de desarrollo individual, social y humano. Dicho de otro modo, la existencia de la sociedad de la información no justifica ni garantiza la existencia de la sociedad del conocimiento.

En la actualidad, la información se reconoce como un bien primario. Todo el mundo lo necesita para funcionar en sociedad. Sin embargo, las personas también necesitan un capital cultural y social para usar la información de modo adecuado, esto es: competencias intelectuales para comprender el entorno digital (sus potencialidades y limitaciones), capacidades para dar significado a la información y autonomía para reconocerse como individuos activos en la construcción de la sociedad del conocimiento. En consecuencia, el potencial del entorno digital de la sociedad de la información en los procesos de construcción de la sociedad del conocimiento, es relativo a las competencias previas de conocimiento que posean los individuos. Las posibilidades que amplifica el entorno digital y los recursos cognoscitivos que este entorno supone, son cualitativamente diferentes entre individuos con dominio de conocimientos previo, y los individuos que se sitúan ante este entorno esperando un suministro de información ante el que carecen de recursos para contrastar la validez y dar significado a la información que obtienen.

En resumen, la sociedad del conocimiento va a requerir de individuos con habilidades para seleccionar y procesar información, para ser capaces de utilizarla en la resolución de problemas; para comprender el mundo en que vivimos y para actuar como un miembro activo en el desarrollo y construcción social del conocimiento válido.

El conocimiento compartido ha hecho evolucionar a la especie humana; hoy, más que nunca, es necesario recuperar el valor de ese conocimiento compartido como motor de progreso. Recuperar el valor de los procesos, sociales e

individuales, que hagan posible el logro de objetivos vinculados al desarrollo humano, más allá del desarrollo de una sociedad de la información fuertemente mediatizada por intereses económicos. Ello no será posible sin detectar y superar cuáles son las brechas que en la actualidad dividen a la sociedad en individuos capacitados para ser activos en la construcción de la sociedad del conocimiento e individuos pasivos, meros usuarios y consumidores, de los artefactos que conforman el entorno digital.

Educación formal en la sociedad de la información y el conocimiento

Como hemos visto, hablar de una sociedad del conocimiento en la actualidad implica que los individuos y las sociedades estén en situación de adquirir y desarrollar *conocimiento válido*, entendiendo por conocimiento válido aquel capaz de apoyar procesos que permitan evitar y/o resolver problemas de interés para la humanidad. En la construcción de esa sociedad del conocimiento, la educación es un instrumento muy potente para alcanzar este objetivo. Por ello debemos repensar qué ha de promover la educación en este contexto.

En la dinámica de generalizar el acceso a las fuentes de información mediante el contexto digital, las industrias han sido responsables de la difusión masiva de determinados artefactos al abaratar costes y generar expectativas sociales que hacen de la conectividad un elemento casi indispensable en nuestras sociedades desarrolladas. Pero a esas mismas industrias poco o nada importa el para qué se conectan los individuos. No importa si las informaciones que se ponen en circulación son falsas, ofensivas o simplemente inútiles. Para la industria lo importante es el insumo económico que ello supone. Más aún, para la industria tecnológica el impulsar la utilización de esa tecnología en los contextos de educación formal ha supuesto la apertura de un nicho de negocio francamente atrayente.

Ante esto, debemos plantear la responsabilidad de los sistemas educativos que, si bien se han sumado a la dinámica del consumo de estos medios de información, han sido incapaces de estimular las competencias necesarias para construir conocimiento. Las prácticas didácticas, fuertemente deudoras del logro de objetivos de aprendizaje de contenidos, no han sabido fundamentar el aprendizaje sobre el valor del conocimiento y el valor del desarrollo de competencias de análisis racional y contrastación de informaciones para el desarrollo de conocimientos válidos.

En la actualidad, impulsar procesos educativos fundamentados en el acceso a la información mediante la generalización del uso del entorno digital, debe vincularse al aprendizaje y desarrollo de competencias intelectuales relacionadas con el desarrollo de pensamiento y competencias racionales, que hagan posible la

contrastación de las informaciones, la comprensión de los métodos y procesos utilizados para obtener la información y las facultades necesarias para asignar significados válidos a las mismas. Olvidar estas competencias puede incrementar el riesgo de convertir al entorno digital en el instrumento que aumente la brecha entre los individuos preparados para utilizarlo en la construcción del conocimiento, y los individuos que se convierten en usuarios pasivos y con pensamiento secuestrado por el mismo.

Recientes investigaciones y análisis han venido a mostrar la importancia de disponer de un conocimiento básico previo que haga posible la contrastación de las informaciones a las que se accede, la capacidad de asignación de significados, la capacidad para relacionar las informaciones y la capacidad para valorar el grado de validez o relevancia de las mismas, en la construcción de conocimiento y resolución de problemas. Es en este cometido en el que se inicia la aparición de una nueva brecha entre los ciudadanos que han podido acceder a la adquisición y desarrollo de las competencias necesarias para la contrastación y asignación de significados y aquellos que, desde una pasividad inducida por sus desconocimientos previos, operan en el entorno digital como usuarios pasivos.

Ante el riesgo de ahondar en la nueva brecha social entre los individuos que poseen las competencias necesarias para aprovechar las facilidades del entorno digital y los usuarios pasivos del mismo, la educación ha de reaccionar para actuar con objetivos que superen los meros intereses de la industria, básicamente interesada en incrementar el número de usuarios. Por ello, la educación formal deberá potenciar la adquisición de habilidades formales y estratégicas necesarias en el entorno digital; pero, sobre todo, las competencias asociadas a la adquisición y desarrollo del dominio de conocimientos, que facilite que los individuos estén en disposición de ser capaces de conocer y comprender el entorno digital y desarrollar la comprensión de los procesos que hacen posible la construcción de conocimiento válido; la construcción activa de conocimiento; así como el valor del conocimiento válido compartido. Este último aspecto nos lleva a contemplar dos problemas: qué valor se otorga al conocimiento y qué retos supone el construir conocimiento válido.

En primer lugar, vamos a insistir en que muchas de las competencias asociadas a la utilización consciente y racional del entorno digital, son deudoras de competencias básicas que poco o nada deben al entorno digital. La comprensión lectora, el razonamiento lógico y el dominio de un conocimiento básico de las teorías científicas actuales, son indispensables para poder contrastar las informaciones a que se accede. Esto lleva a exigir una revisión profunda de los criterios con que se diseñan y ponen en práctica actividades de aprendizaje basados en el uso de herramientas y entornos digitales en los currículos escolares, o las discusiones sobre la necesidad de ampliar el espectro curricular de educación formal para

introducir nuevos contenidos (como *'tecnología'*, *'redes sociales'*, *'diseño de páginas web'*. etc.); también exige revisar la incorporación de artefactos tecnológicos (*tablets*, ordenadores portátiles) para adquirir habilidades (pintar, escribir, leer) que pueden alcanzarse por medios tradicionales.

En Educación Primaria implica mejorar el aprendizaje de competencias básicas funcionales (lectura comprensiva, escritura, comunicación verbal). fundamentales para desarrollar adecuadamente procesos de comunicación, y que deben ser especialmente atendidas en esta etapa puesto que la adquisición de habilidades y competencias básicas será el fundamento de aprendizajes significativos posteriores y estas competencias básicas no se vinculan a la utilización de herramientas informáticas.

En la etapa de Educación Secundaria implica incorporar y mejorar el conocimiento básico sobre cuáles son los requerimientos de desarrollo de razonamiento, incorporar procesos de búsqueda de información pertinente usando diversas fuentes (incorporando el uso tradicional de bibliografía), y conocer cuáles son las características de los procesos de búsqueda y acceso a la información en los entornos digitales.

En muchas de las prácticas educativas que se realizan en el ámbito de la educación secundaria, se atiende más a la adquisición de habilidades operativas y formales en el uso de herramientas informáticas, mientras se desestima el valor de las competencias básicas asociadas al desarrollo y contrastación del conocimiento. Se enfatizan tareas de uso de hardware y software, y se desatiende la comprensión crítica de por qué y para qué el uso de estas tecnologías. Un ejemplo claro de los efectos que ello conlleva es el uso de tecnología informática en situaciones educativas en las que sería más eficaz y eficiente, desde un enfoque educativo, su no utilización. La toma de apuntes de forma mecánica mediante el uso de ordenadores portátiles o *tablets* (que impiden el proceso de abstracción de las ideas que se exponen) o el uso de presentaciones digitales (que sólo son un soporte visual de lo que se lee literalmente) muestran que, aun entre los *nativos digitales*, las TIC no sólo no han supuesto una mejora en los procesos de aprendizaje sino que empobrecen el desarrollo de habilidades y competencias básicas necesarias para hacer un uso adecuado del entorno de las TIC en el desarrollo del conocimiento. Sin embargo, la incorporación de las herramientas informáticas en la etapa de educación secundaria, desde una perspectiva educativa y no meramente funcional, tiene grandes potencialidades si proponemos la comprensión de los procesos de tratamiento de la información en el entorno digital.

Los procesos de acceso a la información en el entorno digital están previamente 'programados'. Operan con una ontología lógica que determinará

cuáles son los significados posibles que en ellos se implementan. Por ello, el tratamiento de la información en el entorno digital no se corresponde con el uso que realizan los humanos de la información porque los humanos desarrollan procesos de asignación de significados y son capaces de utilizar la información en la construcción de conocimiento. Conocer qué suponen las ontologías lógicas que se utilizan en los motores de búsqueda de información, es relevante si se desea que los estudiantes comprendan los procesos mediante los que acceden a la información en el entorno digital y el significado atribuido a la misma. En este cometido, parece que la brecha entre los inmigrantes digitales y los nativos digitales es inexistente tal como muestran las investigaciones de van Deursen y van Dijk (2009)

En la búsqueda de información, los usuarios ingresan etiquetas lingüísticas de acuerdo con sus expectativas cognitivas, de acuerdo con lo que, en su dominio de conocimientos, sea significativo; no obstante, el motor de búsqueda automática puede contener una ontología no coincidente con el dominio de conocimientos del usuario. Un ejemplo clásico son los enlaces de tipo “*preguntas frecuentes*” o “*enlaces de interés*”: en numerosos casos este tipo de enlaces carecen de interés para los usuarios cuyas dudas transgreden el valor estadístico de las dudas o requerimientos de la media.

Cuando los humanos indagamos, estamos en situación de buscar información significativa; es una búsqueda orientada por objetivos de conocimiento que responden a la necesidad de resolver una duda. “*La exigencia de solución de un estado de perplejidad es el factor orientador y estabilizador de todo el proceso de reflexión. Allí donde no se trata de resolver un problema o superar una dificultad, las sugerencias se suceden al azar*” (Dewey, 2007, p. 29). En este sentido afirmamos que la indagación de los humanos constituye una actividad de pensamiento racional.

El proceso de indagación de los humanos trasciende al mero tratamiento de la información concreta y puntual. En la indagación se desarrolla el proceso de búsqueda de información, se atribuye un valor a esa información (respecto del problema que ha provocado la búsqueda) y se juzga su adecuación para solucionar el problema. Al incorporar el contexto como fuente de significado, la experiencia es parte sustancial de la búsqueda de información y de utilización de la misma. El significado atribuido a la información, el juicio de lo relevante o irrelevante que ésta pueda ser en el contexto del problema que sugiere la indagación, es lo que lleva a utilizar dicha información, en la mayoría de los casos, eficientemente. Y esto constituye un proceso en el que el acceso a la información está al servicio de la construcción de conocimiento. En los procesos informatizados de búsqueda de información, los individuos no desarrollan el proceso de búsqueda: éste viene previamente determinado por la ontología lógica implementada en el motor de

búsqueda que induce el valor y la validez de las informaciones a que se accede.

Para van Dijk y Hacker (2003), la resolución del problema de la llamada ‘brecha digital’ supone más que la superación de las desigualdades vinculadas a la capacidad adquisitiva, la posibilidad de conexión, la edad, la ocupación, el nivel educativo o el sexo (que han sido las variables tradicionalmente consideradas en los estudios empíricos). Los estudios que han considerado estas variables están relacionados con el uso del hardware y software, lo cual puede resolverse a medida que los usuarios desarrollen habilidades operativas; no obstante, no se ha abordado sistemáticamente el análisis de las diferencias relacionadas con el ‘para qué’ se usan estas habilidades, ni qué habilidades se necesitan para buscar, seleccionar y utilizar la información que se puede obtener utilizando las múltiples plataformas de información. Desde nuestro punto de vista, todo ello está relacionado con el dominio de conocimientos y competencias previas que, en gran medida, no son exclusivamente deudoras del entorno digital.

Si bien las habilidades operativas y formales son necesarias en el entorno digital, no son suficientes. Los resultados de los estudios de van Dijk y van Deursen (2010) señalan que el nivel y la experiencia educativa juegan un importante papel en la capacidad para utilizar los recursos de dicho entorno. Las habilidades operacionales y formales, utilizadas en el entorno digital, pueden adquirirse básicamente mediante la práctica; sin embargo, las habilidades de tipo estratégico serán deudoras de competencias más vinculadas al dominio de conocimientos.

“Cuando las generaciones mayores han aprendido habilidades digitales operacionales y formales pueden actuar tan bien o incluso mejor que las generaciones jóvenes en entornos, dado el conocimiento y saber que han desarrollado a lo largo de su vida” (van Dijk y van Deursen, 2010, p. 15)

En muchas de las prácticas educativas que se realizan en el ámbito de la educación formal, se atiende más a la adquisición de habilidades operativas y formales, mientras se desestima el valor de las competencias básicas asociadas al desarrollo y contrastación del conocimiento. Se enfatizan tareas de uso de hardware y software, y se desatiende la comprensión crítica de por qué y para qué el uso de estas tecnologías. Un ejemplo claro de los efectos que ello conlleva es el uso de tecnología informática en situaciones educativas en las que sería más eficaz y eficiente su no utilización: la toma de apuntes de forma mecánica mediante el uso de ordenadores portátiles o *tablets* (que impiden el proceso de abstracción de las ideas que se exponen) o el uso de presentaciones digitales (que sólo son un soporte visual de lo que se lee literalmente) muestran que, aun entre los *nativos digitales*, las TIC no sólo no han supuesto una mejora en los procesos de aprendizaje sino que empobrecen el desarrollo de capacidades y competencias básicas necesarias

para hacer un uso adecuado del entorno de las TIC en el desarrollo del conocimiento.

Una última reflexión. Si fuera cierto que el conocimiento está en la web, ¿de qué servirá aprender algo más que no sea utilizar esa herramienta? Simplemente nos conectamos, copiamos lo que se nos pueda ocurrir que es interesante, y lo reproducimos. Estamos ante un proceso que poco tiene de educativo al ser meramente un modelo de reproducción que, en nada, va a participar en el desarrollo individual, social, humano o del propio conocimiento. Un error en el que, habitualmente, tropiezan los *nativos digitales* y quienes enfatizan el uso de las TIC en procesos de educación formal sin atender a los componentes básicos necesarios para comprender qué es lo que supone el uso del entorno digital.

SUMARIO

La generalización de uso social del entorno digital ha promovido una difusión masiva de informaciones ante las que los individuos han de estar preparados para valorar, contrastar y utilizar a fin de ser efectivamente miembros de una sociedad del conocimiento.

La educación, y principalmente la educación formal, debe ser consecuente con el objetivo de una sociedad en que los ciudadanos sean parte activa de la construcción del conocimiento válido. Esto exige repensar el sentido de las prácticas educativas que se llevan a cabo para comunicar conocimientos que se consideran relevantes; revisar las necesidades de actualización de los conocimientos que se transmiten y, a la vez, revisar los aprendizajes que se inducen mediante la utilización de las TIC.

Esto nos lleva a hacer un análisis crítico y proponer nuevos desafíos que acerquen el sistema educativo al objetivo de la sociedad del conocimiento. Una vez más insistimos en la idea de que es el conocimiento válido, y la formación necesaria para acceder a él y saber hacer uso del mismo, lo que nos capacita para el análisis y comprensión del desarrollo sostenible.

Materiales complementarios

Aretio, L. Ed (2012) *Sociedad del conocimiento y educación*. Madrid: UNED. Disponible en: academia.edu

Barroso, C. (2013) *Sociedad Del Conocimiento y Entorno Digital. Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 14-3
Disponible en:

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=201029582004>

Carr, N. (2018) *¿Qué está haciendo Internet con nuestras mentes? Superficiales*. Barcelona: Taurus

Cath, C., Wachter, S., Mittelstadt, B., Taddeo, M. & Floridi, L. (2017) Artificial Intelligence and the 'Good Society': the US, EU, and UK approach. *Science, Engineering and Ethics*, 24 pp. 505-528

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/315705213_Artificial_Intelligence_and_the_'Good_Society'_the_US_EU_and_UK_approach

Lessig, L. (2004) *Cultura libre. Cómo los grandes medios usan la tecnología y las leyes para encerrar la cultura y controlar la creatividad*. Penguin Books.

Disponible bajo licencia Creative Commons en:

<https://universoabierto.org/2016/01/06/cultura-libre-como-los-grandes-medios-están-utilizando-la-tecnología-y-las-leYES-para-encerrar-la-cultura-y-controlar-la-creatividad/>

Núñez, L. y Romero, C. (2003). *Pensar la educación. Concepto y opciones fundamentales*. Madrid: Pirámide.

Pariser, E. (2017) *El filtro burbuja. Cómo la Red decide lo que leemos y lo que pensamos*. Madrid: Taurus

Ziman, J. (1985) *Enseñanza y aprendizaje sobre la ciencia y la sociedad*. México: Fondo de Cultura Económica

Capítulo 5

INTRODUCCIÓN

El desarrollo sostenible ha empezado a ser una idea insistente en nuestra vida cotidiana. Tanto en los medios de comunicación social, como en declaraciones políticas y reclamos publicitarios, el desarrollo sostenible parece haber cobrado relevancia.

En este capítulo desarrollamos qué supone este concepto y cuál ha sido su realidad a lo largo de las últimas décadas. Para ello utilizamos la introducción a conocimientos que nos permiten comprender que ‘desarrollo sostenible’ es más que un deseo o una conjetura sin fundamento. Por ello hemos incorporado nociones básicas de Economía, de Ética y de Antropología, y retomamos los conocimientos desarrollados en los capítulos anteriores para avanzar hacia una comprensión de lo que supone el desarrollo sostenible y los retos que nos propone a la hora de avanzar hacia sociedades más justas y más respetuosas con el equilibrio que ha hecho posible la existencia de la vida en nuestro Planeta.

Conceptos clave: Desarrollo sostenible; ecosistema; economía ambiental; economía ecológica; economía circular; huella ecológica; ética; coevolución; cooperación.

DESARROLLO SOSTENIBLE

La idea de desarrollo sostenible no es nueva, ni siquiera es exclusiva del siglo XX. La investigadora Novo (2006), sitúa un antecedente en la Alemania del siglo XVIII, en la preocupación por lograr la explotación sostenible de los bosques existentes en ese momento. Posiblemente sea más antigua (siendo propia de las primeras sociedades agrícolas) y quizás actualmente sea una característica de las sociedades agrícolas basadas en la producción de subsistencia. Sea como sea, lo

cierto es que ha sido en el pasado siglo donde se ha ido gestando la necesidad de un cambio de rumbo respecto de la explotación de los bienes naturales por la humanidad, dando lugar a lo que hoy se denomina “desarrollo sostenible”

A lo largo del S.XX se empieza a desarrollar la percepción de la degradación de la naturaleza debida a la actuación humana dando paso a una preocupación, en un primer momento, por la conservación del medio natural y más tarde por la búsqueda de otras formas de relación con la naturaleza. Por último, se incorpora al discurso sobre desarrollo sostenible, la degradación en las condiciones de vida que sufren algunos seres humanos por las consecuencias de la acción de sus congéneres, reconociendo dinámicas de explotación propias de los colonialismos, que dejaron una triste herencia de degradación humana y ambiental, y reconociendo que existe una desigual distribución de los bienes y recursos naturales. A su vez, se reconoce que esta degradación no mengua con el advenimiento de democracias capitalistas y sociedades comunistas.

No obstante, siempre hubo detractores que hicieron bien preocupándose por otros seres humanos, éstos legaron visiones críticas que se han convertido, en gran medida, en el fundamento de lo que hoy consideraremos como desarrollo sostenible. Estos planteamientos tuvieron sus correlatos en educación: educación ambiental, educación para la paz, educación y equidad, educación para el desarrollo humano, etc. Y, al menos durante un tiempo, en el sistema escolar de este País esto se tradujo en temas transversales que debían incorporarse al quehacer escolar.

Ahora bien, si inicialmente los ámbitos humano y ambiental parecían ajenos entre sí (sobre todo si se sostenía que el desarrollo de los países no desarrollados pasaba por la explotación de sus riquezas hasta alcanzar el nivel de bienestar de los países desarrollados) posteriormente esta disociación cambia en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano de 1972. En esta Conferencia se adoptaron *“por vez primera decisiones orientadas a conciliar la protección ambiental con los derechos a un desarrollo humano más justo, económica y socialmente”* (Caride, 2017, p. 251) iniciándose un nexo entre la necesidad de cuidar y respetar la naturaleza y la necesidad de preservar los derechos y la calidad de vida de todos los seres humanos, que materializó el sentido en que se aborda el desarrollo sostenible en la actualidad, aunando dos ideas básicas:

- “Que el desarrollo tiene una dimensión económica, social y medioambiental. El desarrollo sólo será sostenible si se logra el equilibrio entre los distintos factores que influyen en la calidad de vida.
- Que la generación actual tiene la obligación, frente a las generaciones futuras, de dejar suficientes recursos sociales, medioambientales y

económicos para que puedan disfrutar al menos del mismo grado de bienestar que nosotros” (Jiménez, 2002, p. 34).

Por ello actualmente abordamos el desarrollo sostenible vinculando lo humano y lo ambiental. La forma en que se establece esta relación se plantea y se desarrolla en lecturas e interpretaciones diversas, pues el concepto de “desarrollo sostenible” no presenta una interpretación unívoca y, como cualquier otra conceptualización, ha experimentado diversas acepciones

Teoría	Caracterización del desarrollo sostenible
Neoclásica-equilibrio	Bienestar no decreciente (antropocéntrico); crecimiento sostenible basado en tecnología y sustitución; optimiza las externalidades ambientales; mantiene el acervo agregado de capital natural y económico; los objetivos individuales prevalecen sobre las metas sociales; la política se aplica cuando los objetivos individuales entran en conflicto; la política de largo plazo se basa en soluciones de mercado.
Neoaustriaca-temporal	Secuencia teleológica de adaptación consciente y orientada al logro de las metas; previene los patrones irreversibles; mantiene el nivel de organización (negentropía) del sistema económico; optimiza los procesos dinámicos de extracción, producción, consumo, reciclaje y tratamiento de desechos.
Ecológico-evolutiva	Mantiene la resiliencia de los sistemas naturales, contemplando márgenes para fluctuaciones y ciclos (destrucción periódica); aprende de la incertidumbre de los procesos naturales; no dominio de las cadenas alimentarias por los seres humanos; fomento de la diversidad genética/biótica/ecosistémica; flujo equilibrado de nutrientes en los ecosistemas.
Tecnológico-evolutiva	Mantiene la capacidad de adaptación co-evolutiva en términos de conocimientos y tecnología para reaccionar a la incertidumbre; fomenta la diversidad económica de actores, sectores y tecnologías.
Físico-económica	Restringe los flujos de materiales y energía hacia y desde la economía; metabolismo industrial basado en política de cadena materiales- producto: integración de tratamiento de desechos, mitigación, reciclado, y desarrollo de productos.
Biofísico-energética	Estado estacionario con transflujo de materiales y energía mínimo; mantiene el acervo físico y biológico y la biodiversidad; transición a sistemas energéticos que producen un mínimo de efectos contaminantes.
Sistémico-ecológica	Control de los efectos humanos directos e indirectos sobre los ecosistemas; equilibrio entre los insumos y productos materiales de los sistemas humanos; minimización de los factores de perturbación de los ecosistemas, tanto locales como globales.
Ingeniería ecológica	Integración de las ventajas humanas y de la calidad y funciones ambientales mediante el manejo de los ecosistemas; diseño y mejoramiento de las

Teoría	Caracterización del desarrollo sostenible
	soluciones ingenieriles en la frontera entre la economía, la tecnología y los ecosistemas; aprovechamiento de la resiliencia, la auto-organización, la autorregulación y las funciones de los sistemas naturales para fines humanos.
Ecología humana	Permanencia dentro de la capacidad de carga (crecimiento logístico); escala limitada de la economía y la población; consumo orientado a la satisfacción de las necesidades básicas; ocupación de un lugar modesto en la red alimentaria del ecosistema y la biosfera; tiene siempre en cuenta los efectos multiplicadores de la acción humana en el tiempo y el espacio.
Socio-biológica	Conservación del sistema cultural y social de interacciones con los ecosistemas; respeto por la naturaleza integrado en la cultura; importancia de la supervivencia del grupo.
Histórico-institucional	Igual atención a los intereses de la naturaleza, los sectores y las generaciones futuras; integración de los arreglos institucionales en las políticas económicas y ambientales; creación de apoyo institucional de largo plazo a los intereses de la naturaleza; soluciones holísticas y no parciales, basadas en una jerarquía de valores.
Ético-utópica	Nuevos sistemas individuales de valor (respeto por la naturaleza y las generaciones futuras, satisfacción de las necesidades básicas) y nuevos objetivos sociales (estado estacionario); atención equilibrada a la eficiencia, distribución y escala; fomento de actividades en pequeña escala y control de los efectos secundarios (“lo pequeño es hermoso”); política de largo plazo basada en valores cambiantes y estimulante del comportamiento ciudadano (altruista) en contraposición al comportamiento individualista (egoísta).

Tabla I Diferentes conceptos, en función de la perspectiva desde la que se aborde el Desarrollo Sostenible (Gallopín, 2003, p. 25)

Actualmente el concepto de desarrollo sostenible es utilizado por agencias, de intereses tan dispares, como el Banco Mundial, la UNESCO, el PNUMA, etc., y con finalidades no siempre positivas (Bermejo, 2014). Esto puede entenderse como un indicador de falta de contenido significativo o puede interpretarse, más benévolamente, como que el desarrollo sostenible es una idea motriz que orienta las actuaciones en un sentido de sostenibilidad.

Con independencia de la interpretación que hagamos de este concepto, lo cierto es que el desarrollo sostenible está muy presente en documentos sobre las actuaciones de los organismos internacionales y de los estados que las suscriben. Sin embargo, los compromisos, así como los procedimientos de control y sanción, son más bien laxos. Así, por ejemplo, señala Jiménez (2016, p. 228): *“se imponen los compromisos voluntarios de cada país para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (EGEI), aunque se prima el criterio de emisiones netas, permitiendo emitir CO2 mientras se pueda neutralizar. Y, sin una apuesta definitiva*

por una “economía hipocarbónica”¹². Por ello hay dudas razonables de que los acuerdos y compromisos internacionales (como el último “Acuerdo de París” de diciembre de 2015) supongan una “victoria del Planeta” y un avance hacia el desarrollo sostenible; ejemplo de ello es el abandono de Estados Unidos de los compromisos asumidos en este sentido, o los reiterados incumplimientos de muchos países en la reducción de emisión de gases de efecto invernadero.

La perspectiva del desarrollo sostenible

No son pocos los autores que consideran el desarrollo sostenible como un nuevo paradigma (Jiménez, 1997) al suponer que implica un nuevo modelo de concebir a la humanidad. No nos atrevemos a calificar al desarrollo sostenible como un nuevo paradigma, pero sí consideramos que aporta un cambio de perspectiva sobre lo que es la humanidad en un momento que, si se quiere, se podría calificar de revolucionario/extraordinario, debido al agotamiento del paradigma vigente. Esa nueva perspectiva se diferencia de la visión que hasta ahora ha difundido la economía de mercado y el neoliberalismo, cuya implantación a nivel global ha acarreado no sólo una forma de entender el intercambio económico, sino una forma de relacionarse con los otros seres humanos, pasados, presentes y futuros.

Fundamentos de economía y desarrollo sostenible

Al afrontar el problema del desarrollo sostenible debemos considerar los modelos económicos que van a determinar el tipo de gestión que se promueve y que se asienta en la asunción de valores incoherentes con los objetivos de un desarrollo sostenible.

En la definición de lo que se considera desarrollo sostenible se suele utilizar la máxima del Informe Brundtland: *“aquella que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones.”*¹³ Esta definición necesita comprenderse en toda su extensión ya que, pasados treinta años de la realización del Informe, muchos de los recursos que hoy utilizamos y muchas de las formas en que se utilizan está provocando que, en la actualidad muchos humanos carezcan de la oportunidad de satisfacer sus necesidades. En el futuro, los recursos no renovables y los recursos degradados o destruidos no estarán disponibles para las generaciones venideras. Por todo ello, entender esta problemática supone

¹² Se entiende por economía hipocarbónica aquella fundamentada en el desarrollo con un decremento de emisiones del CO₂.

¹³ Informe de Naciones Unidas “*Nuestro Futuro Común*” pg. 59 coordinado por la Doctora Gro Harlem Brundtland en 1987.

ampliar nuestro campo de visión para comprender cómo los sistemas económicos van determinando dinámicas de explotación de bienes naturales. Por ello vamos a empezar por considerar algunos principios generales de los modelos económicos y sus repercusiones en el sostenimiento o degradación de los bienes naturales.

En el modelo económico clásico (Smith,1776; Ricardo,1817) la naturaleza y sus bienes son considerados como fuentes infinitas e ilimitadas de recursos. El desarrollo económico vendrá determinado por el acceso a estos bienes considerando el valor de cambio que éstos adquieren en la sociedad, más el costo del trabajo necesario para acceder a ellos (plusvalía); todo ello determinará el precio de mercado de estos bienes ahora convertidos en “recursos”. Así, el valor económico de los mismos estará directamente relacionado con el valor de uso de los mismos. Aquello que es demandado por la sociedad adquiere valor económico; lo que no se demanda, es inoperante económicamente hablando. Otro factor a considerar es la propiedad. Si los bienes naturales están disponibles para todos, éstos carecerán de valor económico: la lluvia o el mar carecen de valor económico; ahora bien, el agua contenida en las galerías, o los recursos pesqueros de aguas territoriales son de propiedad privada por lo que adquieren valor económico. En otras palabras, los bienes naturales adquieren valor económico en tanto en cuanto son considerados recursos demandados por la sociedad, y son de propiedad privada.

En este modelo, D. Ricardo advierte del problema del rendimiento decreciente de los espacios o bienes naturales vinculados a los recursos demandados por la sociedad. En otras palabras, el acceso a un determinado bien natural para convertirlo en recurso valioso, puede ser inicialmente sencillo y rentable económicamente: las minas (por ejemplo) son fácilmente rentables en su fase inicial pues el acceso a la mena es relativamente sencillo; a medida que se agotan las menas más accesibles, se tiene que invertir más trabajo y más tecnología para acceder a los materiales, por tanto más recursos económicos para acceder a recursos menos accesibles, lo que encarecerá el producto final al incrementarse los costes de producción. J.S. Mill (1848) formuló la Ley de Rendimiento Decreciente para ejemplificar estos procesos. D. Ricardo (1817) advirtió, además, del decremento de la calidad de los recursos en la medida en que se pueden empezar a utilizar espacios de menor rendimiento. Un ejemplo de ello es la agricultura, en un principio se ocupan espacios de alto rendimiento, a medida que estos espacios se degradan o cuando se requiere un incremento de producción, se ocupan espacios de más bajo rendimiento incrementándose los costos de producción: es el caso de los cultivos de regadío o bien los cultivos que requieren de un incremento en tecnología física (como pueden ser los invernaderos) o química (como son los productos fitosanitarios).

Hoy, además sabemos que este tipo de procesos supone una intervención en el entorno ecológico en la que se inducen e incrementan los efectos nocivos en el entorno natural.

Otra de las aportaciones que interesa considerar es la que hace Maltus (1798) que muestra una discordancia entre el crecimiento de los bienes naturales y las necesidades de las sociedades. Maltus señala que, si bien los recursos naturales experimentan un crecimiento lineal, el crecimiento demográfico, y las necesidades que ello conlleva, se incrementan de forma exponencial.

Estos pensadores clásicos ya estaban advirtiendo sobre problemas a los que actualmente nos enfrentamos: la riqueza, entendida como apropiación de bienes naturales, y los riesgos de explotación de esos bienes. En el S.XX algunas de estas ideas han sido recogidas y revisadas dando lugar a modelos económicos que vinculaban bienes naturales y modelos económicos.

Economía ambiental

En el modelo neoclásico (S.XX) se empiezan a considerar otros factores. Estamos ante un modelo de economía ambiental en la que ya no sólo se habla de costos de producción en los términos que hemos expuesto anteriormente, se consideran también los costos ambientales. El costo de producción de un recurso vendrá determinado por la valoración monetaria y los beneficios económicos de la producción, pero considerando los costos ambientales como parte del rendimiento económico (restando, en este caso, los costos ambientales al beneficio neto económico). En este modelo se van a tener en cuenta, por tanto, los problemas ambientales asociados a la obtención de los recursos: los costos de posibles efectos colaterales en el sistema ecológico intervenido; y, sobre todo, los beneficios o perjuicios socioeconómicos que estos efectos pueden tener en la calidad de vida de los individuos y las sociedades.

El modelo impulsado por el Protocolo de Kioto (1997)¹⁴, en gran medida, se hace eco de esta orientación economicista de los bienes ambientales dando lugar a un comercio de las cuotas de emisión de gases de efecto invernadero. En Kioto se propuso establecer cuotas de emisión de gases de efecto invernadero, los países

¹⁴ En 1997 se adopta este Protocolo que debía entrar en vigor en febrero de 2005; en 2009, los países firmantes del mismo debían ratificar su compromiso. El referente del Protocolo de Kioto es la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro, donde se redactó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. El objetivo global del Protocolo era lograr reducir, en el año 2012, la emisión global de gases de efecto invernadero al 95% de la emisión que existía en 1997. Este objetivo no ha sido alcanzado; además países, que inicialmente adoptaron el Protocolo de Kioto, no ratificaron su compromiso o bien abandonaron el mismo.

que superasen estas cuotas podían ‘comprar’ a países que no alcanzaran la cuota para ellos establecida, las que fueran necesarias a fin de estabilizar el monto global de emisión de esos gases.

Otro ejemplo lo tenemos en los actuales movimientos que tasan económicamente el valor de procesos naturales como pueden ser la depuración de aguas por procesos naturales o el valor del proceso de síntesis de gases de efecto invernadero que realizan los bosques, asignando un valor económico a los ecosistemas que realizan estos procesos. Bajo este modelo se está iniciando una especulación en bolsa sobre los valores ambientales de los ecosistemas, en términos monetarios. De esta forma, los recursos naturales y el medio ambiente vienen a reforzar la economía de mercado y la economía financiera asociada a la misma.

En pocas palabras, esta economía ambiental enfatiza el valor de los recursos ambientales relacionándolo con el valor del logro y afianzamiento de un determinado modelo económico y un concepto de “calidad de vida” de los individuos de las sociedades más ricas. En este sentido, podemos afirmar que es un modelo antropocéntrico al poner a la especie humana en el centro de la discusión sobre beneficios ambientales, pero también podemos calificarlo de sociocéntrico en la medida en que estos beneficios no se distribuyen a todos los humanos equitativamente. Este modelo amplifica los beneficios en la calidad de vida para unos pocos, mientras ignora condiciones de vida para muchos.

Economía ecológica

Frente al modelo anterior, se desarrolla una nueva idea, con posibilidades de gestión económica de los recursos, que puede avanzar hacia modelos de gestión más adecuados con el objetivo de un desarrollo sostenible. Abordamos ahora el modelo que denominamos economía ecológica.

La economía ecológica plantea un modelo de gestión que supere los errores inducidos por los anteriores modelos, con vistas a impulsar un desarrollo social y ambiental (socioambiental) que haga posible el desarrollo sostenible. Se apoya en la idea de que los bienes naturales tienen un valor cuya pérdida no se puede compensar racionalmente a través de los precios de mercado y, en consecuencia, los análisis de costo/beneficio monetario son inoperantes; por ello es necesaria una evaluación ecológica y no fundamentalmente económica. Desde esta perspectiva se propone un enfoque ecosistémico.

El **enfoque ecosistémico** se asienta en los principios de la Teoría de Sistemas. Considera que un ecosistema se compone de todas las especies vivas y

su entorno, en consecuencia, considera la incorporación de las sociedades humanas (y la intervención que éstas hacen en los bienes naturales para convertirlos en recursos necesarios) como parte del propio ecosistema.

Este enfoque defiende el principio de protección, es decir, los bienes naturales se deben proteger y conservar, y esto ha de primar a la hora de adoptar decisiones sobre la gestión de los mismos.

En su primer desarrollo este enfoque se caracteriza por plantear un **enfoque ecosistémico comprensivo**. Defendiendo la necesidad de realizar un estudio exhaustivo del ecosistema en que se va a intervenir, considerando todos sus componentes, las interacciones entre éstos y los efectos de las intervenciones en cada componente e interacciones del ecosistema. Esta propuesta tiene como inconveniente que, por mucho que sepamos sobre el ecosistema, nuestro conocimiento va a ser siempre incompleto. Por otra parte, exigir profundizar en más conocimiento, puede dar lugar a una ralentización de las decisiones que debemos adoptar por lo que es una aproximación poco operativa en contextos en que es necesario realizar la toma de decisiones.

Para superar este inconveniente se plantea un **enfoque ecosistémico integrado** en el que se van a tener en cuenta los componentes más relevantes del ecosistema (aquellos que caracterizan a dicho ecosistema como tal) considerando que, en todo momento, el modelo puede incorporar nuevos componentes. En este sentido, es más operativo que la anterior propuesta. En este modelo cobra especial relevancia la metodología DAFO mediante la cual se persigue detectar las *debilidades*, en términos de problemas detectados; *amenazas*, en término de gestiones inadecuadas previas llevadas a cabo; *fortalezas*, en términos de valores y propuestas de gestión válidas; y las *oportunidades* como posibilidades de acciones y de gestión que superen o impidan los errores detectados. En esta lectura del enfoque ecosistémico, sin embargo, se corre el riesgo de hacer una lectura parcial del ecosistema (al tener en cuenta unos componentes y desestimar otros) esto puede conllevar el riesgo de producir efectos colaterales no deseados en el ecosistema intervenido.

Por último, hay una aproximación del enfoque ecosistémico que pretende superar los límites que se han indicado en las anteriores interpretaciones: el modelo del **enfoque ecosistémico mixto**. Este modelo plantea como criterios de gestión los principios de precaución, protección y el principio de flexibilidad.

Los principios de precaución y protección persiguen establecer una gestión social de los bienes naturales que mantengan la productividad del ecosistema atendiendo a las necesidades de las poblaciones (humanas y no humanas) que pertenecen a dicho ecosistema; la estabilidad de dicho ecosistema manteniendo el

equilibrio del mismo; la sostenibilidad que hace posible la productividad y estabilidad del mismo; la equidad (para todas las formas de vida) en términos de beneficios de la productividad del ecosistema. Por último, se plantea como un modelo flexible, es decir, un modelo susceptible de ser modificado a fin de adaptarse a las condiciones y resultados de las acciones que se lleven a cabo en el ecosistema.

En esta aproximación la perspectiva sistémica es fundamental: se considera que los sistemas tienen límites biológicos y no administrativos (considerando que todo límite de un sistema abierto es de tipo formal); que la integridad de los ecosistemas presenta aspectos biológicos y sociales y que la gestión debe basarse en los datos sobre inventario de especies, y los datos sobre las actuaciones llevadas a cabo en el ecosistema y las consecuencias que éstas han inducido.

La gestión de los ecosistemas ha de ser adaptativa, considerando las interacciones entre los componentes naturales, las necesidades de las sociedades y las técnicas o tecnologías que esta gestión ha necesitado. El principio de flexibilidad atiende a esta gestión adaptativa en la medida en que tiene en consideración que toda intervención llevada a cabo modifica las condiciones del sistema, por ello es necesario tener en cuenta los efectos de estas intervenciones para desarrollar procesos que puedan ser revisables de acuerdo con los efectos que se van induciendo, a fin de mantener las propiedades del mismo. Todo esto no sólo va a aumentar las opciones posibles de intervención a considerar, sino que va a permitir comprender que la gestión no se limita a la definición de acciones concretas y sus consecuencias, refuerza la idea de que estamos ante procesos complejos que superan los límites espaciales y temporales de las mismas. En este sentido, el principio de precaución debe garantizar el bienestar ambiental planteando propuestas de intervención que no induzcan dinámicas irreversibles que degraden las condiciones de productividad, estabilidad, sostenibilidad y equidad que caracterizan al ecosistema. Estos son los términos en los que se va a defender una gestión de desarrollo socioambiental.

En el desarrollo socioambiental es importante destacar que el principio de precaución no puede limitarse a garantizar los costes económicos de degradación de las condiciones de productividad, estabilidad y sostenibilidad del ecosistema. Tampoco ha de limitarse a establecer cuál es el límite hasta el que podemos intervenir en el ecosistema; establecer este límite, sin considerar que estamos ante procesos complejos, es defender una visión parcial y poco real de la propia dinámica de sistemas.

El principio de precaución debe orientarse a garantizar el bienestar ambiental (y no sólo de calidad de vida de las sociedades humanas) mediante una propuesta de gestión que incremente la eficiencia (obtener recursos sin decrementar los

bienes naturales) respecto de los procesos de mantenimiento de las condiciones del ecosistema, por encima de la eficacia (obtener recursos con el menor costo económico posible) en la obtención de recursos.

En este sentido, cobra importancia impulsar procedimientos de cooperación y equidad social en la gestión de los bienes ambientales. Esto supone un cambio en el modelo social de la organización de la gestión de los bienes ambientales y requiere que los miembros de esa sociedad estén adecuadamente capacitados y formados en valores proambientales. Esta capacitación y desarrollo de valores debe fundamentarse tanto en el conocimiento científico de los ecosistemas y sus procesos de evolución, como en el acervo de conocimientos tradicionales válidos (aquellos que han demostrado ser eficientes en la gestión sostenible).

En la evolución de los ecosistemas se producen procesos de adaptación evolutiva entre distintas especies por lo que podemos hablar propiamente de procesos coevolutivos. Nuestra especie ha coevolucionado con otras muchas que han hecho posible la disponibilidad de recursos necesarios para el desarrollo de las sociedades humanas.

En la actualidad nos enfrentamos a dinámicas sociales que priman los costos/beneficios económicos por encima del mantenimiento de las funciones de productividad, estabilidad, sostenibilidad y equidad de los ecosistemas, sin embargo, debemos empezar a considerar la necesidad de primar la calidad y el mantenimiento de estas funciones si queremos evolucionar hacia un sistema de desarrollo sostenible. Para ello podemos considerar cuáles son los estilos de vida adecuados, cuáles las tecnologías (y sus usos) que pueden ofrecer nuevas oportunidades de desarrollo manteniendo las funciones de los sistemas naturales. El objetivo de una educación para el desarrollo sostenible debe estar orientada a la capacitación necesaria para alcanzar estos objetivos.

Economía e industria

Como hemos indicado, la economía actual está fundada en un criterio simple: obtener beneficios a corto plazo, con independencia de las consecuencias. Utiliza un modelo industrial que se caracteriza por ser un *ciclo abierto*: se obtienen recursos utilizando los bienes naturales, se utilizan estos recursos y se emiten residuos, muchos de los cuales no son reciclables por procesos naturales ya que no son biodegradables. Esta dinámica es heredera directa de la Revolución Industrial del S.XIX y poco ha cambiado los últimos siglos.

A resultas de ello, tanto los humanos como la naturaleza deben servir al interés de acumulación de capital por parte de las industrias. Las dinámicas que desencadenan esa visión se pueden resumir en una continuada búsqueda de nuevas materias primas, de nuevos mercados y de nuevas tecnologías que permitan una expansión económica sin límites. Esta visión es el axioma de un modelo desarrollista que pone el énfasis en la continuada ampliación de disponibilidad de productos humanos (ciudades, puentes, carreteras, granjas, alimentos procesados, etc.) encaminados a perseguir el máximo rendimiento, entendido como la máxima obtención de capital mediante el aumento de la producción.

Dentro de este modelo, la naturaleza es sólo una fuente de recursos para el sistema productivo; la humanidad, es sólo una fuente de trabajadores, empresarios y consumidores. Lo más interesante, es que se fundamenta en la creencia de que la naturaleza, el capital natural, en caso de que se agote, puede ser reemplazado por el capital artificial (Daly, 2012 Jiménez, 2000 y 2002), de forma que los recursos naturales, las materias primas, pueden ser reemplazados por la obra del hombre que, además, produce más beneficios económicos. En este sentido, podemos denominar a este modelo como una propuesta tecnooptimista.

En este modelo de oferta de bienes de consumo, además, se omiten tanto las necesidades reales de la población humana, como las condiciones ambientales en que se utilizan estos productos. Así, un mismo artículo (con características precisas) se oferta en situaciones climáticas, sociales y ecológicas divergentes. Un ejemplo de ello son los detergentes que se ofertan por igual en entornos con condiciones de disponibilidad y características hidrológicas diferentes; como consecuencia los efectos ambientales del uso de los mismos van a ser distintos; la capacidad de biodegradación de estos detergentes por procesos naturales puede ser posibles, en determinados contextos, y en otras ocasiones imposibles, convirtiéndose en fuente de degradación ambiental. No hemos de olvidar, tampoco, el perverso diseño industrial que incorpora la obsolescencia programada a fin de garantizar el proceso de utilizar y desechar para garantizar el insumo económico de las ventas de nuevos productos de consumo en lo que se ha denominado un proceso de *ciclo abierto*.

Esta primacía de una economía depredadora de lo social y lo natural se ha visto acrecentada por el cambio de un sistema centrado en la economía de producción a un sistema de economía financiera sustentado por el movimiento de capitales y la gestión de beneficios económicos virtuales (Novo, 2006). Una economía que ha acentuado su carácter supranacional y ha debilitado a los estados nacionales, cada vez menos capaces de gestionar su espacio de influencia, ante el poder de entidades transnacionales con capacidad real de determinar el futuro a

través de la economía de los estados y cuya realidad ha sido más que evidente en la última crisis económica.

La dimensión económica tiene el rótulo de ser la gran culpable de este desastre que es la insostenibilidad. Pero, realmente, no hay economía fuera de las sociedades humanas y, nos guste admitirlo o no, eso implica que la responsable de la insostenibilidad no es la economía, sino la economía que, históricamente, hemos ido construyendo. Esa economía depredadora, con ansia de más espacios, ambientales y sociales que poseer para mantener la producción prolongada de productos de consumo, desemboca en una vorágine continuada de objetos que se desechan y son sustituidos por otros nuevos; aunque para ello se tenga que desarrollar la obsolescencia programada (Bauman, 2008). Convertir todo, lo material y lo no material, en mercancía para que pueda entrar en el sistema productivo (Gorz, 1997) tiene consecuencias devastadoras para las personas, sus relaciones y para la naturaleza y las relaciones que mantienen los seres vivos.

Tal como señalan Braungart y McDonough (2005); los intentos de solución de los problemas asociados a esta dinámica se orientan a minimizar o reducir efectos perniciosos, como la contaminación y degradación ambiental en vez de evitar los mismos. Frente a este modelo lineal de ciclo abierto, estos autores proponen un nuevo modelo industrial y tecnológico de *ciclo cerrado*. Un modelo que supone la utilización de los conocimientos y tecnologías existentes para diseñar y producir los bienes necesarios para mantener un buen nivel y calidad de vida sin inducir los costos ambientales del modelo de *ciclo abierto*. Esta propuesta se basa en dos consideraciones muy básicas. La primera es el reconocimiento de que todos estamos dispuestos a aceptar el nivel y la calidad de vida que hemos alcanzado; la segunda es que tenemos la capacidad de producir los bienes necesarios sin inducir efectos colaterales no deseados en el medio ambiente. Su propuesta no persigue la eco-eficiencia en términos de *menor impacto ambiental*; persigue la *eco-efectividad* en términos de *eliminación del impacto ambiental* diseñando actuaciones y procesos interrelacionados con las dinámicas naturales del entorno. En definitiva, actuar para conseguir:

- *“Construcciones que, al igual que los árboles, produzcan más energía de la que consumen y depuren sus propias aguas residuales;*
- *Factorías que produzcan como efluente agua potable;*
- *Productos que, una vez finalizada su vida útil, no se conviertan en basura inútil, sino que puedan ser devueltos al suelo para que se descompongan y se conviertan en alimentos para plantas y animales y en nutrientes para la tierra; o, en caso contrario, que puedan ser reincorporados a los ciclos industriales para proporcionar materias primas de alta calidad para nuevos productos;*

- *Materiales por valor de miles de millones, e incluso billones de dólares, recuperados anualmente para usos humanos y naturales;*
- *Medios de transporte que mejorarán la calidad de vida al tiempo que distribuyen productos y servicios;*
- *Un mundo de abundancia, y no uno de limitaciones, polución y desechos” (Braungart y McDonough, 2005, p. 84-85)*

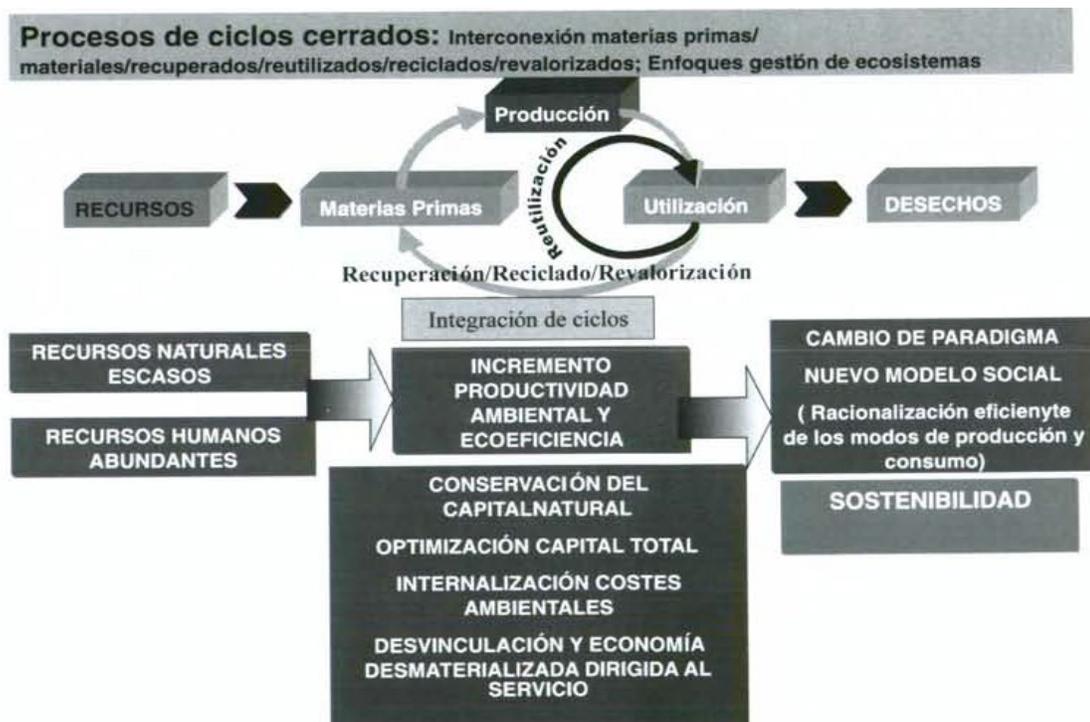


Fig. 12. Economía de ciclo cerrado (Jiménez, 1997, p. 48)

Lo que esta propuesta defiende es la utilización de los recursos en ciclos cerrados que hagan posibles procesos de recuperación de desechos para su incorporación a la producción de nuevos bienes necesarios para el desarrollo de la vida cotidiana.

Desarrollo Sostenible y coevolución

Hemos visto cómo la perspectiva del desarrollo sostenible supone una alternativa al predominio del enfoque de economía financiera (basada en el movimiento de capitales asociados a bienes supuestamente necesarios y/o

deseables por las sociedades) y también supone una nueva perspectiva de la potencialidad que poseemos en la actualidad para variar no sólo las demandas de productos, sino, más relevante, los procesos mediante los que se producen, utilizan y desechan los mismos. Se trata de poner en valor al ser humano y a la naturaleza y, por eso es, fundamentalmente, una perspectiva ética. Pero a la vez, es una perspectiva más racional, desde el punto de vista del modelo tecnológico, al enfatizar la efectividad por encima de la eficiencia y la utilización de los conocimientos para mejorar los procesos de fabricación, utilización y gestión de los desechos de aquellos bienes que han hecho posible nuestra calidad de vida. Así, el desarrollo sostenible persigue un desarrollo humano centrado en la dignidad y en la calidad de vida y el respeto por la naturaleza. Como señala Colom (2000, p. 21) *"el desarrollo sostenible pretende, al mismo tiempo, aunar un parámetro económico (el desarrollo) con otro de carácter más comportamental y actitudinal (el de sustentabilidad)"*.

El desarrollo sostenible parte de la perspectiva, poco usual, de que el Planeta Tierra no es el hogar exclusivo de la especie humana. La Tierra es el hábitat de otras especies a las que debemos considerar, en sí mismas, valiosas. El desarrollo sostenible, aceptando la teoría sobre la evolución de la vida, parte de la tesis de que la Tierra ha existido sin la presencia humana y que seguirá existiendo, tras la extinción de la humanidad. Bajo estas premisas, el desarrollo sostenible plantea la necesidad de lograr una vida mejor para todos los seres que habitan este Planeta, incluidos los humanos. Los principios de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992) son muy claros al respecto y marcan en general esa línea. Especialmente claros son el principio 4, *"A fin de alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente deberá constituir parte integrante del proceso de desarrollo y no podrá considerarse en forma aislada"* y el principio 25, *"La paz, el desarrollo y la protección del medio ambiente son interdependientes e inseparables"*. Así se asume que las especies coevolucionan en el límite de existencia que les permite la Tierra (Caride y Meira, 2001; Vega y Álvarez, 2005).

Aceptar los planteamientos del desarrollo sostenible supone un cambio de perspectiva sobre lo que es la humanidad y su relación con la naturaleza, abandonando el patrón antropocéntrico (que considera el entorno sometido a la voluntad humana y que todo objeto o ser vivo se subordina a nuestra especie) y sociocéntrico (con referencia a sociedades aisladas) poniendo el acento en los humanos como seres que forman parte de un sistema más amplio, la Tierra.

Este cambio comienza al comprender que la Tierra es un sistema e implica que está constituido por la interacción entre las partes que lo componen, y que sus procesos incluyen a todos y cada uno de sus integrantes. No hay nada que esté al margen de lo que ocurre en la unidad. En este sentido, retomamos el valor de la

Teoría General de Sistemas que interpreta la realidad como unidades interconectadas (rompiendo con el modelo mecanicista de interpretación analítica) lo que nos puede ayudar a comprender que los *“problemas de organización, fenómenos no descomponibles en acontecimientos locales, interacciones dinámicas manifiestas en la diferencia de partes aisladas o en una configuración superior, etc.; en una palabra ‘sistemas’ de varios órdenes, no comprensibles por investigación de sus respectivas partes aisladas”* (Bertalanffy, 1968, p. 36-7)

Como hemos visto, un sistema es un conjunto de elementos que interaccionan entre sí con un límite claro que les diferencia del resto de realidad; en suma, una unidad. Esto significa que el comportamiento de cada elemento del sistema es dependiente de con qué otro u otros elementos interacciona y del tipo de relación que establece con el resto de los elementos que pertenecen a dicho sistema. Concebir la Tierra como un sistema, permite comprender la relación que se establece entre sus distintos subsistemas y sus influencias mutuas. Permite comprender que las acciones no sólo tienen consecuencias inmediatas en el tiempo, sino que sus consecuencias se incorporan a los procesos sistémicos, formando parte de su historia. En suma, nos desvela que la sociedad humana es un subsistema de esta unidad que llamamos Planeta Tierra y que, como las partes de todo sistema, interactúa con las demás que lo componen.

Esta idea es sencilla, pero no es fácil de advertir por el ser humano. En nuestra limitación temporal vital, experimentamos un breve lapso en comparación con los tiempos geológicos; esto impide (como hemos apuntado anteriormente) que los cambios puedan ser percibidos de forma directa por un individuo o una sociedad concreta. Un ejemplo, muy claro lo tenemos en las célebres declaraciones de un político español en 2007 que afirmaba que su primo, Catedrático de Física, le decía que “si resulta imposible decir el tiempo que tendremos mañana en Sevilla, o los próximos tres días, como íbamos a saber el tiempo que tendremos dentro de 300 años”¹⁵.

Ciertamente, el futuro meteorológico no es predecible con seguridad, pero los registros de temperatura a nivel mundial muestran una evolución clara hacia el calentamiento global. Dicho de otro modo, podemos predecir el futuro de un proceso sistémico en la medida en que se muestran tendencias, en dicho proceso, que se mantienen en el tiempo. Es la diferencia entre cambio meteorológico y cambio climático, si no comprendemos esta diferencia estamos ante una muestra de simple ignorancia. Sólo la cultura, en sus producciones de informes científicos y registros históricos, puede ayudarnos a comprender que no hay ningún lugar, ni ningún ser que quede al margen de los procesos dinámicos terrestres.

¹⁵ Confrontar con el original: <https://www.youtube.com/watch?v=CiUAovbXtwU>.

Utilizar fundamentos de la TGS permite comprender que las acciones de los estados, de las grandes corporaciones y de los sujetos particulares, tienen repercusiones en los procesos ambientales y no sólo en los sociales. La TGS establece que un sistema viene constituido por un límite, dentro del cual los procesos internos cobran un sentido específico. Estos procesos ponen en relación a las partes entre sí y con el entorno. Esa idea de unidad es la que nos permite comprender que, tanto las partes como los procesos, son los que confieren identidad al sistema y son imprescindibles para identificarlo como tal. Cualquier cambio tiene consecuencias para el sistema en su totalidad. Otra cuestión es si podemos percibirla o la consideramos importante. Pero, en realidad, los cambios trastocan el sistema que debe sobreponerse a ellos o sucumbir como tal.

En esta comprensión juega un papel esencial la noción de complejidad sistémica que nos permite renunciar a principios de determinismo universal, de reducción y de disyunción, sustituyéndolos por los de relación de implicación mutua (interacción) todo-partes; trata de establecer la relación, entre orden, desorden y organización (Morín, 2007). Así, la relación causa-efecto (temporalmente muy cercana) es sustituida por una diversidad de factores que afectan y son afectados en la dinámica de procesos de interacción sistémica. Esta dinámica que, temporalmente, sobrepasa ampliamente la vida humana, se nos escaparía si no fuera por el relato de otros humanos y por la capacidad para indagar sobre la naturaleza y la humanidad. En esto se basa la definición de antropoceno como etapa geológica¹⁶; los estudios científicos han demostrado que estamos en un periodo caracterizado por la interacción de lo humano y lo natural, y las consecuencias que de ello se derivan en términos de cambios en los procesos naturales.

Nuestra huella ecológica

A lo largo de los S. XIX y XX la calidad de la vida humana se ha medido por la productividad económica: el crecimiento del PIB nacional y, a nivel individual, por la cantidad y exclusividad de los objetos de consumo poseídos por cada sujeto. Estos indicadores han hecho creer ampliamente que el progreso humano consistía en alcanzar un alto nivel de vida en términos económicos. Esta lectura del concepto de “progreso” es deudora de la idea de que los recursos naturales son ilimitados; hoy sabemos que no es cierto. Recursos como la energía (obtenida por la combustión

¹⁶ Si bien el término de ‘antropoceno’ aún no está definido y aceptado por la comunidad científica como un periodo geológico, es cierto que se está considerando aceptarlo como tal debido al impacto y el registro de cambios inducidos por actividades humanas que consolidan nuevos procesos en la dinámica terrestre.

de elementos fósiles y que es la fuente de muchos de los bienes de que disfrutamos), el agua o la biodiversidad son finitos.

Como hemos visto, la actividad de la humanidad no es ajena al Planeta, la historia de nuestra actividad, como especie, deja su rastro en los sistemas naturales y es tan clara, que, como decíamos, ya se propone identificarla con una etapa geológica. La capacidad para transformar el medio natural adaptándolo a nuestras necesidades, ha estado asociada a nuestro devenir como especie; la agricultura y la ganadería cambiaron los espacios naturales de forma clara, pero ha sido la capacidad industrial desarrollada y el desmesurado crecimiento poblacional lo que ha venido a provocar consecuencias que son difícilmente asumibles por los procesos naturales. Procesos que, desde el conocimiento cotidiano, no son del todo entendidos; parecen inexistentes al superar nuestras limitaciones vitales, hasta que se desvelan las consecuencias de nuestras acciones y es a través de los estudios paleontológicos, geológicos, biológicos, etc. como podemos investigar y comprender los efectos que civilizaciones y sociedades humanas tienen en dimensiones extremadamente sensibles en el ecosistema Tierra.

Un ejemplo de ello son los Compuestos Clorofluorocarbonados (CFC) que, como un componente más, se incorporaron a objetos tan inofensivos como un bote de laca, de limpiador doméstico o un frigorífico. Estos compuestos han interactuado con los gases atmosféricos produciendo una degradación en la capa de ozono, comprometiendo el límite de la síntesis de gases que componen la atmósfera de la Tierra; un límite que nos es vital, y que hemos puesto en peligro de forma ignorante (antes de los estudios científicos que datan de 1976) y estúpida (tras la evidencia empírica de los estudios actuales).

La capacidad de análisis de la realidad (a través del conocimiento científico) de lo que constituye nuestro entorno, ha llevado al establecimiento de una categoría de medición sobre lo que supone el devenir de la humanidad en este Planeta: la huella ecológica.



Figura 14. ¿Cuántos planetas necesitaríamos si la población mundial consumiera como...? (WWF, 2016)¹⁷

La huella ecológica es una unidad de medición, entendida como “el área de territorio ecológicamente productivo necesaria para obtener los recursos utilizados

¹⁷ Fuente: <http://www.wwf.es/?40460/La-humanidad-entra-hoy-en-dficit-ecologico>

y para asimilar los residuos producidos por una población dada” (Vilches y Gil-Pérez, 2016, p. 397), permite evaluar, aproximadamente, el impacto de las acciones humanas estableciendo una estimación de los efectos y la disponibilidad de recursos naturales, para satisfacer las necesidades humanas; a la vez que facilita la representación icónica que nos permite reconocer cognitivamente qué entraña dicho impacto.

La falta de racionalidad en los procesos industriales, y/o la nula previsión sobre los efectos en el sistema Tierra de los modos vigentes de explotación de bienes naturales es lo que convierte la dinámica actual en, sencillamente, insostenible. Esa certeza de insostenibilidad es la que alimenta la necesidad de avanzar hacia el desarrollo sostenible. El sentido mismo del desarrollo sostenible tiene que ver con el límite homeostático del sistema Tierra; no en el sentido de límite para acceder a los bienes y recursos, sino con la existencia real del límite; pues existe dicho límite a pesar de la idea cotidiana de un mundo por conquistar y de riqueza ilimitada (Daly, 1997; Novo, 2006).

El mundo real no coincide con la visión de una naturaleza inagotable proveedora eterna de recursos. El mundo que esto nos desvela proporciona señales claras, por lo menos para los que no tienen el velo del interés económico, de que la capacidad de renovación del capital natural y de biodegradación de residuos está comprometida, ha llegado a ser insostenible. A eso se une la realidad de las fuentes no renovables que alimentan energéticamente la inmensa mayoría de nuestros procesos industriales que son, exactamente, eso: no renovables y, en consecuencia, finitas. Los límites de la Tierra aparecen cada vez con mayor claridad, pese a su negación por partes interesadas; así el inaudito *Día del Exceso de la Tierra*, propuesto por la organización World Wild Life para saber en qué momento de año se alcanza el límite de los recursos que la naturaleza tarda un año en desarrollar, se celebra cada año más tempranamente. Cada año, la humanidad supera más pronto (en un hipotético calendario) el límite en que el Planeta podría sustentar las necesidades de la humanidad. El año, 2017, ese día se alcanzó el 2 de agosto. A partir de esa fecha, el resto de bienes que utiliza o consume la humanidad, ponen en riesgo los límites de conservación de los procesos naturales y, en consecuencia, el derecho de las futuras generaciones a acceder a los bienes necesarios.

Fue esta idea de que habíamos sobrepasado el límite de la renovación natural con el desproporcionado uso de los recursos naturales lo que disparó la búsqueda de energías alternativas y otros recursos, pero sobre todo la que puso en movimiento la idea de que era preciso replantearse la idea misma de desarrollo (tal como indicó el Informe Brundtland, en 1987).

La insostenibilidad y sus indicadores

La Tierra, considerada como un sistema, ha llegado a un punto tal que muestra signos de no ser capaz de conservar sus umbrales de tolerancia, ha perdido o está a punto de perder la capacidad de conservar su organización, por lo menos de la que hemos disfrutado los humanos como especie. En una versión claramente sistémica, podemos decir que su capacidad de autorregulación (homeostasis y morfogénesis) está a punto de ser superada ante los múltiples focos de degradación natural de lo que nos advierten los informes científicos. Esos informes señalan los siguientes indicadores y riesgos asociados (Jiménez, 1999):

- Alteración del sistema climático
- Agotamiento de la capa de ozono
- Contaminación de la atmósfera
- Pérdida de biodiversidad
- Deforestación
- Residuos
- Erosión y desertificación
- Aumento de población y pobreza
- Impacto ambiental y tensión Norte-Sur
- Mortalidad por hambre
- Contaminación de la pobreza

La alteración del sistema atmosférico que muestran los registros, está involucrada en el incremento de aparición de fenómenos meteorológicos extremos (ciclones, huracanes, olas de calor, lluvias torrenciales, etc.); el aumento de la temperatura global atmosférica; el aumento de la temperatura y nivel de los mares; la acidificación de las aguas marinas; la modificación de la composición química atmosférica; el deterioro de la calidad de las aguas de lluvia; la alteración de los ritmos estacionales y de desarrollo de las especies naturales; la extinción de especies; deterioro de hábitats; la disminución de la productividad de los ecosistemas; la expansión de enfermedades epidémicas, etc. son sólo algunos de los indicadores que muestran el impacto que el cambio climático de origen antropogénico, tiene sobre el sistema global de la Tierra. A pesar de los inútiles discursos de los escépticos sobre el cambio climático, los estudios científicos muestran que el impacto de los procesos humanos en nuestro ecosistema global es innegable. Los informes del IPCC, que inicia sus investigaciones en 1988, así lo demuestran. Ser conscientes de esta realidad no debe llevarnos al nihilismo o el pesimismo. Tal como se ha expuesto anteriormente, hoy disponemos de la

capacidad tecnológica para iniciar un nuevo proceso de evolución hacia sociedades menos depredadoras.¹⁸

La dimensión humana del desarrollo sostenible

Hemos nombrado algunas consecuencias ambientales perniciosas en la forma en que estamos gestionando el patrimonio natural, pero la insostenibilidad no es exclusivamente ambiental. A los factores ambientales antes mencionados es preciso incorporar los desequilibrios de las sociedades humanas que se materializan en la falta de una vida digna a que se condena a muchos humanos forzados a la pobreza, violencia, migraciones forzadas y masivas, riesgos sanitarios graves, hambre, y en un desigual ejercicio de los Derechos Humanos. Los efectos de la mala gestión de los recursos que se lleva a cabo en las sociedades más seguras se hacen visibles y más nocivos en las sociedades que carecen del acceso a los recursos. Dicho de otra forma, son más vulnerables, ante los efectos de la insostenibilidad de los procesos de producción y acceso a los recursos, aquellas poblaciones que carecen de la posibilidad de acceder a los mismos.

El desarrollo sostenible persigue la confluencia de la sostenibilidad ambiental y humana. Una forma de comprender que el desarrollo humano pasa por el respeto a la naturaleza y a los otros humanos, y requiere (como se ha indicado) de un modelo económico alternativo.

La dimensión ecológica del desarrollo sostenible se rige bajo la perspectiva de que los recursos naturales no son infinitos y va mucho más lejos al establecer que la naturaleza es un bien humano. Ese es el cambio radical del desarrollo sostenible. No podemos seguir considerando que la naturaleza es meramente, recursos a explotar. Ciertamente, nos proporcionan materiales y productos que hemos usado, usamos y usaremos, pero se trata de bienes humanos. Los bosques, los mares y su biodiversidad son bienes naturales, el petróleo también. Los primeros pueden ser sostenidos con un uso racional de los mismos; el segundo, necesariamente, se agotará. Sin esa noción de bienes, difícilmente cumpliremos el requisito básico del desarrollo sostenible: reconocer que las futuras generaciones humanas son poseedoras de los mismos derechos que hoy defendemos para nosotros.

¹⁸ Uno de los supuestos 'expertos' que apoyaron la teoría escéptica sobre el cambio climático y que aportó sus reflexiones ante el Comité de Medio Ambiente de EE. UU. durante la administración Bush fue Michael Crichton (autor de Parque Jurásico) gracias a un nuevo best seller (Estado de miedo) en el que se presentaba una supuesta confabulación de los científicos para seguir adquiriendo financiación para sus investigaciones. No hay que indicar que una cosa es ser capaz de tener éxito editorial y otra muy distinta acreditar una formación científica solvente.

Los sistemas naturales son la base de toda nuestra existencia. Muestra clara de ello es que no podemos emigrar, a día de hoy, a ningún otro planeta que pudiera suministrar los recursos que necesitamos. Nuestra capacidad de crear espacios que nos permitan subsistir, sin el soporte esencial que nos proporcionan los sistemas naturales deja bastante que desear, como quedó patente en las distintas fases del proyecto *Biosfera 2*¹⁹. Los diferentes ecosistemas terrestres y marítimos son soporte de nuestra vida cotidiana, por ello no percibimos su importancia, dando por sentado la existencia de que todo lo que nos rodea está y estará ahí para siempre; a su vez, las modificaciones en los procesos que experimentan estos sistemas, y las consecuencias, no siempre sostenibles, de nuestras acciones sobre la dinámica de los sistemas naturales son (como ya hemos avanzado) parcial o nulamente percibidas al producirse en dimensiones temporales que superan las expectativas de vida de los individuos y/o las sociedades. Esto es debido a que los efectos de muchas de las modificaciones que se inducen en los procesos naturales pueden tener consecuencias cuyas manifestaciones tangibles se dilatan en el tiempo.

El conocimiento científico que hemos desarrollado sobre las dinámicas de la naturaleza ha permitido que comprendamos que nuestra especie no es la especie central en torno a la que deben desenvolverse el resto de las especies vivas. La especie humana es una especie en relación con otras y el entorno físico en que evolucionan. Este principio de anti-anropocentrismo nos ubica en relación compleja, con la biosfera y geosfera y da paso al biocentrismo que nace del reconocimiento de la igualdad de derecho a vivir y evolucionar que tienen todas las formas de vida (Naess, 2007, p. 99). Por tanto, *“la naturaleza no existe para ser usada y disfrutada por el hombre, no tiene un valor instrumental, sino que es valiosa en sí misma, con independencia de las valoraciones humanas”* (Cortina, 2009, p. 35). De ese valor intrínseco, se sigue que debe ser objeto de nuestro respeto y cuidado. Como bien señala Cortina (2009), tenemos obligación moral para con ella, por tanto, tenemos la responsabilidad de no causarle daño, protegerla y cuidarla.

En esa línea de responsabilidad, el desarrollo sostenible debe asumir el planteamiento de ecología profunda que va más allá de la preocupación superficial por la contaminación y la salud humana (Naess, 2007). A diferencia de otras especies, la especie humana ha desarrollado el conocimiento y ha adquirido la conciencia que permite comprender el impacto de nuestras intervenciones en el entorno tanto a corto como a medio y largo plazo, esto conlleva la responsabilidad de actuar correctamente para preservar las condiciones de vida del Planeta.

¹⁹ El Proyecto *Biosfera 2* se desarrolló entre 1985 al 1991. En él se estudiaba la viabilidad de subsistencia en un ecosistema cerrado que reproducía a escala los principales ecosistemas de la Tierra.

En ese sentido, parece estúpido el descuido de los bienes naturales, sobre todo, de uno de los bienes más interesantes: la diversidad biológica. Los estudios demuestran que la diversidad de las especies está sufriendo un continuado retroceso que pone en peligro la continuidad de los ecosistemas que sustentan (podemos hacernos una idea de esta debacle en la Lista Roja de las especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). En la actualidad una de las especies que más beneficios genera para el cultivo de alimentos, las abejas, se enfrenta a un retroceso evolutivo que está poniendo en riesgo la producción agrícola en determinadas partes del mundo.

La dimensión humana del desarrollo sostenible se funda en el reconocimiento de los derechos “del otro”, de su dignidad, asumiendo que los seres humanos son valiosos en sí mismos: no tienen precio, ni valor de uso y no pueden ser instrumentalizados como meros productores o consumidores (Cortina, 1998, 2009a). Sobre este reconocimiento se fundan los Derechos Humanos (DDHH) que *“son exigencias de las personas para llevar una vida digna, que tienen que ser reconocidos como un derecho por aquellos que tienen la estimativa suficiente como para captar su dignidad, y, en consecuencia, se comprometen a satisfacer tales exigencias con los medios jurídicos e institucionales necesarios”* (Cortina, 2009a, p. 135). Como sabemos, los derechos de las personas tienen su exponente más claro en la Declaración Universal de Derechos Humanos, adoptada y proclamada por la Asamblea General de la ONU por medio de la resolución 217 A(III) de 10 de diciembre de 1948.

La Declaración ha dado lugar al desarrollo de diferentes tratados internacionales; todos los estados que conforman la ONU han ratificado, al menos, uno de esos tratados. Por lo que se podría convenir, que 192 estados de los 194 existentes, están implicados en la consecución de los DDHH. De todas formas, esa implicación es muy variopinta y, a veces sorprendente, como el hecho de que USA sea el único país del mundo que no haya ratificado la Convención sobre los Derechos del Niño a pesar de ser muy activo en su reacción (Dávila y Naya, 2011). La realidad nos muestra que la que la consecución de los DDHH es una asignatura pendiente en la actualidad.

La sostenibilidad, en su dimensión humana, parte de la necesidad de cerrar esa cuenta pendiente con la propia humanidad. No es sostenible una sociedad global donde es un sueño, que no una realidad, que todas las personas sean sujetos de derecho. Como bien señalara, Cortina (1998) hasta una sociedad de demonios debe obligarse a cumplir unas normas para convivir. Las tremendas injusticias que forman parte de la cotidianidad de las relaciones humanas nos muestran que no convivimos; a lo sumo, coexistimos y, en esa coexistencia, se van produciendo

violencias diversas de unos humanos sobre otros. Esa relación, a nivel local pero también a nivel global, es insostenible.

A nivel local, tenemos países donde aumenta la brecha entre los más pobres y los más ricos; y aumenta la cantidad de niños que no pueden tener una alimentación segura. A nivel global, encontramos que los índices de pobreza siguen siendo demasiado elevados y la cantidad de conflictos bélicos, miniguerras, que no cesan; o el último y preocupante genocidio de nuestros días, el de los Rohingya, provocado por un gobierno presidido por Aung San Suu Kyi (para vergüenza mundial, Premio Nobel de la Paz de 1991). Las injusticias, las desigualdades, que no la diversidad cultural y social, deben ser superadas si queremos una sociedad humana sostenible.

En consecuencia, el desarrollo sostenible parte de la noción esencial de que todos los seres humanos, presentes y futuros, tienen iguales derechos y que la equidad y el respeto deben gobernar sus relaciones. No es sostenible un mundo donde coexistan seres humanos que acceden a todos los recursos que necesitan (más aún si utilizan recursos en actividades innecesarias) mientras otros humanos subsisten en condiciones que dificultan el acceso a recursos básicos de sustento. Las relaciones humanas que no se fundan en la equidad y el respeto mutuo se orientan, con suma rapidez, hacia la violencia insostenible. En un mundo interconectado es evidente que ninguna sociedad queda al margen de esa violencia. Lo estamos percibiendo con claridad en nuestros días con personas que huyen de la violencia armada o la violencia de la pobreza extrema hacia sociedades que, potencialmente, pueden asegurarles un futuro.

Abordar la dimensión humana del desarrollo sostenible supone no sólo acabar con la desigualdad entre lo que se ha dado en llamar primer y tercer mundo, sino defender la igualdad de oportunidades de desarrollo de todos los seres humanos (presentes y futuros). Esto supone trabajar en muchos frentes al unísono, pero destaca la lucha contra los desequilibrios, aberrantes, que existen entre países y, en cada uno de ellos, entre pobres y ricos (Rodríguez, 2014); la erradicación de la desigualdad de género que, realmente, afecta directamente a la mitad de la población mundial y es especialmente cruenta en los países con gobiernos débiles y/o ineficaces en el cuidado de sus ciudadanos; y la atención y protección de la diversidad cultural humana, lamentable y continuamente cercada por la globalización de la forma de vida occidental (Barroso, Naya y Rodríguez, 2016) y siempre en riesgo de desaparición. En especial, queremos recordar la pérdida de

lenguas minoritarias (como el ixcateco) o la violencia ejercida contra tribus que sobreviven en zonas como la Amazonía ²⁰.

Desarrollo Sostenible: su corporativización internacional

El Desarrollo Sostenible está íntimamente ligado a la ONU. El mismo informe Brundtland (1987) que planteaba los problemas derivados del modelo de desarrollo imperante fue elaborado para la ONU en 1987 y en él aparecía la noción esencial de desarrollo sostenible; pero la preocupación por los efectos colaterales no deseables que se están induciendo en el sistema natural ya venía de antes, con la creación del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en 1972 y que se ha venido desarrollando a través de conferencias, cumbres y actividades de diferente índole.²¹

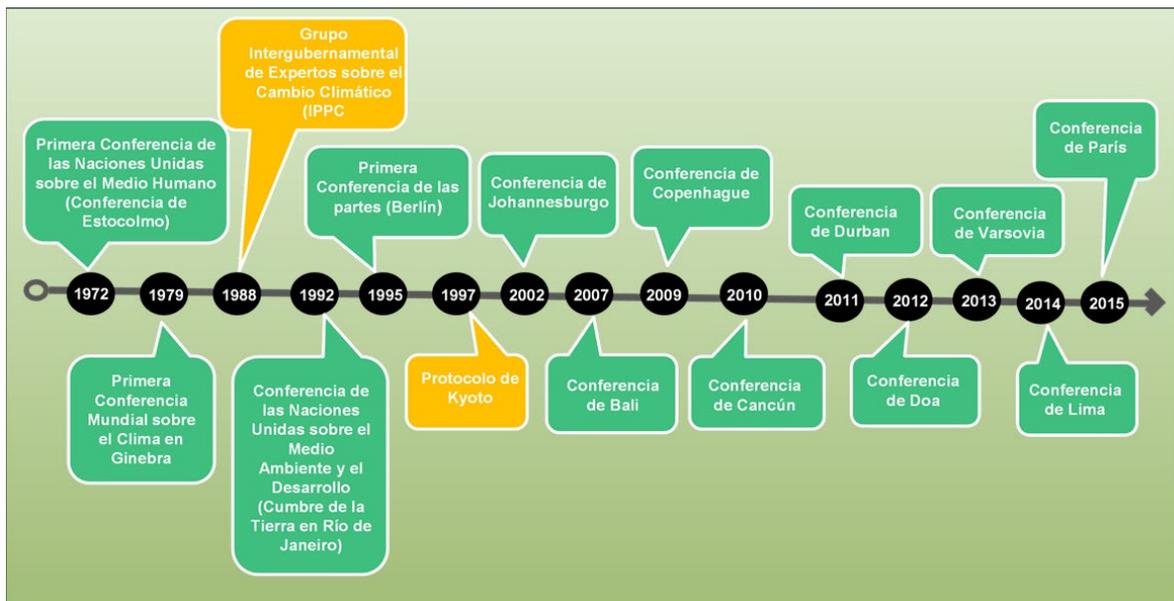


Fig. 13. Cumbres de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

Pero, no es la ONU el único organismo internacional implicado en el Desarrollo Sostenible. El Desarrollo Sostenible es una preocupación y ocupación de

²⁰ Ver: [La batalla por salvar la lengua de los siete hablantes El último hablante de chaná; Las últimas tribus no contactadas salen de la selva; un grupo de mineros asesina...](#)

²¹ De todas ellas podemos encontrar cumplida información en su web: <http://www.unep.org/americalatinacaribe/es/sobre-nosotros/acerca-de-onu-medio-ambiente>

otros organismos internacionales (OCDE, OIT, Banco Mundial, etc.) a los que es preciso añadir organismos nacionales, propios de cada estado. La implicación a nivel internacional puede interpretarse como la señal de que los cambios de rumbo en las acciones humanas sólo tendrán efecto si todos los estados, o una mayoría, o los más importantes aceptan y llevan a cabo los principios del Desarrollo Sostenible (téngase en cuenta que el tratado de Kioto de 1997, que comprometía a los países firmantes a una reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, si bien supuso el primer intento de compromiso internacional, ha incumplido sus objetivos, por lo que se propone un nuevo protocolo con el horizonte del año 2020) en “noviembre del 2002 todavía no se consiguió la total ratificación para cumplir con el 55% de CO₂” (Parra y Rojas, 2003, p. 339).

Los compromisos y pactos internacionales son fundamentales, pero, sobre todo, es indispensable su cumplimiento. Estos compromisos son bien venidos, pero el desarrollo sostenible no puede depender sólo de esta dimensión. Las decisiones que toman los organismos internacionales y los propios estados no parece que vayan a ser suficientes, por ello se ha hecho necesario dar entrada a lo local, tomando sentido el término de *glocalización*. Así, partiendo del *Programa Global para el Desarrollo Sostenible del siglo XXI*, de la Cumbre de Río, se plantea que los acuerdos han de “*ser adoptados universal, nacional y localmente por organizaciones del Sistema de Naciones Unidas, Gobiernos y Grupos Principales de cada zona en la cual el ser humano influya en el medio ambiente*” (ONU, 2018).

Bajo esta perspectiva se ponen en marcha propuestas de acciones como las Agenda 21 locales (Carrera y Germain, 2002; Aznar y Ull, 2013) que consisten, básicamente, en buscar una forma de concebir la noción de desarrollo sostenible en contextos concretos, y las acciones que, orientadas por el logro de un desarrollo sostenible, pueden ser puestas en marcha en administraciones locales, empresas, contextos educativos, etc.

En el ámbito local, la Agenda 21 se define como “*una iniciativa promovida y desarrollada desde el ámbito local, un proceso de planificación estratégica, participativo y a largo plazo, que ofrece un soporte para enfocar la gestión municipal bajo la premisa de la sostenibilidad. Apoya la buena gobernanza local, movilizándolo a los gobiernos locales y su ciudadanía, y favoreciendo la intervención de todas las partes interesadas en la toma de decisiones*” (Roqueñí y Orviz, 2005, p. 15).

Este movimiento de las corporaciones locales por el desarrollo sostenible ha dado lugar a múltiples encuentros y a protocolos de actuación y seguimiento; y también a multiplicidad de desarrollos como se indica en las conclusiones del informe: “20 años de Políticas locales de Desarrollo Sostenible en España” (2012, p. 119): “*En los 20 años transcurridos desde la Conferencia de las Naciones Unidas*

sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de 1992 los avances han sido desiguales, incluso en lo que respecta al desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza”. Esta falta de resultados positivos no es de extrañar porque, por un lado, no existe obligatoriedad de sumarse a estas propuestas y, por otro, cada municipio puede adaptarlas a su situación e intereses particulares.

SUMARIO

En este capítulo hemos abordado qué es y qué significa el desarrollo sostenible y se ha presentado la historia del concepto y su utilización institucional. Estamos habituados al discurso sobre desarrollo sostenible, sin embargo este concepto tiene diferentes significados y matices que han de ser conocidos para saber comprender qué supone el desarrollo sostenible y cuáles son los retos que plantea a la sociedad actual, ya que los llamamientos al futuro sostenible no serán operativos a menos que construyamos un presente sostenible. Hemos vinculado este concepto a dimensiones antropológicas, económicas, sociales y ecológicas ya que la sostenibilidad involucra todos estos ámbitos.

Materiales complementarios

Aguilera, F. (2013). Sobre la deshumanización de la economía y de los economistas. *Mediterráneo Económico* 23 pp. 15-29

Aguilera y Alcántara (1994) *De la Economía Ambiental a la Economía Ecológica*. Barcelona: Icaria.

Disponible en:

http://www.fuhem.es/media/ecosocial/File/Actualidad/2011/LibroEA_EE.pdf

Braungart, M. y McDonough, W. (2005) *Cradle to cradle*. Madrid: Mc Graw Hill

Carson, R. (2016). *Primavera silenciosa*. Madrid: Crítica.

Dávila, P. y Naya, L. M. (2011): *Derechos de la Infancia y Educación Inclusiva en América Latina*. Buenos Aires: Granica.

Duarte, C. (coord.) (2006) *Cambio Global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra*. Madrid: CSIC.

Disponible en:

aeclim.org/wp-content/uploads/2016/01/Cambio_global.pdf

Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad. Ensayo de una ética para la civilización tecnológica*. Herder: Barcelona

Lite, A.W. (1996) Globalisation and educational research: Whose context counts? *International Journal Educational Development*. Vol. 16, 4 pp. 427-438

Disponible en:

[https://doi.org/10.1016/S0738-0593\(96\)00063-6](https://doi.org/10.1016/S0738-0593(96)00063-6)

Malthus, T. (1.798) *Ensayo sobre el principio de la población*. (1998) Madrid: Fondo de Cultura Económica

Max-Neef, M. A (1994). *Desarrollo a escala humana: conceptos, aplicaciones y algunas reflexiones*. Barcelona: Icaria.

Mill, J.S.(1.898) *Principios de economía política: con algunas de sus aplicaciones a la filosofía social*. (2002) Madrid: Fondo de Cultura Económica

ONU: Programa 21.

Disponible en:

<http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21sptoc.htm>

Pilling, D. (2019) *El delirio del crecimiento*. Madrid: Taurus

Reich, R.B. (2013) *Aftershock. The next Economy and America's Future*. New York: Random House LLC

Ricardo, D. (1.817) *Principios de economía política y tributación*. (2003) Madrid: Pirámide

Smith, A. (1.776) *La riqueza de las naciones*. (1996) Madrid: Alianza

Stern, N. (2006) What is the Economics of Climate Change? *World Economics*, 7 (2) pp. 1-10

Disponible en:

https://www.humphreyfellowship.org/system/files/stern_summary___what_is_the_economics_of_climate_change.pdf

Tirole, J. (2017). *La economía del bien común*. Madrid: Taurus.

Películas y Documentales:

Boom Bust Boom (2015) Terry Jones

La selva esmeralda. (1985) Dir. John Boorman

Diamante de sangre. (2006) Dir. Edward Zwick

La guerra del Charlie Wilson. (2007) Dir. Mike Nichols

Living in Future's Past (2018) Dir. Susan Kucera

Enlaces de interés

El Cambio Climático está detrás de la última oleada de refugiados a Europa. En:
https://elpais.com/elpais/2019/01/23/ciencia/1548236630_898115.html

El PIB y su grave error de cálculo. En:
https://elpais.com/elpais/2019/02/01/ideas/1549019762_629559.html

Capítulo 6

INTRODUCCIÓN

El presente capítulo retoma los conocimientos previos sobre desarrollo sostenible para adentrarse en el rol que la educación debe desempeñar. Se inicia con la introducción de un ejemplo antropológico que nos permite indicar cuatro categorías de problemas asociados a la utilización indebida de los bienes naturales.

Utilizamos estas categorías de problemas para fundamentar las reflexiones en torno a la ética responsable y la necesidad de que la educación proporcione un conocimiento válido que permita una adecuada percepción de lo que supone el medio ambiente y los problemas asociados a la utilización de los recursos ambientales.

Por último, revisamos el papel de la educación formal e informal en relación con los objetivos de la sostenibilidad.

Conceptos clave: civilización; riesgo; ética ambiental; percepción ambiental; conocimiento válido; educación formal e informal.

EDUCACIÓN Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Evolución humana: las civilizaciones y sus retos

A lo largo del periodo histórico de evolución de nuestra especie, muchas han sido las civilizaciones que abordaron el reto de la utilización de los bienes naturales para transformarlos en los recursos que han necesitado para su desarrollo. El éxito (o fracaso) de estas civilizaciones ha estado directamente relacionado con cómo éstas se han enfrentado al reto del uso de los bienes que tenían a su disposición.

Los humanos han desarrollado civilizaciones que han vivido en distintos entornos y han aprendido a utilizar los bienes naturales a su alcance para hacer evolucionar estas civilizaciones, pero no siempre con éxito. La dependencia de las

condiciones ambientales en que se desarrolla una civilización, y la capacidad de que la misma se enfrente con éxito o fracaso al sostenimiento de dichas condiciones ambientales, ha sido fundamental en el progreso, prosperidad y desarrollo, o la decadencia, declive y desaparición de civilizaciones a lo largo del periodo histórico de los últimos 6.000 años.

Al igual que pasa con la percepción falsa de que la vida se desarrolla desde organismos más simples a otros más complejos, tendemos a considerar que las sociedades se desarrollan desde civilizaciones simples a otras más complejas, sin saltos, sin momentos en que unas desaparecen y otras evolucionan. Esto nos hace pensar (falsamente) en que estamos ante el momento de culminación de la civilización humana, que nuestra forma de vida y nuestras ideas de progreso social son las mejores posibles y que podremos evolucionar en nuestra civilización en un modelo de desarrollo sin límites. No obstante, antes de nuestra civilización industrial y global han existido otras que se han enfrentado a muchos de los retos a los que hoy nos enfrentamos y que, básicamente, son los retos de saber cómo gestionar los recursos y bienes de que se dispone para sobrevivir y desarrollarse en las mejores condiciones de vida posibles.

Una mirada a antiguas civilizaciones puede ayudarnos a comprender que no estamos en un proceso de desarrollo sin límites, que la forma en que hemos conseguido el bienestar social no está exenta de problemas y riesgos a los que debemos dar el valor y atención necesarios para comprender los retos a los que nos enfrentamos en el S.XXI. Aproximadamente en los últimos doscientos años hemos desarrollado la mayor parte del conocimiento, las técnicas y las tecnologías que han generado la alteración del ritmo evolutivo de este periodo geológico al que llamamos antropoceno, que se iniciaría hace unos 200.000 años con la aparición de la especie humana *homo sapiens sapiens*. Ahora bien, las principales alteraciones se desarrollan y consolidan en los grandes cambios cuantitativos, inducidos por el auge de las técnicas y tecnologías desarrolladas a partir de las sucesivas revoluciones industriales, que han dado lugar a cambios cualitativos en las dinámicas evolutivas del clima y los ecosistemas. Como hemos indicado, a lo largo de este periodo antropogénico, determinadas especies humanas han desaparecido como consecuencia de procesos evolutivos naturales, pero también han desaparecido sociedades y grandes civilizaciones humanas como consecuencia de malas gestiones de los recursos necesarios para la supervivencia.

Un ejemplo paradigmático de fracaso de una civilización es la historia de la Isla de Pascua. Esta Isla se encuentra a 3.700 km. del continente más cercano (Sudamérica) y a 2.100 km. de la isla más cercana. Fue “descubierta” por los europeos en el S.XVIII (el navegante holandés Roggeveen fue el primero en llegar a esta Isla). Sus colonizadores, al parecer de origen polinesio, en esos momentos

carecían de recursos que les permitieran navegar desde el Continente Americano, ni desde la isla más cercana, razón por la cual los europeos que arribaron a la Isla de Pascua no pudieron explicarse la existencia de estos colonizadores al no existir materiales que permitieran construir canoas aptas para largas travesías; menos aún podían explicarse la existencia de los grandes Moai (estatuas de piedra esculpidas con forma de cabeza humanoide) situadas a lo largo de la costa de la Isla cuyo peso oscila entre 10 y 270 toneladas. La Isla, en esos momentos, carecía de bosques, la producción de alimentos era escasa: tenían pollos y consumían algo de pescado, los cultivos eran muy dificultosos debido a las condiciones climáticas y el abastecimiento de agua era escaso. Además, muchos de los Moai estaban derribados o destruidos.

Se estima que la Isla de Pascua fue colonizada por humanos hacia el año 900 de nuestra era. Los estudios arqueológicos, geológicos y paleontológicos muestran que durante el periodo de desarrollo de la civilización de la Isla de Pascua hubo cambios en el ecosistema que indujeron un deterioro ambiental inevitable debido a la fragilidad del ecosistema original. Las intervenciones de deforestación (para proveerse de herramientas que hicieron posible la construcción y desplazamiento de los Moai a lo largo de kilómetros), de aniquilación de especies animales originales (utilizadas para consumo humano) y de prácticas políticas y religiosas que requerían de un uso excesivo de estos recursos, llevó a su civilización original al colapso en que se encontraba cuando llegaron los primeros europeos.

No se puede afirmar que los habitantes de Pascua fueran conscientes o inconscientes de los riesgos a que se enfrentaban a medida que talaban el bosque original para desarrollar una civilización basada en clanes que competían en demostraciones de influencia erigiendo los Moai y las plataformas que los sustentan. Lo que sí podemos afirmar es que la supervivencia, en un entorno altamente aislado, con un ecosistema frágil que se ve alterado por intervenciones que superan la tasa de reposición natural de los bienes y recursos utilizados, llevó al colapso a la civilización de la Isla de Pascua (Diamond, 2005).

Jared Diamond (2005) ilustra cuatro categorías en la toma de decisiones individuales y colectivas que pueden llevar a una civilización al colapso. Interesa tenerlas en cuenta porque nos puede hacer pensar sobre los riesgos a que nuestra forma de vida puede enfrentarse.

La primera categoría es la ausencia de previsión sobre los problemas a que se puede enfrentar una civilización y los riesgos que éstos conllevan. Esto puede deberse a dos razones, la ignorancia (en su sentido más duro) o bien al olvido (debido a una inexistencia de memoria histórica) sobre las consecuencias que acarrea dicho problema. Otro factor desencadenante de la ignorancia se vincula a

la existencia de razonamientos analógicos falsos. Es decir, establecer analogías entre situaciones anteriores y actuales que, sólo en apariencia, serían equivalentes.

La segunda categoría se vincula a la existencia, o inexistencia, de la percepción del problema. Esta categoría supone que una sociedad, por carecer de experiencias previas con problemas semejantes, puede estar insensibilizada y no percibir el problema. Tal como hemos visto, la percepción es una construcción cognitiva que, en este caso, es colectiva. En la construcción de la percepción social de un problema, coinciden diversas variables. Por un lado, el origen del problema puede estar en acciones que, en términos temporales, se remonta a situaciones o acciones previas no bien determinadas; por otro lado, el problema se puede materializar en hechos que presentan fluctuaciones en el tiempo. Las variaciones son tan leves que se tornan imperceptibles a nuestros sentidos. Es una variación de “normalidad progresiva” que puede hacernos olvidar el análisis diacrónico que permitiría construir la percepción de las dimensiones del cambio. Es el síndrome de *‘la rana hervida’* si ponemos una rana en un recipiente y calentamos el agua muy lentamente (menos de 0,02°C por minuto) la rana se quedará quieta y morirá por el calentamiento, en el caso de que el agua se caliente rápidamente, la rana saltará y escapará. Este es el caso del calentamiento global del Planeta, puesto que nosotros sólo percibimos hechos puntuales -hace más calor este verano que el anterior, pero puede que el próximo verano las temperaturas no sean tan altas- y no percibimos el proceso continuo que hace que las temperaturas globales estén en aumento, muchas personas están dispuestas a aceptar que el cambio climático no existe.

La tercera categoría se refiere al choque de intereses que puede existir en una sociedad cuando un grupo determinado, en la misma, valora que sus intereses están por encima de los intereses de la colectividad y ejercen su poder para llevar a cabo acciones que, si bien para el colectivo pueden ser perjudiciales, son favorables para dicho grupo. Este es el caso de las grandes corporaciones que ejercen su poder de influencia para incrementar beneficios económicos a costa de la explotación de recursos o la explotación de seres humanos. Además, esta categoría puede adoptar otra perversa expresión: la de considerar que si unos no llevan a cabo dicha explotación, otros lo harán, por lo que sería insensato dejar de llevarla a cabo y obtener los beneficios económicos que ello supone.

Por último, Diamond (2005) señala la categoría vinculada al poder y sus formas de ejercerlo. Cuando la élite de una sociedad valora que sus beneficios están por encima del bien común y ejercen el poder que les permite su estatus para asegurar las ventajas que ello les proporciona, se aíslan de las consecuencias negativas que sus decisiones pueden acarrear al resto de los individuos. La arrogancia de una élite, que se siente a salvo de las consecuencias negativas de sus actos y decisiones, ha sido uno de los factores que han llevado al fracaso a civilizaciones

enteras (como es el caso de la Isla de Pascua) y ha dado lugar a guerras que, habitualmente, son más perjudiciales para aquellos que están al margen de estas decisiones (ejemplo de ello son las guerras generadas para asegurar el acceso y explotación de recursos naturales). También ha dado lugar a desastres ambientales cuyas consecuencias se transfieren a una población marginada de las decisiones y de las acciones que han generado dichos desastres (como los casos del “Mar de Aral” y el Lago Chad).

Si bien las dos primeras categorías (ignorancia y falta de percepción) pueden abordarse desde la construcción del conocimiento para superar los inconvenientes que acarrearán, las categorías tercera y cuarta se asientan en razones éticas y deben abordarse desde la complejidad que supone la gestión de dilemas morales. En este escenario es habitual el llamamiento a la irresponsabilidad de ciertas élites o a la falta de decisiones adecuadas de gobiernos y/o corporaciones. Si no estamos dispuestos a aceptar en qué medida somos responsables del mantenimiento de formas de vida que dan legitimidad a esas prácticas inmorales, tendremos que considerar que es en este ámbito donde la educación ética debe empezar a actuar.

La educación puede solventar o evitar las dos primeras categorías de problemas en la medida en que proporciona el instrumento de acceso y desarrollo del conocimiento que evitaría tanto los errores debidos a la ignorancia como los que se vinculan a la inexistencia o falsa percepción de los problemas. Las categorías tercera y cuarta también estarían vinculadas a la educación en la medida en que supone un desarrollo ético que impidiera aceptar formas de vida social que legitiman prácticas económicas o gubernamentales insostenibles e inhumanas. Por ello es importante abordar qué supone la ética ecológica en el contexto de la educación y el desarrollo sostenible.

Educación y ética ecológica

En los procesos educativos que desarrollamos a lo largo de nuestra vida, nos habituamos a aceptar dinámicas de vida y costumbres que legitiman unos determinados valores. La aparición de determinados problemas y la percepción de cómo éstos se vinculan a valores que suponen la explotación ignorante, interesada e inhumana de bienes naturales, ha llevado a plantear la necesidad de construir una ética ambiental para intentar acabar con los problemas detectados. Así aparecen los valores ambientales, como propuestas de nuevos preceptos a defender y difundir (principalmente en procesos de educación formal) entre la población. Esta propuesta se materializa en acciones educativas vinculadas a la institución del Día del Agua, Día de La Tierra, Día del Árbol, la aparición de los huertos escolares, acciones de educación ambiental en Aulas de la Naturaleza, etc.

Se insiste en que los alumnos aprendan los preceptos de la *tres R's* (reducir, reciclar, reutilizar) y todo ello dirigido a las poblaciones jóvenes (niños y adolescentes) considerando que, si ellos son el futuro, estamos induciendo valores que harán posible un futuro mejor. Sin escatimar el valor que estas prácticas educativas pueden tener, lo cierto es que son insuficientes y, por demás, ineficaces. Los jóvenes no tienen capacidad para tomar decisiones; son los adultos quienes llevan a cabo esta labor. Por otra parte, confiar en un futuro mejor sin construir un presente mejor abocaría a errores del tipo que hemos mencionado al exponer las cuatro razones que pueden llevar a una civilización a su colapso.

La propuesta de una ética ambiental debe relacionarse con las categorías de problemas que Diamond (2005) ha señalado. Debe asentarse en el conocimiento válido sobre las condiciones de vida en nuestro Planeta, en el énfasis en las capacidades que favorezcan el desarrollo de la percepción sobre los problemas ambientales y en la capacitación para la resolución de los dilemas éticos relacionados con la gestión de los recursos. En esta última dimensión podemos considerar propuestas como la de Latouche (2008). Para este investigador, las R's deberían responder a ocho ámbitos: **reevaluación** de los valores sociales dominantes; **reconceptualización** del concepto de desarrollo; **reestructuración** del modelo de producción; **redistribución** del acceso y consumo de recursos; **relocalización** de la producción de bienes necesarios; **reducción** del consumo innecesario; **reciclado** combatiendo la obsolescencia programada y **reutilización**.

La ética ambiental orientada al desarrollo sostenible, debe constituir más que la simple instrucción en valores; por muy interesantes que éstos puedan aparentar, hablar de ética ambiental no es "moralizar". No debemos olvidar que los valores constituyen unos principios que, en contacto con el entorno en que se desarrolla la vida de los ciudadanos, pueden variar. Los valores que se adquieren en los procesos de educación formal interaccionan con los valores de la sociedad en que dicha educación se materializa, y unos y otros no siempre coinciden. Es más, si miramos a nuestro alrededor podemos señalar numerosas ocasiones en que estos valores 'positivos' son directamente ignorados por la sociedad. Un ejemplo de ello es que, mientras a los jóvenes se les inculcan las tres R's en los entornos de educación formal, el estímulo social al consumo es, cada vez, más insistente, y en el propio entorno escolar existen prácticas fuertemente asentadas (como es la demanda de 'material escolar') que contradicen las propuestas de las tres R's.

Todo ello debe llevarnos a repensar qué debería constituir una educación ética que capacite para conocer, percibir y solucionar los problemas que pueden llevar a la civilización actual a un estado de desarrollo que ya no sea sostenible. Para ello tendremos en cuenta que la educación, orientada al logro de los objetivos de desarrollo sostenible, debe repensar tres ámbitos: la transmisión y adquisición de

conocimiento válido, la capacitación para el desarrollo de una percepción válida del entorno y la capacitación para abordar la resolución de conflictos éticos.

El conocimiento válido

En la actualidad disponemos del conocimiento que permite entender y plantear en qué medida las alteraciones de los ritmos de evolución de procesos naturales, puede llevarnos hacia un camino sin retorno. Podemos valorar los efectos de la disminución de la biodiversidad, de las formas de vida que han hecho posible nuestra propia evolución, al haber desencadenado un ritmo de cambio ambiental que supera la capacidad de adaptación de las especies naturales. Comprender qué es y qué valor posee la biodiversidad es uno de los retos vinculados al desarrollo sostenible. Nuestra propia supervivencia está interrelacionada con la supervivencia de otras especies, y los ecosistemas en que evolucionan, en un planeta que se enfrenta al agotamiento de muchos de los recursos y bienes naturales imprescindibles para la vida tal como la conocemos. Por ello no podemos considerar que el modelo de desarrollo actual pueda ser *sostenido* en el tiempo; el desarrollo sostenible exige repensar el modo en que algunas sociedades humanas (fundamentalmente las sociedades 'desarrolladas') están utilizando los recursos y reorientar este modelo hacia formas de vida social que, sin disminuir drásticamente los logros alcanzados, permitan la sostenibilidad de los procesos naturales en los ecosistemas.

Lo que la historia de la Isla de Pascua nos puede enseñar es que nuestro ecosistema planetario es también un ecosistema con recursos que pueden agotarse si no somos conscientes de que la ruptura de los ritmos de regeneración de los mismos es susceptible de ser alterados por la intervención humana. Al parecer nos encontramos a unos 39 años luz de otro planeta capaz de sustentar formas de vida similares a las que se han desarrollado en nuestro Planeta. Estamos tan aislados como los pobladores de la Isla de Pascua si consideramos la necesidad de acceder a recursos que nos permitan un desarrollo *continuo* con la actual tasa de utilización de los mismos. A esto hay que añadir los cálculos de incremento de población humana que requerirá del uso de más recursos naturales, en la actualidad ya sobreexplotados.

Como hemos indicado, en el año 1987 se elaboró, para la ONU, el Informe Brundtland. En ese año, la población humana alcanzó 5.000 millones de personas; en la actualidad (2017) somos más de 7.500 millones y se estima que en 2030 se alcanzará un total de población de 8.500 millones de personas. Esto supone la necesidad de repensar cuáles son los retos a que la especie humana ha de enfrentarse en estos años, a fin de garantizar un bienestar de nuestra especie en el

futuro. En otras palabras, cómo gestionar los recursos que necesitamos sin poner en riesgo el futuro de las personas que existirán en nuestro Planeta en 2030. La fecha de 2030 es importante puesto que es el horizonte que señala el último informe de la ONU sobre desarrollo sostenible: “*Objetivos de Desarrollo Sostenible*”²².

La Teoría de la Evolución nos enseña que lo que denominamos ‘naturaleza’ es capaz de desarrollar muchas formas de vida diferentes; también nos muestra que, a lo largo de miles de millones de años, han aparecido y se han extinguido muchas formas de vida. Ahora tenemos que considerar cuál es nuestro rol, como especie, en la evolución humana y ambiental y considerar si debemos empezar a cambiar la evolución forzada a que estamos sometiendo al Planeta para evitar los grandes problemas que pueden dar lugar a un sufrimiento humano inaceptable. La pérdida de biodiversidad marina y terrestre, la reducción de la cantidad de agua potable disponible y el cambio climático inducido por el exceso de gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera son factores que inducen y magnifican la pobreza, el hambre, la enfermedad, las desigualdades entre individuos y entre sociedades, obstaculizando el logro de sociedades que puedan evolucionar en paz. Y este es el reto del desarrollo sostenible.

La educación, como instrumento que ha hecho posible la evolución de sociedades que comparten y difunden el conocimiento válido adquirido y desarrollado durante siglos, debe plantearse qué responsabilidad tiene a la hora de impulsar nuevos parámetros de desarrollo que hagan posible la futura evolución de nuestra especie.

La percepción de los problemas ambientales.

Habitualmente, en el discurso sobre problemas ambientales se insiste en la necesidad de concienciar a la población sobre los mismos y, si bien la concienciación es necesaria, no es suficiente.

Como hemos visto en el tercer capítulo, la percepción se construye en la medida en que somos capaces de dar significado a la información a que accedemos y está vinculada al entorno cognoscitivo, físico y cultural en que desarrollamos y construimos esa percepción. Ésta es una cuestión fundamental cuando abordamos qué son los problemas ambientales y en qué medida estamos involucrados en los mismos.

²² Asamblea General de la ONU. (2015) “Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”.

Concienciar sobre un problema no es sinónimo de comprensión del mismo. Actualmente estamos altamente concienciados de efectos perniciosos, por ejemplo, de la contaminación de los mares, sin embargo, esto no supone que comprendamos por qué es necesaria la conservación de los mismos y sin comprensión no existe percepción. Podemos advertir las basuras que arriban a las costas, y podemos valorar que no es correcto ¿nos lleva a construir una percepción válida sobre las razones por las que aparece la basura y las consecuencias que esto ocasiona? No. En todo caso se puede observar la degradación del paisaje intermareal, pero las consecuencias sobre la degradación de las condiciones y beneficios ambientales, asociados a la dinámica de la vida en los mares, queda oculta a todo individuo que desconozca esa dinámica. Estamos ante una concienciación limitada a lo inmediato, a lo que nos involucra y podemos observar directamente, pero quedan ocultos muchos procesos, tan importantes o más, que la degradación observada en un paisaje. Estos procesos pueden estar dilatados en el tiempo y en el espacio y, si la concienciación sólo atiende (como habitualmente se hace) a una apreciación de lo inmediato, estaremos construyendo una percepción defectuosa, por incompleta, del problema.

En las actuaciones de lo que se ha llamado “*concienciación social sobre problemas ambientales*”, advertimos prácticas orientadas a atender a estas variables inmediatas. Esto determina que, en muchas ocasiones, la desaparición de un síntoma de degradación observado en el entorno inmediato, genere la impresión de resolución del problema; sin embargo, dicho problema puede subsistir en parámetros no directamente observables. Por ejemplo, la restauración de un paisaje degradado puede esconder la degradación de las condiciones de estabilidad y productividad del ecosistema. De alguna manera este tipo de intervenciones se asienta en lo que hemos definido como conocimiento cotidiano y omite el conocimiento científico que podría sustentar una comprensión real del problema, y una valoración de las intervenciones para solucionarlo. Dicho de otro modo, no se construye una percepción correcta en la medida en que se carece de las capacidades para dotar de significado a lo observado o las informaciones recibidas.

En este sentido, las ampliamente divulgadas “*tres R’s*” pueden llegar a encubrir problemas mayores que, a la larga, influirán en el estado del ecosistema global. Construir una percepción de los problemas que se pretenden minimizar con esta propuesta, no debería descansar en lemas que sólo atienden a lo inmediato y el conocimiento cotidiano. Por ejemplo, en la campaña sobre la reducción del uso de materiales plásticos se omiten todas las informaciones que permitirían construir una percepción real del problema. El problema de los plásticos no es sólo la abundancia de vertederos (controlados o no) no es sólo el riesgo para especies animales. La degradación de los plásticos, tanto en medio terrestre como marítimo, genera

micropartículas no directamente observables, pero que inducen cambios en cadenas tróficas y en la disminución (en el caso de los mares) de microalgas altamente productivas en el proceso de la generación de oxígeno.

Otra cuestión a considerar es que esas tres R's habitualmente se orientan a una llamada a la responsabilidad individual, un ejemplo de ello es la insistencia que se realiza en los distintos niveles de la educación formal a propósito del cumplimiento de las mismas.

Es cierto que existen normativas reguladoras que orientan las R's hacia un control de los efectos nocivos de procesos industriales como son la emisión de gases tóxicos, la reducción de residuos o la reutilización de materiales para la producción de nuevos artículos. Sin embargo, la elaboración y el control del cumplimiento de estas normativas no está en manos de los individuos, sino de los gobiernos (tanto nacionales como supranacionales). Habitualmente, además, los ciudadanos desconocen la existencia de estas normativas y sólo ponen atención al cumplimiento de estas regulaciones ante los casos que resultan en catástrofes ambientales o humanas (como en los casos de emisión de lodos tóxicos en Aznalcollar en 1998; de la emisión de petróleo por el Prestige en 2002 en España; o el caso del accidente de Bhopal en 1984 en la India).

Como hemos apuntado, cuando se habla de las tres R's, habitualmente se está haciendo un llamamiento a la responsabilidad ciudadana en el desarrollo de su vida cotidiana. Se promueve un '*consumo responsable*' mediante reducción del consumo, acciones de separación de basuras (que faciliten el posterior reciclado de materiales), la restricción en el uso de agua o la energía, o la reutilización de residuos domésticos (como puede ser la utilización de los residuos orgánicos para hacer compost que se utilizaría en jardines particulares). En estos ejemplos podemos reconocer muchas de las campañas institucionales que se desarrollan en nuestro País. Sin embargo, poco o nada se informa a la ciudadanía sobre las normativas legales a propósito del control de procesos industriales o a propósito de lo que supone una determinada política energética. En consecuencia, la percepción sobre problemas ambientales que se induce lleva a los individuos a considerarse directamente responsables del mal estado del Planeta, eludiendo la percepción, más general, de las responsabilidades institucionales que permiten el incumplimiento de normativas o la falta de regulación normativa sobre procesos y acciones de grandes corporaciones que inducen degradaciones ambientales no siempre perceptibles desde el conocimiento cotidiano.

Otro ejemplo de ello es la falta de regulación en la emisión de micropartículas tóxicas de determinados procesos industriales (como puede ser la utilización de la incineración de basuras para la obtención de energía) que acaban en el aire o en

ecosistemas acuáticos incapaces de purificar o degradar las mismas. Los pesticidas y abonos utilizados en la agricultura industrial, no completamente metabolizados por las plantas a que se destinan y que son origen de la eutrofización de las aguas o la degradación del suelo. Un ejemplo, en el que sí están vinculadas acciones individuales, lo constituyen los contaminantes emergentes del agua que provienen de acciones cotidianas y que no son tenidas en cuenta por falta de información o formación válida de la ciudadanía: el desecho de aceites domésticos mediante el vertido por los sumideros; los tensioactivos y/o parabenos, presentes en muchos detergentes domésticos comercializados; los residuos farmacéuticos que provienen de principios activos no metabolizados por el organismo de pacientes que los utilizan o los residuos de consumidores de suplementos alimentarios, drogas, etc. Estas prácticas producen efectos colaterales no deseados en los ecosistemas que, desde la perspectiva del conocimiento cotidiano de los individuos, son inapreciables. El agua puede parecer limpia porque no podemos observar las micropartículas de contaminantes que contiene, el efecto de las mismas en el ecosistema se dejará sentir en la ruptura de la cadena trófica del mismo, pero si desconocemos la complejidad de la misma, seguiremos imaginando un agua limpia y segura.

Para construir una percepción válida de los problemas ambientales es imprescindible el conocimiento, lo más completo posible, de las dinámicas de los sistemas ambientales. Por ello la educación, fundamentalmente la educación formal, debe abordar el conocimiento de los sistemas ecológicos, sus funciones, los límites de biodegradación de contaminantes y los procesos necesarios para mantener a los ecosistemas en situación de productividad y estabilidad, superando, así, la simple formación en contenidos sobre la naturaleza.

Resolución de conflictos éticos

El tercer ámbito lo constituye la resolución de problemas que afectan a la consecución del desarrollo sostenible ¿Cómo enfrentarnos al desarrollo de dinámicas que hagan posible gestionar el uso, necesario, de los recursos sin inducir procesos no deseables?

Hemos reconocido que vivimos en un Planeta con bienes naturales finitos y con una población humana en crecimiento que requerirá del acceso a esos bienes. Los habitantes de lo que se ha dado en llamar 'primer mundo', utilizamos muchos de esos bienes, convertidos en recursos, para desarrollar nuestra forma de vida; pero no debemos olvidar que más de una tercera parte de los humanos vive en otras condiciones. En determinadas zonas del Planeta, los humanos se enfrentan cotidianamente a la escasez de alimentos y de agua potable en condiciones

sanitarias adecuadas. Estos agentes determinan una alta vulnerabilidad sanitaria y alimentaria e impide que puedan acceder a condiciones de vida digna. A todo eso se puede añadir, en determinadas situaciones, la aparición de un alto nivel de violencia armada.

Muchas de estas condiciones de vida degradada están relacionadas con cómo los países del primer mundo utilizan los bienes naturales de entornos en que se desarrolla la vida de estas personas. La expansión de monocultivos, gestionados por corporaciones del primer mundo, para producir diversos productos (cacao, café, aceite de palma, etc.) impide el acceso a la tierra que haría posibles cultivos de subsistencia para estas personas. La expansión de conflictos armados, vinculados a las necesidades de comercialización de las armas producidas en el primer mundo, impulsa la existencia de estados en las que las diferentes formas de violencia instalan condiciones de vida insostenibles. La producción de artículos, que se comercializan en el primer mundo, en condiciones de trabajo indignas y peligrosas ponen en riesgo la salud y la vida de muchas personas en los países menos desarrollados. Todo ello debería llevar a repensar cuáles son los dilemas éticos a que nos enfrentamos.

Por un lado, el uso excesivo de recursos está poniendo en riesgo a numerosas poblaciones humanas. Estamos impulsando la extinción de especies (animales y vegetales), bien por sobreexplotación o bien por inducir cambios ambientales que superan los ritmos de adaptación de especies de interés local. Los cambios inducidos en la dinámica atmosférica, debido a la proliferación de emisión de gases de efecto invernadero (cambio climático antropogénico) están provocando un ritmo de cambio en el clima global del Planeta que incrementa la aparición de catástrofes ambientales a las que son más vulnerables las especies vivas y las sociedades humanas que no están involucradas en la emisión de dichos gases. En consecuencia, deberíamos plantear la necesidad de repensar en qué medida los valores de las sociedades desarrolladas, y las prácticas que de ellos se derivan, deben ponerse a debate; pensar en qué medida los valores de las sociedades del primer mundo, vinculadas a una dinámica de consumo masivo, deben cambiar para hacer posible una ética en que se recupere el valor del ser y no del poseer.

Debemos reconocer que la forma de vida instaurada en las sociedades del primer mundo ha hecho posible el incremento del bienestar de muchas personas y la superación de muchos problemas sociales (como la existencia de epidemias y pandemias hoy superadas). El uso de medicamentos, la construcción de saneamientos adecuados y el acceso a la alimentación y agua seguras, la educación y la sanidad han hecho posible que se pueda disfrutar de una vida mejor, más satisfactoria y con mayor esperanza de vida, pero ello no puede hacernos olvidar que estas ventajas evolutivas no están al alcance de todos los humanos.

Esto plantea la necesidad de cómo hacer posible mantener nuestro nivel de satisfacción sin tener que apoyarnos en prácticas ecológicamente degradantes o prácticas de explotación inadecuadas de otros humanos (y de los recursos que pueden necesitar) para alcanzar el bienestar que hemos logrado.

Frente a esto hay opciones que pretenden (desde una óptica romántica) que deberíamos volver a situaciones de vida anteriores. No es una opción racional. Dejar de utilizar los conocimientos y las tecnologías que han hecho posible nuestro bienestar vital, supone defender una regresión en los logros alcanzados. Por otra parte, el conocimiento y las tecnologías de que disponemos pueden ser parte de las soluciones que debemos adoptar. Para ello sólo habría que repensar cómo utilizarlas de otro modo, con otros objetivos que no sean exclusivamente el incremento de la riqueza económica. En este objetivo es en el que se propone la construcción de una ética que pueda superar los problemas que afrontamos.

La educación para una ética acorde con el desarrollo sostenible no es la definición de un nuevo catálogo de valores, no es el impulso de sentimientos morales; es el desarrollo de las capacidades vinculadas a la elaboración de juicio, que permitan a los ciudadanos reconocer sus propias acciones como actuaciones que pueden originar desigualdades humanas o problemas ambientales, o bien que impulsan el bienestar de todos los humanos y las formas de vida que cohabitan con nosotros en este Planeta: es el desarrollo de un pensamiento racional y ético.

Anotaciones sobre educación formal

En primer lugar, debemos reconocer que muchas de las prácticas educativas, en el ámbito de la educación formal, están contaminadas por incoherencias. Si bien se propone en los centros educativos que hay que defender las tres R's, a la vez se proponen prácticas que no impulsan las mismas (derroche de materiales escolares, descuido en el uso de recursos, etc.) En educación ética todo cuenta, y las prescripciones sobre valores proambientales deben ser coherentes con las acciones prácticas que se llevan a cabo en el centro; en caso contrario, esas propuestas difícilmente impulsarán el objetivo de desarrollo de competencias, adecuadas para que cada estudiante esté capacitado para reconocer las repercusiones de su actividad en el proceso de lograr un desarrollo sostenible: para desarrollar lo que indicamos como pensamiento racional ético.

El contexto escolar no ha quedado al margen de las propuestas de la Cumbre de Río implicándose en el desarrollo de lo que se conoce en nuestro País como: *Agenda 21 Escolar* (A21E). Mediante las propuestas vinculadas a la A21E se intenta conseguir que los centros educativos se involucren en la puesta en marcha de acciones coherentes con el desarrollo sostenible. Esto supone que los centros

participantes deben comprometerse en prácticas sostenibles y no sólo con la enseñanza sobre desarrollo sostenible, que no sería poco, pero sí insuficiente. La A21E intenta que las escuelas sean sostenibles al tiempo que enseñan desarrollo sostenible promoviendo el desarrollo de estrategias educativas que vinculen las dimensiones ambiental, social y económica tanto en el ámbito curricular, como en los procesos extracurriculares que se desarrollan en los centros educativos y considerando el uso adecuado de los recursos que se requieren en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Así, la A21E se compromete con un estudio de los centros para conocer sus características, sus valores ambientales y las acciones de mejora en el uso de recursos que se ponen al servicio de las prácticas educativas de los centros.

Llevar a cabo la A21E, exige, en primer lugar, una evaluación del estado del centro educativo, considerando las infraestructuras (estado de los edificios, sostenibilidad en el uso de agua, electricidad, etc. accesibilidad para personas con capacidades reducidas, y accesibilidad en los transportes públicos); el uso que se realiza de materiales necesarios para la realización de las actividades del centro (materiales escolares, productos de limpieza, etc.); los procesos de reciclado que se impulsan desde el centro (por ejemplo, la existencia de contenedores específicos para los distintos tipos de residuos); posibles fuentes de contaminación acústica o ambiental que pueden afectar al desarrollo de las prácticas educativas; el vínculo con el entorno ecológico y social del centro. Esta evaluación se realizaría mediante ecoauditorías a los centros.

La evaluación del centro educativo identificará los problemas detectados, los actores implicados en cada uno de los factores analizados y propondrá acciones de mejora para optimizar el funcionamiento del centro y lograr una gestión sostenible del mismo. Las acciones concretas que se proponen para llevar a cabo el plan de mejora ambiental debe involucrar a todos los miembros de la comunidad educativa que han de verse implicados como miembros activos, impulsando la sostenibilidad de las prácticas que desarrolla cada individuo de la comunidad educativa.

La A21E, desde una propuesta orientada por la **ambientalización curricular**, intenta superar los límites que habían relegado a la Educación Ambiental a una propuesta con llamamiento a la transversalidad curricular, cuya metodología se mostró decididamente inoperativa dado que los espacios de prescripción curricular impidieron que dicha transversalidad alcanzase los objetivos previstos.

La ambientalización curricular persigue establecer los fundamentos para impulsar entornos de aprendizaje y enseñanza acordes con objetivos de sostenibilidad. No sólo se propone el análisis de los entornos físicos de los centros educativos y la detección de factores inadecuados en el centro y las aulas

(identificando, como se ha señalado, qué actores de la comunidad educativa han de promover y participar en los cambios necesarios); la ambientalización curricular también hará énfasis en las prácticas y procesos de enseñanza-aprendizaje impulsando procesos activos (tanto en el ámbito cognitivo como físico) de colaboración y participación. El sentido educativo de la ecoauditoría (desde las propuestas de ambientalización curricular) proviene de su inserción en el proyecto pedagógico del centro. No se trata de realizar una actividad meramente técnica por parte de expertos externos al centro. La ecoauditoría, si bien requiere de conocimientos especializados, ha de llevarse a cabo, también, por miembros de la comunidad educativa e insertarse en el proyecto pedagógico del mismo. En estos términos, el proyecto pedagógico debe amplificar competencias asociadas a la motivación y reflexión sobre la evaluación y el diagnóstico (llevado a cabo mediante la auditoría ambiental) y la propuesta de acciones de mejora. Todo ello ha de verse reflejado en los contenidos curriculares, los estilos de enseñanza-aprendizaje y el clima social de propio centro. A la vez persigue un compromiso de todos los miembros de la comunidad educativa en la resolución de problemas vinculados a dinámicas contrarias a la sostenibilidad.

La ambientalización curricular persigue, por tanto, la realización de un proyecto educativo que abarque aspectos vinculados a los contenidos a transmitir; las prácticas de enseñanza-aprendizaje a desarrollar; la atención a los entornos de enseñanza-aprendizaje inmediato (el centro) y próximo (entorno ecológico de cada centro educativo); y la gestión ambiental de los centros. El objetivo final de este proyecto educativo es capacitar a los estudiantes y en último término a los miembros de la comunidad educativa, para llevar a cabo procesos de transferencia de conocimientos que permitan comprender y analizar problemas ambientales globales; adquirir y desarrollar conciencia sobre los mismos, e impulsar comportamientos y prácticas sostenibles

Materializar este proyecto no es fácil. Por un lado, supone un cambio de nociones vinculados a la “cultura escolar”. Por ejemplo, la posesión individual o colectiva de libros de texto o materiales escolares. Por otro lado, si bien algunos elementos van a ser directamente responsabilidad de los miembros de la comunidad educativa, otros van a depender de factores y agentes externos a la misma. Por ello se propone que las acciones sean concretas, escalonadas en el tiempo y con dimensiones que sean accesibles y realizables por los miembros de la comunidad escolar. Por último, hay que enfatizar el reto que supone implicar a la comunidad escolar en su totalidad, lo que incluye a profesores y alumnos, pero también a padres y profesionales de la administración y servicios implicados en el funcionamiento del centro.

En el contexto universitario también se han realizado esfuerzos por lograr universidades más sostenibles y comprometidas con el desarrollo sostenible (Vilches y Gil, 2012; Aznar, Ull, Piñero, y Martínez-Agut, 2014, Murga y Novo, 2014). La UNESCO ha considerado, con buen criterio, que la universidad es un espacio de intervención necesaria para el logro del desarrollo sostenible (UNESCO, 1998, 2005 y 2009; Agenda 2030). Se cuenta con redes de carácter global como *Global Higher Education for sustainability*²³; organización internacional no gubernamental y socio oficial de la UNESCO. A partir de enero de 2017, cuenta con 650 Miembros (Instituciones y Organizaciones) con sede en unos 130 países²⁴.

La Conferencia de Rectores Universitarios de España (CRUE) no es ajena a estos planteamientos.²⁵ Concretamente la CRUE indica, en 2009, los siguientes principios:

- La adopción de una Declaración de Principios en materia de Educación para el Desarrollo Humano Sostenible aprobada por el Órgano de Gobierno de cada universidad.
- El desarrollo y la aplicación de un sistema de evaluación de la sostenibilidad que esté ligado al sistema de calidad institucional.
- La investigación en Educación para la Sostenibilidad.
- Acciones de formación del profesorado que les capaciten para la inclusión de contenidos sobre sostenibilidad en sus asignaturas, coherentes con las competencias básicas especificadas en sus guías docentes.
- La introducción en las enseñanzas prácticas de procedimientos acordes con los principios de la sostenibilidad y de prevención de riesgos.
- La inclusión de itinerarios de especialización en sostenibilidad específicos para cada titulación.
- Acciones de educación en sostenibilidad no curricular que complementen la formación del estudiante, en forma de seminarios, jornadas, mesas de trabajo, living labs, aprendizaje/servicio, etc. y que puedan tener valor en créditos de suplemento al título.
- Elaboración de recursos y materiales de apoyo a la introducción de la sostenibilidad en el currículum académico.

²³ <http://www.iau-hesd.net/en/actions/2276/global-higher-education-sustainability-partnership-ghesp>

²⁴ Puede encontrarse una información detallada y actualizada en <http://www.iau-hesd.net/en/contenu/139-iau-action.html>

²⁵ Las acciones de la CRUE sobre sostenibilidad se pueden consultar en <http://www.crue.org/SITEPages/Crue-Sostenibilidad.aspx>

- La evaluación de los trabajos de fin de grado, máster y tesis doctorales desde una perspectiva de la sostenibilidad, así como una oferta específica de carácter sostenible.
- Fomentar la coherencia de las actividades de introducción de la sostenibilidad en el currículum académico con las actividades de la vida universitaria y la gestión de los campus, otorgando la posibilidad de participación en la toma de decisiones y en las acciones que mejoren la calidad y la sensibilización socioambiental de la comunidad universitaria.
- Mecanismos de interacción social que potencien el rol de la universidad en la consecución del Desarrollo Humano Sostenible.
- Estudios de postgrado de especialización socioambiental y de prevención de riesgos.

Si bien estos principios fueron adoptados por todas las universidades españolas, en la actualidad pocas son las que efectivamente han llevado a cabo algunos de ellos. El actual compromiso de la CRUE se orienta hacia:

- Evaluación de la Sostenibilidad Universitaria.
- Mejoras Ambientales en Edificios Universitarios.
- Participación y Voluntariado.
- Prevención de Riesgos Laborales.
- Sostenibilización Curricular.
- Universidad y Movilidad Sostenible.
- Universidades Saludables.
- Urbanismo Universitario y Sostenibilidad.
- Políticas de Género.²⁶

Como se puede advertir, ha habido un claro retroceso respecto a los objetivos de conocimiento y los fundamentos éticos del desarrollo sostenible para impulsar un sentido más técnico, dejando las áreas de compromisos concretos que afectan a los ámbitos curriculares y éticos, en matices difusos vinculados a lo que podríamos señalar como espacios extracurriculares que, si bien pueden ser relevantes, no comprometen a una difusión de los conocimientos científicos, éticos, económicos, etc. que impulsen la adquisición y desarrollo del conocimiento que adquieren los estudiantes universitarios y que son el fundamento de la comprensión del significado del desarrollo sostenible.

²⁶ Véase, Jornadas CRUE-Sostenibilidad. Marzo 2018

Anotaciones sobre educación informal

En segundo lugar, debemos señalar las múltiples formas de 'educación no formal e informal' instauradas en las sociedades del primer mundo (sociedades del bienestar) que inducen a continuar con un consumo desmedido e irracional. Mientras existen informes y recomendaciones que indican la necesidad de replantear la forma en que estamos utilizando los recursos a que accedemos, la publicidad (en todas sus formas) está persuadiendo a los ciudadanos de la importancia y necesidad de un consumo permanente. Se sugiere, que para ser un ciudadano activo en nuestras sociedades debemos ser consumidores activos y no consumidores conscientes sobre lo que necesitamos (o no) para desarrollar adecuadamente nuestra vida. En este sentido, la educación ética debería orientarse a la promoción de un pensamiento racional que nos permita desarrollar la conciencia crítica necesaria para comprender cuáles son nuestras verdaderas necesidades y cuáles las necesidades inducidas por las empresas orientadas a la producción de bienes, no siempre indispensables.

Por último, debemos indicar las prácticas empresariales nocivas. Aquellas industrias que producen bienes que pueden suponer una ventaja evolutiva (como puede ser la industria farmacéutica) pero que excluyen a grandes poblaciones de las posibilidades de mejora en su vida por encarecer económicamente el acceso a estos bienes necesarios. Empresas que anteponen el incremento de beneficios económicos a costa de la producción de bienes o servicios innecesarios o redundantes. Con una mirada a la publicidad podemos ver la cantidad de firmas de cosméticos que informan de los mismos supuestos beneficios para lograr algo tan absurdo como no tener arrugas (con imágenes de personas en edad que no las tienen) o ralentizar efectos de un supuesto envejecimiento; la publicidad que induce a consumir alimentos cuyo valor nutritivo es escaso o nulo, o aquellos que se publicitan como beneficiosos para la salud, son sólo unos pocos de los ejemplos que podemos descubrir cotidianamente a nuestro alrededor.

El carecer del conocimiento sobre estas realidades, o carecer de la empatía necesaria para resolver el dilema sobre por qué unas personas acceden a ventajas mientras otras son condenadas al sufrimiento, fragmenta la educación ética de los ciudadanos del primer mundo. Así, aunque estamos preparados para defender lo que consideramos nuestros derechos, somos incapaces de reconocer que esos mismos derechos pertenecen a todos los miembros de la especie humana. Y, si bien somos sensibles moralmente a los anuncios sobre los estragos del hambre, somos incapaces de desarrollar el pensamiento ético que nos permita relacionar esa hambre con situaciones de explotación ambiental y humana que lo desencadenan; más aún, la información de la que dispone la sociedad sobre cómo se producen los recursos que utilizamos es, en el mejor de los casos, insuficiente y

habitualmente inexistente. Un ejemplo de ello es la utilización generalizada del aceite de palma para producir muchos de los alimentos procesados y productos de higiene personal: la información es escasa y encubierta en el etiquetado de estos productos; y las informaciones sobre las consecuencias socioambientales de la producción masiva de este componente está oculta.

Educación y desarrollo sostenible

El requerimiento ético de la educación y su responsabilidad en la promoción de un desarrollo sostenible, hoy, es promover el desarrollo de una experiencia equilibrada que capacite para la participación en una vida social de dimensiones humanas. Esto no supone entender la educación como un medio para alcanzar ese objetivo moral sino hacer que la educación sea vida moral, tal como afirma Dewey (2004, p. 299). Quizás el reto mayor, en este sentido, es (como hemos indicado anteriormente) hacer partícipe a los educandos de la responsabilidad que se adquiere a medida que se adquieren conocimientos. Si, tal como propone Dewey, la capacidad para vivir como miembro de una sociedad debe equilibrar procesos de recepción del acervo cognoscitivo, ético y tecnológico de esa sociedad, a la vez que le responsabiliza en la contribución que ha de realizar a su sociedad, la educación debería enfatizar la responsabilidad personal asociada a la contribución al progreso humano y no sólo en términos de una solidaridad basada en sentimientos morales.

El desarrollo sostenible exige que el conocimiento racional, y la aplicación de ese conocimiento, se comprometa al desarrollo de soluciones de los problemas de la humanidad; a su vez exige que los ciudadanos de las diferentes sociedades estén capacitados para situar los problemas humanos, y sus posibles soluciones, en la preeminencia que éstos deben ocupar para proteger e impulsar condiciones de vida digna para todos, lo que conlleva reorientar el ámbito de los valores éticos hacia la perspectiva de la humanidad en su totalidad y en consecuencia, la totalidad de las especies y ecosistemas que han coevolucionado con ella. Por ello defendemos que, institucionalmente, la educación en el contexto del desarrollo sostenible debería incorporar los conocimientos éticos necesarios para hacer posible comprender esta responsabilidad individual ante la población humana y no restringirse a la dimensión de 'sociedades' concretas, a la vez que se responsabiliza de la difusión de conocimiento válido.

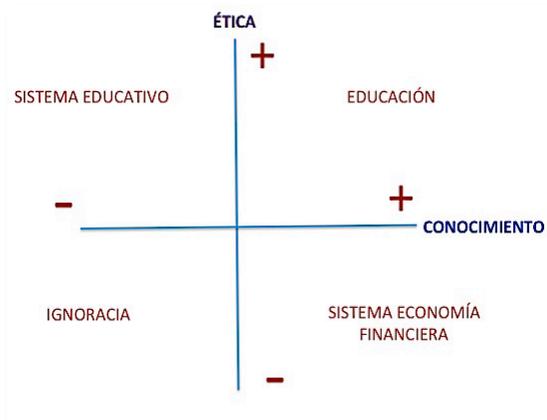


Fig. 14 Espacios de actuación y decisión

Si hiciéramos un eje de coordenadas en el que representáramos los juicios éticos y el conocimiento, comprenderíamos que el gran reto de la educación en la actualidad es llegar a cualificar a los humanos para construir el espacio de decisiones racionales en que deberían confluir el ámbito ético y el ámbito de conocimiento válido. La infravaloración de cualquiera de los dos ámbitos representados en ese eje de coordenadas daría lugar a propuestas ineficaces, ineficientes o, directamente, inmorales.

Hemos visto cómo la simple ‘concienciación’, fuertemente orientada por el impulso de sentimientos morales, no es suficiente. Desde la elaboración de los primeros informes internacionales que han abordado el problema del desarrollo sostenible hasta la actualidad, han transcurrido décadas que no han avanzado hacia la resolución de los problemas que se han reconocido como promotores y responsables de la insostenibilidad del modelo de vida social actual. Podemos conceder que, si bien se ha avanzado en la difusión y concienciación sobre algunos de estos problemas, poco se ha adelantado en la resolución de los mismos, lo que indica que estos esfuerzos han sido inútiles. Por ello proponemos reorientar la educación hacia nuevos escenarios que impulsen el conocimiento válido sobre el desarrollo sostenible y el desarrollo de capacidades que promuevan la adquisición y desarrollo de un pensamiento racional en la elaboración de juicios éticos, con el objetivo de corregir y eliminar las prácticas sociales, económicas y políticas que causan la injusticia del deterioro socioambiental.

Actualmente las acciones que se llevan a cabo en el sistema educativo, así como los análisis que provienen del ámbito educativo, omiten el valor del conocimiento y enfatizan el discurso moral, estético o emotivo. Sin desdeñar estas aportaciones, afirmamos que son insuficientes y soportamos esta afirmación en el propio sentido de la educación que no es otro que el compartir conocimientos para el logro de objetivos aceptados por la sociedad humana en su totalidad. Queremos enfatizar la idea de que no existe ni existirá un desarrollo sostenible a menos que superemos las visiones parciales orientadas por el logro de objetivos establecidos en sociedades concretas. Los retos a afrontar para el logro de un desarrollo

sostenible son retos humanos y no meramente retos sociales. Ciertamente, tal como recogen las metas que definen los “Objetivos de Desarrollo Sostenible”, se han de solucionar problemas concretos en sociedades concretas, ahora bien, el desarrollo sostenible no es un objetivo social sino un objetivo humano. Toda la humanidad está involucrada, en distintas dimensiones y diferentes grados, en los procesos que harán posible o imposible el logro de la sostenibilidad y todas las sociedades están involucradas, en diferente condición, en la propagación o resolución de los problemas vinculados al desarrollo sostenible.

Como se ha indicado, unas sociedades son más vulnerables que otras ante las consecuencias de la insostenibilidad, pero ello no significa que haya sociedades que puedan eludir los efectos negativos de la insostenibilidad. En todo proceso de evolución de un sistema, todos los componentes del mismo están en interacción y los efectos inducidos en las dinámicas del sistema se propagan, a corto o largo plazo, a la totalidad del sistema. Es habitual, en los documentos institucionales, el llamamiento a la construcción de un futuro más sostenible, sin embargo ese futuro no será posible a menos que cambiemos el presente pues es el presente (y el pasado inmediato) lo que está determinando la dinámica del proceso de insostenibilidad. Desde nuestro punto de vista, creer que las sociedades ‘avanzadas’ pueden esquivar las consecuencias de la insostenibilidad, no es más que un rasgo de ignorancia.

Si bien aparentemente las sociedades más desarrolladas no van a sufrir las carencias que destacan en sociedades subdesarrolladas, lo cierto es que el Planeta Tierra, y sus recursos, es el mismo para todas las sociedades. El agua, la atmósfera, la biodiversidad son elementos de la naturaleza que, como tal, no tienen límites administrativos o políticos, lo que está en riesgo no es el progreso de unas determinadas sociedades o países, el riesgo es global cuando somos conscientes de que todos los humanos compartimos la misma naturaleza y si bien no podemos avanzar las consecuencias concretas en cada territorio y sociedad, lo que si se puede afirmar es que el riesgo objetivo existe para todos. El grado de penetración de las consecuencias negativas será distinto, pero las habrá.

Actualmente tenemos el conocimiento y los instrumentos necesarios para minimizar los efectos globales debido a las acciones que están modificando la dinámica de los procesos naturales, de los que el fundamental es el cambio climático de origen antropogénico. Es cierto que los efectos inducidos en la dinámica climática se expandirán a lo largo de los próximos decenios, que estos cambios ya están modificando ecosistemas con pérdida de biodiversidad que genera consecuencias negativas en la supervivencia de especies biológicas y de algunas sociedades. Se están modificando los sucesos de algunos fenómenos meteorológicos intensificando localmente periodos de sequía, e intensificando

localmente fenómenos como temporales, ciclones, etc. Estos fenómenos están dirigiendo a determinadas poblaciones hacia condiciones de vida frágiles, donde la escasez de recursos y la alteración de los ecosistemas impiden el desarrollo de los individuos, restringiendo la capacidad de conservación y desarrollo de las sociedades afectadas. Pero junto a esto, actualmente tenemos la capacidad de generar todo el alimento que se necesita y podemos producir y desarrollar la tecnología capaz de mitigar los efectos negativos de estos fenómenos, pero para ello habría que cambiar algunas cosas.

Cambiar la percepción asentada en la escala social por una escala humana. Cambiar el concepto de riqueza económica por el de riqueza ecológica. Cambiar los valores de progreso, asentados en la producción y consumo de bienes, por el valor del progreso como construcción de vida digna y feliz. No son cambios tan difíciles de conseguir si somos capaces de educar y educarnos entendiendo que la educación es lo que nos habilitará para ser más que trabajadores y consumidores. La educación es el proceso mediante el que nos desarrollamos para ser personas que se reconocen como miembros de una especie única. Una especie con facultades que la sitúa en la historia de este Planeta para avanzar hacia la posibilidad de un progreso responsable con el entorno planetario y humano, un progreso integral de todos los humanos que haga posible que se comprenda y se reconozca la diversidad de la vida y la diversidad de las culturas y de los individuos como riquezas a preservar y desarrollar.

SUMARIO

La educación debe comprometerse con procesos de difusión de conocimientos que capaciten para reconocer el origen de los problemas (y sus posibles soluciones) que impiden un desarrollo socioambiental sostenible y formar en las habilidades y competencias necesarias para acabar con las injusticias humanas y ambientales que están poniendo en riesgo el presente y futuro de las especies vivas y los entornos naturales en que convivimos en el Planeta Tierra.

En este cometido, la educación ha de entenderse como el instrumento que impulse la comprensión de los procesos naturales mediante el acceso al conocimiento válido, debe ser el soporte de la construcción de una correcta percepción de los problemas ambientales y debe impulsar el desarrollo de juicios éticos que permitan una adecuada concienciación sobre los problemas a que se enfrenta el desarrollo sostenible y las soluciones posibles a estos problemas.

Materiales complementarios

Ceballos, G., Ehrlich, P., Barnosky, A.D., García, A., Pringle, R.M. & Palmer, T.M. (2015) Accelerated modern human–induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Environmental Sciences*

Disponible en:

<http://advances.sciencemag.org/content/1/5/e1400253>

Criado, M.A. (2019) *La Naturaleza ya no puede mantener a los humanos*. El País 11 oct.

https://elpais.com/elpais/2019/10/10/ciencia/1570701640_165943.html

Michael Crossley (2019) *Policy transfer, sustainable development and the contexts of education*, Compare: A Journal of Comparative and International Education, 49-2 pp.175-191

Disponible en:

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03057925.2018.1558811>

Easterly, W. (2015) *La carga del hombre blanco. El fracaso de la ayuda al desarrollo*. Barcelona: Debate

Funtowicz, S.O. (2000). *La ciencia posnormal: ciencia con la gente*. Barcelona: Icaria.

Guy, A. Brottrager, M. Crespo & J. Muttarak, R. (2019) Climate, conflicto and forced migration. *Global Environmental Change*, 54 pp. 239-249

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378018301596>

Jickling, B. & Wals. A.E.J. (2008) Globalization and environmental education: looking beyond sustainable development. *Journal of Curriculum Studies*. 40-1 pp. 1-21

Disponible en:

<https://doi.org/10.1080/00220270701684667>

Jonas, H. (2000) *El principio vida. Hacia una biología filosófica*. Madrid: Trotta

Latouche, S. (2003): Por una sociedad de decrecimiento”. *Le Monde Diplomatique*, pp. 1-4

Disponible en:

<http://www.quiendebeaquien.org/kitbcn/semanaoct07/deudaecologica/decrecimiento/por%20una%20sociedad%20de%20decrecimiento.pdf>

Latouche, S. (2008) *La apuesta por el decrecimiento ¿Cómo sobrevivir del imaginario dominante?* Barcelona: Icaria

McCowan, T. (2016) Universities and the post-2015 development agenda: an

analytical framework. *Higher Education*, 72-4 pp. 505-523

Disponible en:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10734-016-0035-7>

Scott, W. (2002) Education and Sustainable Development: challenges, responsibilities, and frames of mind. *The Trumpeter*. Vol 18-1

Disponible en:

<http://trumpeter.athabasca.ca/index.php/trumpet/article/view/123/134>

Stoknes, P.E. (2014) Rethinking climate communications and the 'psychological climate paradox'. *Energy Research and Social Science*, 1 pp.161-170

Disponible en:

https://brage.bibsys.no/xmlui/.../Stoknes_ERSS_2014.pdf

Vitousek, P., Ehrlich, P., Ehrlich, A., & Matson, P. (1986) Human Appropriation of the Products of Photosynthesis. *BioScience*, 36:6 pp.368-373

Disponible en:

<http://dieoff.com/page83.htm>

Películas y documentales:

Documentales de: En Portada

Documentos TV.

Wall-E: batallón de limpieza (2008). Dir. Andrew Stanton

Aquaman (2018) Dir. James Wan

Lorax. En busca de la Tréfila Dorada (2018) Dir. Chris Renaud

Rapa Nui (1994) Dir. Kevin Reynolds

ANEXO

DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO DEL MILENIO A LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE.

Durante la última década del S.XX y a la vista de las aportaciones de reuniones internacionales como la Cumbre de Río, se propone en la ONU diseñar una estrategia de estudio sobre los problemas principales que afectan a los países menos favorecidos y propuestas para resolverlos.

Considerando los éxitos de programas previos (como el plan Marshall para la reconstrucción de Europa tras la Segunda Guerra Mundial) y las experiencias de organismos como la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), El Banco Mundial, el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) y el Fondo Monetario Internacional (FMI) entre otros, la Organización de Naciones Unidas (ONU) encargó el estudio que dio lugar a la Declaración del Milenio.

En la Declaración del Milenio se establecieron ocho objetivos a alcanzar en el periodo de 2000 a 2015 en un intento de unificar esfuerzos internacionales para erradicar los problemas que se consideraron de resolución urgente. Supuso el punto de inicio para lo que se conoce comúnmente como los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) y están fundamentalmente orientados a unificar esfuerzos internacionales para impulsar el desarrollo en los países más desfavorecidos.

Posteriormente, a la vista de los logros parciales de las metas establecidas en la Declaración del Milenio, y siendo conscientes de los riesgos a que se enfrenta la sociedad humana global, las Naciones Unidas elaboran un nuevo plan en 2012. A diferencia de los ODM, este plan tiene carácter político; en septiembre de 2015, 193 representantes de estados miembros de las Naciones Unidas firman el documento "*Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*" estableciendo nuevas metas que servirán de indicadores para el seguimiento de la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). La Agenda de los ODS entra en vigor el 1 de enero de 2016 y los Estados firmantes se comprometen,

en la medida de sus posibilidades, a realizar los esfuerzos necesarios para alcanzar metas de sostenibilidad antes de 2030. Hay que tener en cuenta que, si bien el horizonte para el logro de los ODS se establece en 2030, algunas metas han de ir lográndose antes de esa fecha.

Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). Metas

 <p>1 ERRADICAR LA POBREZA EXTREMA Y EL HAMBRE</p>	<p>Reducir a la mitad entre 1990 y 2015, la proporción de personas con ingresos inferiores a 1,25 dólares al día Alcanzar el empleo pleno y productivo y un trabajo decente para todos, incluidos las mujeres y los jóvenes Reducir a la mitad, entre 1990 y 2015, la proporción de personas que padecen hambre</p>
 <p>2 LOGRAR LA ENSEÑANZA PRIMARIA UNIVERSAL</p>	<p>Asegurar que, en 2015, los niños y niñas de todo el mundo puedan terminar un ciclo completo de educación básica.</p>
 <p>3 PROMOVER LA IGUALDAD ENTRE LOS SEXOS Y EL EMPODERAMIENTO DE LA MUJER</p>	<p>Eliminar las desigualdades entre los géneros en la enseñanza primaria y secundaria, preferiblemente para el año 2005, y en todos los niveles de enseñanza secundaria antes de finales de 2015</p>
 <p>4 REDUCIR LA MORTALIDAD DE LOS NIÑOS MENORES DE 5 AÑOS</p>	<p>Reducir en dos terceras partes, entre 1990 y 2015, la mortalidad de niños menores de cinco años</p>

 <p>MEJORAR LA SALUD MATERNA</p>	<p>Reducir un 75% la tasa de mortalidad materna entre 1990 y 2015. Lograr, para 2015, el acceso universal a la salud reproductiva</p>
 <p>COMBATIR EL VIH/SIDA, LA MALARIA Y OTRAS ENFERMEDADES</p>	<p>Haber detenido y comenzar a reducir la propagación del VIH/SIDA. Lograr, para 2010, el acceso universal al tratamiento del VIH/SIDA de todas las personas que lo necesiten Haber detenido y comenzado a reducir, en 2015, la incidencia de la malaria y otras enfermedades graves</p>
 <p>GARANTIZAR LA SOSTENIBILIDAD DEL MEDIO AMBIENTE</p>	<p>Incorporar los principios del desarrollo sostenible en las políticas y los programas nacionales y reducir la pérdida de recursos del medio ambiente Haber reducido y haber ralentizado considerablemente la pérdida de diversidad biológica en 2010 Reducir a la mitad, para 2015, la proporción de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento Haber mejorado considerablemente, en 2020, la vida de al menos 100 millones de habitantes de barrios marginales</p>
 <p>FOMENTAR UNA ALIANZA MUNDIAL PARA EL DESARROLLO</p>	<p>Atender las necesidades especiales de los países menos desarrollados, los países sin litoral y los pequeños estados insulares en vías de desarrollo Continuar desarrollando un sistema comercial y financiero abierto, basado en reglas establecidas, predecible y no discriminatorio Lidiar en forma integral con la deuda de los países en vías de desarrollo En cooperación con el sector privado, hacer más accesible los beneficios de las nuevas tecnologías, especialmente las de información y comunicaciones</p>

Fuente: <http://www.un.org/es/millenniumgoals/global.shtml>

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Metas

 <p>Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo</p>	<p>1.1 Para 2030, erradicar la pobreza extrema para todas las personas en el mundo, actualmente medida por un ingreso por persona inferior a 1,25 dólares de los Estados Unidos al día</p> <p>1.2 Para 2030, reducir al menos a la mitad la proporción de hombres, mujeres y niños de todas las edades que viven en la pobreza en todas sus dimensiones con arreglo a las definiciones nacionales</p> <p>1.3 Poner en práctica a nivel nacional sistemas y medidas apropiadas de protección social para todos, incluidos niveles mínimos, y, para 2030, lograr una amplia cobertura de los pobres y los vulnerables</p> <p>1.4 Para 2030, garantizar que todos los hombres y mujeres, en particular los pobres y los vulnerables, tengan los mismos derechos a los recursos económicos, así como acceso a los servicios básicos, la propiedad y el control de las tierras y otros bienes, la herencia, los recursos naturales, las nuevas tecnologías apropiadas y los servicios financieros, incluida la microfinanciación</p> <p>1.5 Para 2030, fomentar la resiliencia de los pobres y las personas que se encuentran en situaciones vulnerables y reducir su exposición y vulnerabilidad a los fenómenos extremos relacionados con el clima y otras crisis y desastres económicos, sociales y ambientales</p> <p>1.a Garantizar una movilización importante de recursos procedentes de diversas fuentes, incluso mediante la mejora de la cooperación para el desarrollo, a fin de proporcionar medios suficientes y previsibles a los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados, para poner en práctica programas y políticas encaminados a poner fin a la pobreza en todas sus dimensiones</p> <p>1.b Crear marcos normativos sólidos en los planos nacional, regional e internacional, sobre la base de estrategias de desarrollo en favor de los pobres que tengan en cuenta las cuestiones de género, a fin de apoyar la inversión acelerada en medidas para erradicar la pobreza</p>
 <p>Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible</p>	<p>2.1 Para 2030, poner fin al hambre y asegurar el acceso de todas las personas, en particular los pobres y las personas en situaciones vulnerables, incluidos los lactantes, a una alimentación sana, nutritiva y suficiente durante todo el año</p> <p>2.2 Para 2030, poner fin a todas las formas de malnutrición, incluso logrando, a más tardar en 2025, las metas convenidas internacionalmente sobre el retraso del crecimiento y la emaciación de los niños menores de 5 años, y abordar las necesidades de nutrición de las adolescentes, las mujeres embarazadas y lactantes y las personas de edad</p> <p>2.3 Para 2030, duplicar la productividad agrícola y los ingresos de los productores de alimentos en pequeña escala, en particular las mujeres, los pueblos indígenas, los agricultores familiares, los pastores y los pescadores, entre otras cosas mediante un acceso seguro y equitativo a las tierras, a otros recursos de producción e insumos, conocimientos, servicios financieros, mercados y oportunidades para la generación de valor añadido y empleos no agrícolas</p> <p>2.4 Para 2030, asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad del suelo y la tierra</p>

	<p>2.5 Para 2020, mantener la diversidad genética de las semillas, las plantas cultivadas y los animales de granja y domesticados y sus especies silvestres conexas, entre otras cosas mediante una buena gestión y diversificación de los bancos de semillas y plantas a nivel nacional, regional e internacional, y promover el acceso a los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos y los conocimientos tradicionales y su distribución justa y equitativa, como se ha convenido internacionalmente</p> <p>2.a Aumentar las inversiones, incluso mediante una mayor cooperación internacional, en la infraestructura rural, la investigación agrícola y los servicios de extensión, el desarrollo tecnológico y los bancos de genes de plantas y ganado a fin de mejorar la capacidad de producción agrícola en los países en desarrollo, en particular en los países menos adelantados</p> <p>2.b Corregir y prevenir las restricciones y distorsiones comerciales en los mercados agropecuarios mundiales, entre otras cosas mediante la eliminación paralela de todas las formas de subvenciones a las exportaciones agrícolas y todas las medidas de exportación con efectos equivalentes, de conformidad con el mandato de la Ronda de Doha para el Desarrollo</p> <p>2.c Adoptar medidas para asegurar el buen funcionamiento de los mercados de productos básicos alimentarios y sus derivados y facilitar el acceso oportuno a información sobre los mercados, en particular sobre las reservas de alimentos, a fin de ayudar a limitar la extrema volatilidad de los precios de los alimentos</p>
 <p>Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades</p>	<p>3.1 Para 2030, reducir la tasa mundial de mortalidad materna a menos de 70 por cada 100.000 nacidos vivos</p> <p>3.2 Para 2030, poner fin a las muertes evitables de recién nacidos y de niños menores de 5 años, logrando que todos los países intenten reducir la mortalidad neonatal al menos hasta 12 por cada 1.000 nacidos vivos, y la mortalidad de niños menores de 5 años al menos hasta 25 por cada 1.000 nacidos vivos</p> <p>3.3 Para 2030, poner fin a las epidemias del SIDA, la tuberculosis, la malaria y las enfermedades tropicales desatendidas y combatir la hepatitis, las enfermedades transmitidas por el agua y otras enfermedades transmisibles</p> <p>3.4 Para 2030, reducir en un tercio la mortalidad prematura por enfermedades no transmisibles mediante la prevención y el tratamiento y promover la salud mental y el bienestar</p> <p>3.5 Fortalecer la prevención y el tratamiento del abuso de sustancias adictivas, incluido el uso indebido de estupefacientes y el consumo nocivo de alcohol</p> <p>3.6 Para 2020, reducir a la mitad el número de muertes y lesiones causadas por accidentes de tráfico en el mundo</p> <p>3.7 Para 2030, garantizar el acceso universal a los servicios de salud sexual y reproductiva, incluidos los de planificación de la familia, información y educación, y la integración de la salud reproductiva en las estrategias y los programas nacionales</p> <p>3.8 Lograr la cobertura sanitaria universal, en particular la protección contra los riesgos financieros, el acceso a servicios de salud esenciales de calidad y el acceso a medicamentos y vacunas seguros, eficaces, asequibles y de calidad para todos</p> <p>3.9 Para 2030, reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades producidas por productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, el agua y el suelo</p> <p>3.a Fortalecer la aplicación del Convenio Marco de la Organización Mundial de la Salud para el Control del Tabaco en todos los países, según proceda</p>

	<p>3.b Apoyar las actividades de investigación y desarrollo de vacunas y medicamentos para las enfermedades transmisibles y no transmisibles que afectan primordialmente a los países en desarrollo y facilitar el acceso a medicamentos y vacunas esenciales asequibles de conformidad con la Declaración de Doha relativa al Acuerdo sobre los ADPIC y la Salud Pública, en la que se afirma el derecho de los países en desarrollo a utilizar al máximo las disposiciones del Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual Relacionados con el Comercio en lo relativo a la flexibilidad para proteger la salud pública y, en particular, proporcionar acceso a los medicamentos para todos</p> <p>3.c Aumentar sustancialmente la financiación de la salud y la contratación, el desarrollo, la capacitación y la retención del personal sanitario en los países en desarrollo, especialmente en los países menos adelantados y los pequeños Estados insulares en desarrollo</p> <p>3.d Reforzar la capacidad de todos los países, en particular los países en desarrollo, en materia de alerta temprana, reducción de riesgos y gestión de los riesgos para la salud nacional y mundial</p>
 <p>Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos</p>	<p>4.1 De aquí a 2030, asegurar que todas las niñas y todos los niños terminen la enseñanza primaria y secundaria, que ha de ser gratuita, equitativa y de calidad y producir resultados de aprendizaje pertinentes y efectivos</p> <p>4.2 De aquí a 2030, asegurar que todas las niñas y todos los niños tengan acceso a servicios de atención y desarrollo en la primera infancia y educación preescolar de calidad, a fin de que estén preparados para la enseñanza primaria</p> <p>4.3 De aquí a 2030, asegurar el acceso igualitario de todos los hombres y las mujeres a una formación técnica, profesional y superior de calidad, incluida la enseñanza universitaria</p> <p>4.4 De aquí a 2030, aumentar considerablemente el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias necesarias, en particular técnicas y profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento</p> <p>4.5 De aquí a 2030, eliminar las disparidades de género en la educación y asegurar el acceso igualitario a todos los niveles de la enseñanza y la formación profesional para las personas vulnerables, incluidas las personas con discapacidad, los pueblos indígenas y los niños en situaciones de vulnerabilidad</p> <p>4.6 De aquí a 2030, asegurar que todos los jóvenes y una proporción considerable de los adultos, tanto hombres como mujeres, estén alfabetizados y tengan nociones elementales de aritmética</p> <p>4.7 De aquí a 2030, asegurar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas mediante la educación para el desarrollo sostenible y los estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad de género, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural y la contribución de la cultura al desarrollo sostenible</p> <p>4.a Construir y adecuar instalaciones educativas que tengan en cuenta las necesidades de los niños y las personas con discapacidad y las diferencias de género, y que ofrezcan entornos de aprendizaje seguros, no violentos, inclusivos y eficaces para todos</p> <p>4.b De aquí a 2020, aumentar considerablemente a nivel mundial el número de becas disponibles para los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados, los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países africanos, a fin de que sus estudiantes puedan matricularse en</p>

	<p>programas de enseñanza superior, incluidos programas de formación profesional y programas técnicos, científicos, de ingeniería y de tecnología de la información y las comunicaciones, de países desarrollados y otros países en desarrollo</p> <p>4.c De aquí a 2030, aumentar considerablemente la oferta de docentes calificados, incluso mediante la cooperación internacional para la formación de docentes en los países en desarrollo, especialmente los países menos adelantados y los pequeños Estados insulares en desarrollo</p>
 <p>Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas</p>	<p>5.1 Poner fin a todas las formas de discriminación contra todas las mujeres y las niñas en todo el mundo</p> <p>5.2 Eliminar todas las formas de violencia contra todas las mujeres y las niñas en los ámbitos público y privado, incluidas la trata y la explotación sexual y otros tipos de explotación</p> <p>5.3 Eliminar todas las prácticas nocivas, como el matrimonio infantil, precoz y forzado y la mutilación genital femenina</p> <p>5.4 Reconocer y valorar los cuidados y el trabajo doméstico no remunerados mediante servicios públicos, infraestructuras y políticas de protección social, y promoviendo la responsabilidad compartida en el hogar y la familia, según proceda en cada país</p> <p>5.5 Asegurar la participación plena y efectiva de las mujeres y la igualdad de oportunidades de liderazgo a todos los niveles decisorios en la vida política, económica y pública</p> <p>5.6 Asegurar el acceso universal a la salud sexual y reproductiva y los derechos reproductivos según lo acordado de conformidad con el Programa de Acción de la Conferencia Internacional sobre la Población y el Desarrollo, la Plataforma de Acción de Beijing y los documentos finales de sus conferencias de examen</p> <p>5.a Emprender reformas que otorguen a las mujeres igualdad de derechos a los recursos económicos, así como acceso a la propiedad y al control de la tierra y otros tipos de bienes, los servicios financieros, la herencia y los recursos naturales, de conformidad con las leyes nacionales</p> <p>5.b Mejorar el uso de la tecnología instrumental, en particular la tecnología de la información y las comunicaciones, para promover el empoderamiento de las mujeres</p> <p>5.c Aprobar y fortalecer políticas acertadas y leyes aplicables para promover la igualdad de género y el empoderamiento de todas las mujeres y las niñas a todos los niveles</p>
 <p>Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el</p>	<p>6.1 De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos</p> <p>6.2 De aquí a 2030, lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad</p> <p>6.3 De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial</p> <p>6.4 De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua</p>

<p>saneamiento para todos</p>	<p>6.5 De aquí a 2030, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda</p> <p>6.6 De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos</p> <p>6.a De aquí a 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, como los de captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización</p> <p>6.b Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento</p>
 <p>7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE</p> <p>Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos</p>	<p>7.1 De aquí a 2030, garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos</p> <p>7.2 De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas</p> <p>7.3 De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética</p> <p>7.a De aquí a 2030, aumentar la cooperación internacional para facilitar el acceso a la investigación y la tecnología relativas a la energía limpia, incluidas las fuentes renovables, la eficiencia energética y las tecnologías avanzadas y menos contaminantes de combustibles fósiles, y promover la inversión en infraestructura energética y tecnologías limpias</p> <p>7.b De aquí a 2030, ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles para todos en los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados, los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países en desarrollo sin litoral, en consonancia con sus respectivos programas de apoyo</p>
 <p>8 TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO</p> <p>Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el</p>	<p>8.1 Mantener el crecimiento económico per cápita de conformidad con las circunstancias nacionales y, en particular, un crecimiento del producto interno bruto de al menos el 7% anual en los países menos adelantados</p> <p>8.2 Lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación, entre otras cosas centrándose en los sectores con gran valor añadido y un uso intensivo de la mano de obra</p> <p>8.3 Promover políticas orientadas al desarrollo que apoyen las actividades productivas, la creación de puestos de trabajo decentes, el emprendimiento, la creatividad y la innovación, y fomentar la formalización y el crecimiento de las microempresas y las pequeñas y medianas empresas, incluso mediante el acceso a servicios financieros</p> <p>8.4 Mejorar progresivamente, de aquí a 2030, la producción y el consumo eficientes de los recursos mundiales y procurar desvincular el crecimiento económico de la degradación del medio ambiente, conforme al Marco Decenal de Programas sobre Modalidades de Consumo y Producción Sostenibles, empezando por los países desarrollados</p> <p>8.5 De aquí a 2030, lograr el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todas las mujeres y los hombres, incluidos los jóvenes y las personas con discapacidad, así como la igualdad de remuneración por trabajo de igual valor</p>

<p>trabajo decente para todos</p>	<p>8.6 De aquí a 2020, reducir considerablemente la proporción de jóvenes que no están empleados y no cursan estudios ni reciben capacitación</p> <p>8.7 Adoptar medidas inmediatas y eficaces para erradicar el trabajo forzoso, poner fin a las formas contemporáneas de esclavitud y la trata de personas y asegurar la prohibición y eliminación de las peores formas de trabajo infantil, incluidos el reclutamiento y la utilización de niños soldados, y, de aquí a 2025, poner fin al trabajo infantil en todas sus formas</p> <p>8.8 Proteger los derechos laborales y promover un entorno de trabajo seguro y sin riesgos para todos los trabajadores, incluidos los trabajadores migrantes, en particular las mujeres migrantes y las personas con empleos precarios</p> <p>8.9 De aquí a 2030, elaborar y poner en práctica políticas encaminadas a promover un turismo sostenible que cree puestos de trabajo y promueva la cultura y los productos locales</p> <p>8.10 Fortalecer la capacidad de las instituciones financieras nacionales para fomentar y ampliar el acceso a los servicios bancarios, financieros y de seguros para todos</p> <p>8.a Aumentar el apoyo a la iniciativa de ayuda para el comercio en los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados, incluso mediante el Marco Integrado Mejorado para la Asistencia Técnica a los Países Menos Adelantados en Materia de Comercio</p> <p>8.b De aquí a 2020, desarrollar y poner en marcha una estrategia mundial para el empleo de los jóvenes y aplicar el Pacto Mundial para el Empleo de la Organización Internacional del Trabajo</p>
 <p>9 INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA</p>	<p>9.1 Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos</p> <p>9.2 Promover una industrialización inclusiva y sostenible y, de aquí a 2030, aumentar significativamente la contribución de la industria al empleo y al producto interno bruto, de acuerdo con las circunstancias nacionales, y duplicar esa contribución en los países menos adelantados</p> <p>9.3 Aumentar el acceso de las pequeñas industrias y otras empresas, particularmente en los países en desarrollo, a los servicios financieros, incluidos créditos asequibles, y su integración en las cadenas de valor y los mercados</p> <p>9.4 De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas</p> <p>9.5 Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo</p> <p>9.a Facilitar el desarrollo de infraestructuras sostenibles y resilientes en los países en desarrollo mediante un mayor apoyo financiero, tecnológico y técnico a los países africanos, los países menos adelantados, los países en desarrollo sin litoral y los pequeños Estados insulares en desarrollo</p> <p>9.b Apoyar el desarrollo de tecnologías, la investigación y la innovación nacionales en los países en desarrollo, incluso garantizando un entorno</p>

	<p>normativo propicio a la diversificación industrial y la adición de valor a los productos básicos, entre otras cosas</p> <p>9.c Aumentar significativamente el acceso a la tecnología de la información y las comunicaciones y esforzarse por proporcionar acceso universal y asequible a Internet en los países menos adelantados de aquí a 2020</p>
 <p>Reducir la desigualdad en y entre los países</p>	<p>10.1 De aquí a 2030, lograr progresivamente y mantener el crecimiento de los ingresos del 40% más pobre de la población a una tasa superior a la media nacional</p> <p>10.2 De aquí a 2030, potenciar y promover la inclusión social, económica y política de todas las personas, independientemente de su edad, sexo, discapacidad, raza, etnia, origen, religión o situación económica u otra condición</p> <p>10.3 Garantizar la igualdad de oportunidades y reducir la desigualdad de resultados, incluso eliminando las leyes, políticas y prácticas discriminatorias y promoviendo legislaciones, políticas y medidas adecuadas a ese respecto</p> <p>10.4 Adoptar políticas, especialmente fiscales, salariales y de protección social, y lograr progresivamente una mayor igualdad</p> <p>10.5 Mejorar la reglamentación y vigilancia de las instituciones y los mercados financieros mundiales y fortalecer la aplicación de esos reglamentos</p> <p>10.6 Asegurar una mayor representación e intervención de los países en desarrollo en las decisiones adoptadas por las instituciones económicas y financieras internacionales para aumentar la eficacia, fiabilidad, rendición de cuentas y legitimidad de esas instituciones</p> <p>10.7 Facilitar la migración y la movilidad ordenadas, seguras, regulares y responsables de las personas, incluso mediante la aplicación de políticas migratorias planificadas y bien gestionadas</p> <p>10.a Aplicar el principio del trato especial y diferenciado para los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados, de conformidad con los acuerdos de la Organización Mundial del Comercio</p> <p>10.b Fomentar la asistencia oficial para el desarrollo y las corrientes financieras, incluida la inversión extranjera directa, para los Estados con mayores necesidades, en particular los países menos adelantados, los países africanos, los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países en desarrollo sin litoral, en consonancia con sus planes y programas nacionales</p> <p>10.c De aquí a 2030, reducir a menos del 3% los costos de transacción de las remesas de los migrantes y eliminar los corredores de remesas con un costo superior al 5%</p>
 <p>Lograr que las ciudades y los asentamientos</p>	<p>11.1 De aquí a 2030, asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles y mejorar los barrios marginales</p> <p>11.2 De aquí a 2030, proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad</p> <p>11.3 De aquí a 2030, aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para la planificación y la gestión participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos en todos los países</p> <p>11.4 Redoblar los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo</p>

<p>humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles</p>	<p>11.5 De aquí a 2030, reducir significativamente el número de muertes causadas por los desastres, incluidos los relacionados con el agua, y de personas afectadas por ellos, y reducir considerablemente las pérdidas económicas directas provocadas por los desastres en comparación con el producto interno bruto mundial, haciendo especial hincapié en la protección de los pobres y las personas en situaciones de vulnerabilidad</p> <p>11.6 De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo</p> <p>11.7 De aquí a 2030, proporcionar acceso universal a zonas verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles, en particular para las mujeres y los niños, las personas de edad y las personas con discapacidad</p> <p>11.a Apoyar los vínculos económicos, sociales y ambientales positivos entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales fortaleciendo la planificación del desarrollo nacional y regional</p> <p>11.b De aquí a 2020, aumentar considerablemente el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y la resiliencia ante los desastres, y desarrollar y poner en práctica, en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, la gestión integral de los riesgos de desastre a todos los niveles</p> <p>11.c Proporcionar apoyo a los países menos adelantados, incluso mediante asistencia financiera y técnica, para que puedan construir edificios sostenibles y resilientes utilizando materiales locales</p>
 <p>Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles</p>	<p>12.1 Aplicar el Marco Decenal de Programas sobre Modalidades de Consumo y Producción Sostenibles, con la participación de todos los países y bajo el liderazgo de los países desarrollados, teniendo en cuenta el grado de desarrollo y las capacidades de los países en desarrollo</p> <p>12.2 De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales</p> <p>12.3 De aquí a 2030, reducir a la mitad el desperdicio de alimentos per capita mundial en la venta al por menor y a nivel de los consumidores y reducir las pérdidas de alimentos en las cadenas de producción y suministro, incluidas las pérdidas posteriores a la cosecha</p> <p>12.4 De aquí a 2020, lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente</p> <p>12.5 De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización</p> <p>12.6 Alentar a las empresas, en especial las grandes empresas y las empresas transnacionales, a que adopten prácticas sostenibles e incorporen información sobre la sostenibilidad en su ciclo de presentación de informes</p> <p>12.7 Promover prácticas de adquisición pública que sean sostenibles, de conformidad con las políticas y prioridades nacionales</p> <p>12.8 De aquí a 2030, asegurar que las personas de todo el mundo tengan la información y los conocimientos pertinentes para el desarrollo sostenible y los estilos de vida en armonía con la naturaleza</p> <p>12.a Ayudar a los países en desarrollo a fortalecer su capacidad científica y tecnológica para avanzar hacia modalidades de consumo y producción más sostenibles</p>

	<p>12.b Elaborar y aplicar instrumentos para vigilar los efectos en el desarrollo sostenible, a fin de lograr un turismo sostenible que cree puestos de trabajo y promueva la cultura y los productos locales</p> <p>12.c Racionalizar los subsidios ineficientes a los combustibles fósiles que fomentan el consumo antieconómico eliminando las distorsiones del mercado, de acuerdo con las circunstancias nacionales, incluso mediante la reestructuración de los sistemas tributarios y la eliminación gradual de los subsidios perjudiciales, cuando existan, para reflejar su impacto ambiental, teniendo plenamente en cuenta las necesidades y condiciones específicas de los países en desarrollo y minimizando los posibles efectos adversos en su desarrollo, de manera que se proteja a los pobres y a las comunidades afectadas</p>
 <p>Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos</p>	<p>13.1 Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países</p> <p>13.2 Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales</p> <p>13.3 Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana</p> <p>13.a Cumplir el compromiso de los países desarrollados que son partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de lograr para el año 2020 el objetivo de movilizar conjuntamente 100.000 millones de dólares anuales procedentes de todas las fuentes a fin de atender las necesidades de los países en desarrollo respecto de la adopción de medidas concretas de mitigación y la transparencia de su aplicación, y poner en pleno funcionamiento el Fondo Verde para el Clima capitalizándolo lo antes posible</p> <p>13.b Promover mecanismos para aumentar la capacidad para la planificación y gestión eficaces en relación con el cambio climático en los países menos adelantados y los pequeños Estados insulares en desarrollo, haciendo particular hincapié en las mujeres, los jóvenes y las comunidades locales y marginadas</p> <p>* Reconociendo que la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático es el principal foro intergubernamental internacional para negociar la respuesta mundial al cambio climático.</p>
 <p>Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el</p>	<p>14.1 De aquí a 2025, prevenir y reducir significativamente la contaminación marina de todo tipo, en particular la producida por actividades realizadas en tierra, incluidos los detritos marinos y la polución por nutrientes</p> <p>14.2 De aquí a 2020, gestionar y proteger sosteniblemente los ecosistemas marinos y costeros para evitar efectos adversos importantes, incluso fortaleciendo su resiliencia, y adoptar medidas para restaurarlos a fin de restablecer la salud y la productividad de los océanos</p> <p>14.3 Minimizar y abordar los efectos de la acidificación de los océanos, incluso mediante una mayor cooperación científica a todos los niveles</p> <p>14.4 De aquí a 2020, reglamentar eficazmente la explotación pesquera y poner fin a la pesca excesiva, la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada y las prácticas pesqueras destructivas, y aplicar planes de gestión con fundamento científico a fin de restablecer las poblaciones de peces en el plazo más breve posible, al menos alcanzando niveles que puedan producir el máximo rendimiento sostenible de acuerdo con sus características biológicas</p>

<p>desarrollo sostenible</p>	<p>14.5 De aquí a 2020, conservar al menos el 10% de las zonas costeras y marinas, de conformidad con las leyes nacionales y el derecho internacional y sobre la base de la mejor información científica disponible</p> <p>14.6 De aquí a 2020, prohibir ciertas formas de subvenciones a la pesca que contribuyen a la sobrecapacidad y la pesca excesiva, eliminar las subvenciones que contribuyen a la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada y abstenerse de introducir nuevas subvenciones de esa índole, reconociendo que la negociación sobre las subvenciones a la pesca en el marco de la Organización Mundial del Comercio debe incluir un trato especial y diferenciado, apropiado y efectivo para los países en desarrollo y los países menos adelantados ¹</p> <p>14.7 De aquí a 2030, aumentar los beneficios económicos que los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países menos adelantados obtienen del uso sostenible de los recursos marinos, en particular mediante la gestión sostenible de la pesca, la acuicultura y el turismo</p> <p>14.8 Aumentar los conocimientos científicos, desarrollar la capacidad de investigación y transferir tecnología marina, teniendo en cuenta los Criterios y Directrices para la Transferencia de Tecnología Marina de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental, a fin de mejorar la salud de los océanos y potenciar la contribución de la biodiversidad marina al desarrollo de los países en desarrollo, en particular los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países menos adelantados</p> <p>14.9 Facilitar el acceso de los pescadores artesanales a los recursos marinos y los mercados</p> <p>14.10 Mejorar la conservación y el uso sostenible de los océanos y sus recursos aplicando el derecho internacional reflejado en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, que constituye el marco jurídico para la conservación y la utilización sostenible de los océanos y sus recursos, como se recuerda en el párrafo 158 del documento “El futuro que queremos”</p> <p>¹ Teniendo en cuenta las negociaciones en curso de la Organización Mundial del Comercio, el Programa de Doha para el Desarrollo y el mandato de la Declaración Ministerial de Hong Kong.</p>
 <p>Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la</p>	<p>15.1 Para 2020, velar por la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y los servicios que proporcionan, en particular los bosques, los humedales, las montañas y las zonas áridas, en consonancia con las obligaciones contraídas en virtud de acuerdos internacionales</p> <p>15.2 Para 2020, promover la gestión sostenible de todos los tipos de bosques, poner fin a la deforestación, recuperar los bosques degradados e incrementar la forestación y la reforestación a nivel mundial</p> <p>15.3 Para 2030, luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados, incluidas las tierras afectadas por la desertificación, la sequía y las inundaciones, y procurar lograr un mundo con una degradación neutra del suelo</p> <p>15.4 Para 2030, velar por la conservación de los ecosistemas montañosos, incluida su diversidad biológica, a fin de mejorar su capacidad de proporcionar beneficios esenciales para el desarrollo sostenible</p> <p>15.5 Adoptar medidas urgentes y significativas para reducir la degradación de los hábitats naturales, detener la pérdida de la diversidad biológica y, para 2020, proteger las especies amenazadas y evitar su extinción</p> <p>15.6 Promover la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos y promover el acceso adecuado a esos recursos, como se ha convenido internacionalmente</p>

<p>pérdida de biodiversidad</p>	<p>15.7 Adoptar medidas urgentes para poner fin a la caza furtiva y el tráfico de especies protegidas de flora y fauna y abordar la demanda y la oferta ilegales de productos silvestres</p> <p>15.8 Para 2020, adoptar medidas para prevenir la introducción de especies exóticas invasoras y reducir de forma significativa sus efectos en los ecosistemas terrestres y acuáticos y controlar o erradicar las especies prioritarias</p> <p>15.9 Para 2020, integrar los valores de los ecosistemas y la diversidad biológica en la planificación nacional y local, los procesos de desarrollo, las estrategias de reducción de la pobreza y la contabilidad</p> <p>15.10 Movilizar y aumentar de manera significativa los recursos financieros procedentes de todas las fuentes para conservar y utilizar de forma sostenible la diversidad biológica y los ecosistemas</p> <p>15.11 Movilizar un volumen apreciable de recursos procedentes de todas las fuentes y a todos los niveles para financiar la gestión forestal sostenible y proporcionar incentivos adecuados a los países en desarrollo para que promuevan dicha gestión, en particular con miras a la conservación y la reforestación</p> <p>15.12 Aumentar el apoyo mundial a la lucha contra la caza furtiva y el tráfico de especies protegidas, en particular aumentando la capacidad de las comunidades locales para promover oportunidades de subsistencia sostenibles</p>
 <p>Promover sociedades, justas, pacíficas e inclusivas</p>	<p>16.1 Reducir significativamente todas las formas de violencia y las correspondientes tasas de mortalidad en todo el mundo</p> <p>16.2 Poner fin al maltrato, la explotación, la trata y todas las formas de violencia y tortura contra los niños</p> <p>16.3 Promover el estado de derecho en los planos nacional e internacional y garantizar la igualdad de acceso a la justicia para todos</p> <p>16.4 De aquí a 2030, reducir significativamente las corrientes financieras y de armas ilícitas, fortalecer la recuperación y devolución de los activos robados y luchar contra todas las formas de delincuencia organizada</p> <p>16.5 Reducir considerablemente la corrupción y el soborno en todas sus formas</p> <p>16.6 Crear a todos los niveles instituciones eficaces y transparentes que rindan cuentas</p> <p>16.7 Garantizar la adopción en todos los niveles de decisiones inclusivas, participativas y representativas que respondan a las necesidades</p> <p>16.8 Ampliar y fortalecer la participación de los países en desarrollo en las instituciones de gobernanza mundial</p> <p>16.9 De aquí a 2030, proporcionar acceso a una identidad jurídica para todos, en particular mediante el registro de nacimientos</p> <p>16.10 Garantizar el acceso público a la información y proteger las libertades fundamentales, de conformidad con las leyes nacionales y los acuerdos internacionales</p> <p>16.11 Fortalecer las instituciones nacionales pertinentes, incluso mediante la cooperación internacional, para crear a todos los niveles, particularmente en los países en desarrollo, la capacidad de prevenir la violencia y combatir el terrorismo y la delincuencia</p> <p>16.12 Promover y aplicar leyes y políticas no discriminatorias en favor del desarrollo sostenible</p>

<p>17 ALIANZAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS</p> 	<p>17.1 Fortalecer la movilización de recursos internos, incluso mediante la prestación de apoyo internacional a los países en desarrollo, con el fin de mejorar la capacidad nacional para recaudar ingresos fiscales y de otra índole</p> <p>17.2 Velar por que los países desarrollados cumplan plenamente sus compromisos en relación con la asistencia oficial para el desarrollo, incluido el compromiso de numerosos países desarrollados de alcanzar el objetivo de destinar el 0,7% del ingreso nacional bruto a la asistencia oficial para el desarrollo de los países en desarrollo y entre el 0,15% y el 0,20% del ingreso nacional bruto a la asistencia oficial para el desarrollo de los países menos adelantados; se alienta a los proveedores de asistencia oficial para el desarrollo a que consideren la posibilidad de fijar una meta para destinar al menos el 0,20% del ingreso nacional bruto a la asistencia oficial para el desarrollo de los países menos adelantados</p> <p>17.3 Movilizar recursos financieros adicionales de múltiples fuentes para los países en desarrollo</p> <p>17.4 Ayudar a los países en desarrollo a lograr la sostenibilidad de la deuda a largo plazo con políticas coordinadas orientadas a fomentar la financiación, el alivio y la reestructuración de la deuda, según proceda, y hacer frente a la deuda externa de los países pobres muy endeudados a fin de reducir el endeudamiento excesivo</p> <p>17.5 Adoptar y aplicar sistemas de promoción de las inversiones en favor de los países menos adelantados</p>
<p>Revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible</p>	<p>Tecnología</p> <p>17.6 Mejorar la cooperación regional e internacional Norte-Sur, Sur-Sur y triangular en materia de ciencia, tecnología e innovación y el acceso a estas, y aumentar el intercambio de conocimientos en condiciones mutuamente convenidas, incluso mejorando la coordinación entre los mecanismos existentes, en particular a nivel de las Naciones Unidas, y mediante un mecanismo mundial de facilitación de la tecnología</p> <p>17.7 Promover el desarrollo de tecnologías ecológicamente racionales y su transferencia, divulgación y difusión a los países en desarrollo en condiciones favorables, incluso en condiciones concesionarias y preferenciales, según lo convenido de mutuo acuerdo</p> <p>17.8 Poner en pleno funcionamiento, a más tardar en 2017, el banco de tecnología y el mecanismo de apoyo a la creación de capacidad en materia de ciencia, tecnología e innovación para los países menos adelantados y aumentar la utilización de tecnologías instrumentales, en particular la tecnología de la información y las comunicaciones</p> <p>Creación de capacidad</p> <p>17.9 Aumentar el apoyo internacional para realizar actividades de creación de capacidad eficaces y específicas en los países en desarrollo a fin de respaldar los planes nacionales de implementación de todos los Objetivos de Desarrollo Sostenible, incluso mediante la cooperación Norte-Sur, Sur-Sur y triangular</p> <p>Comercio</p> <p>17.10 Promover un sistema de comercio multilateral universal, basado en normas, abierto, no discriminatorio y equitativo en el marco de la Organización Mundial del Comercio, incluso mediante la conclusión de las negociaciones en el marco del Programa de Doha para el Desarrollo</p> <p>17.11 Aumentar significativamente las exportaciones de los países en desarrollo, en particular con miras a duplicar la participación de los países menos adelantados en las exportaciones mundiales de aquí a 2020</p>

	<p>17.12 Lograr la consecución oportuna del acceso a los mercados libre de derechos y contingentes de manera duradera para todos los países menos adelantados, conforme a las decisiones de la Organización Mundial del Comercio, incluso velando por que las normas de origen preferenciales aplicables a las importaciones de los países menos adelantados sean transparentes y sencillas y contribuyan a facilitar el acceso a los mercados</p> <p>Cuestiones sistémicas Coherencia normativa e institucional</p> <p>17.13 Aumentar la estabilidad macroeconómica mundial, incluso mediante la coordinación y coherencia de las políticas</p> <p>17.14 Mejorar la coherencia de las políticas para el desarrollo sostenible</p> <p>17.15 Respetar el margen normativo y el liderazgo de cada país para establecer y aplicar políticas de erradicación de la pobreza y desarrollo sostenible</p> <p>Alianzas entre múltiples interesados</p> <p>17.16 Mejorar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible, complementada por alianzas entre múltiples interesados que movilicen e intercambien conocimientos, especialización, tecnología y recursos financieros, a fin de apoyar el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en todos los países, particularmente los países en desarrollo</p> <p>17.17 Fomentar y promover la constitución de alianzas eficaces en las esferas pública, público-privada y de la sociedad civil, aprovechando la experiencia y las estrategias de obtención de recursos de las alianzas</p> <p>Datos, supervisión y rendición de cuentas</p> <p>17.18 De aquí a 2020, mejorar el apoyo a la creación de capacidad prestado a los países en desarrollo, incluidos los países menos adelantados y los pequeños Estados insulares en desarrollo, para aumentar significativamente la disponibilidad de datos oportunos, fiables y de gran calidad desglosados por ingresos, sexo, edad, raza, origen étnico, estatus migratorio, discapacidad, ubicación geográfica y otras características pertinentes en los contextos nacionales</p> <p>17.19 De aquí a 2030, aprovechar las iniciativas existentes para elaborar indicadores que permitan medir los progresos en materia de desarrollo sostenible y complementen el producto interno bruto, y apoyar la creación de capacidad estadística en los países en desarrollo</p>
--	--

Fuente: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/economic-growth/>

A MODO DE CONCLUSIÓN

No deseamos acabar este texto induciendo una visión pesimista o nihilista sobre los problemas del desarrollo sostenible y la educación.

Los profesionales de la educación en todos sus ámbitos, niveles y dimensiones, somos, por definición, personas que miramos al futuro. Actuamos en el presente para proporcionar oportunidades de desarrollo y evolución de las generaciones humanas futuras. En este cometido debemos saber reconocer los aciertos y errores que podemos cometer y tenemos, por tanto, el compromiso ético de incrementar los aciertos y limitar los errores en que podemos incurrir. Esto exige el ejercicio de la crítica constructiva permanente sobre nuestro desempeño profesional. No buscamos el ejercicio de esta crítica para señalar exclusivamente los errores imputables a otros actores sociales. Por encima de ello, nos reconocemos como profesionales activos en la construcción de un mundo donde la búsqueda de la felicidad se asiente en una vida digna para todos los humanos en un contexto ecológico que haga posible la coevolución de nuestra especie con el resto de especies vivas.

Los Objetivos del Milenio y, posteriormente, los Objetivos de Desarrollo Sostenible señalan problemas actuales y pueden considerarse indicadores de riesgo para hacer posible un futuro más humano. Dejar en situación de exclusión a millones de personas en poblaciones vulnerables ante estos riesgos es directamente inhumano; permitir que la acción humana destruya la vida en la Tierra (como nos es conocida) también. Nuestro compromiso con la humanidad no puede, por tanto, acabarse con la exclusiva acción docente que nos ocupa en la asignatura de Educación y Desarrollo Sostenible. Entendemos que, desde nuestra labor como profesores de universidad, el primer compromiso es poner al servicio de la sociedad humana el conocimiento que hemos adquirido y desarrollado a lo largo de nuestros estudios e investigaciones, pero nuestra labor no sólo es enseñar o formar; por encima de ello valoramos la consecuencia de que enseñar es una acción educativa, y el compromiso que de ello se deriva nos lleva a proponer espacios de reflexión en los que nuestros estudiantes aprecien el valor del conocimiento y la responsabilidad que dicho conocimiento conlleva.

Pensamos que, más allá de los compromisos que como individuos podamos asumir, nuestro compromiso con la educación y el desarrollo sostenible en el

ejercicio de nuestra profesión, es favorecer la adquisición de los conocimientos que hagan posible comprender que somos una especie consciente de las repercusiones que el devenir histórico de nuestras sociedades ha inducido en el estado de nuestro Planeta y promover la reflexión sobre los cambios necesarios para mitigar esa situación y evitar sufrimientos humanos innecesarios. Educamos no para la angustia paralizante ni para los sentimientos morales inoperantes, sino para la confianza de que nuestra especie es capaz de mirar al futuro con la voluntad y decisión de mejorar lo que hemos alcanzado.

Somos conscientes de que nuestra labor en el sistema educativo se refleja a corto plazo en el presente, pero, más importante aún, en el futuro. Esta es la razón por la que hemos puesto a disposición de nuestro alumnado el conocimiento que, en la actualidad, hemos desarrollado sobre los problemas de la educación y el desarrollo sostenible. También somos conscientes de que estos conocimientos son necesariamente incompletos, que muchos otros investigadores aportarán experiencias y saberes importantes para elaborar un dominio de conocimientos más profundo o más amplio sobre los temas que, en este texto, hemos presentado. Por ello nuestra aspiración es haber servido de estímulo para que nuestros estudiantes se arriesguen a continuar con el desarrollo del conocimiento, ideas e interés, por el cambio evolutivo necesario que impulse una evolución humana que haga posible un mundo más justo.

Referencias bibliográficas

Introducción

- 1 Carbonell, E. y Salas, R. (2002). *Aún no somos humanos: propuestas de humanización para el tercer milenio*. Barcelona: Península.

Capítulo 1. Concepto de educación

- 2 Commoner, B. (1992). *En paz con el Planeta*. Barcelona: Crítica.
- 3 Brunner, J. (2000). *La educación, puerta de la cultura*. Madrid: Visor.
- 4 Dewey, J. (2004). *Democracia y educación*. Madrid: Morata.

Capítulo 2. Introducción a la Teoría de Sistemas

- 5 Bertalanffy, L.v. (1968). *Teoría general de los sistemas: fundamentos, desarrollo, aplicaciones*. México: Fondo de Cultura económica.
- 6 Shelley, M. (2017). *Frankenstein*. Madrid: Valdemar.
- 7 Wagensber, J. (1985). *Ideas sobre la complejidad del mundo*. Barcelona: Tusquets.
- 8 Puig, J.M. (1987). *Teoría de la Educación: una aproximación sistémico-cibernética*. Barcelona: PPU.

Capítulo 3. Introducción a la Teoría de la Evolución

- 9 Lamarc, J.B. (1986). *Filosofía zoológica*. Barcelona: Alta Fulla - Mundo Científico.
- 10 Darwin, Ch. (2009). *El origen de las especies*. Madrid: Los libros de la Catarata.
- 11 Kipling, R. (1996). *El libro de la selva*. Madrid: Santillana.
- 12 Berwick, R. Friederici, A., Chomsky, N. & Bolhuis, J. (2013). Evolution, brain and the nature of lenguaje. *Trends in Cognitive Sciences*, February Vol. 17 (2) pp. 89-98
- 13 Simon, D. & Chabris, C. (1999). Gorillas in our midst: sustained inattentional blindness for dynamic events. *Perception*, 28 pp.1059-1074
- 14 Ramachadran, V. & Blakeslee, S. (2000) *Fantasmas en el cerebro*. Barcelona: Debate
- 15 Dewey, J. (2007). *Cómo pensamos*. Barcelona: Paidós
- 16 Barroso, C. Naya, L. M. & Rodríguez, J. (2016). *El problema de la educación o la educación como problema*. En González-Geraldo (coord.) Educación, Desarrollo y Cohesión Social. Cuenca: Servicio de Publicaciones UCLM.
- 17 Sagan, C. (2005). *El mundo y sus demonios. La ciencia como una luz en la oscuridad*. Madrid: Planeta.
- 18 Eco, H. (1988). *El nombre de la rosa*. Barcelona: Lumen.

- 19 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)
http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml

Capítulo 4. Sociedad del conocimiento

- 20 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)
http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml
- 21 Esteve, J.M. (2003). *La Tercera Revolución Educativa*. Barcelona: Paidós.
- 22 Ziman, J. (1985) *Enseñanza y aprendizaje sobre la Ciencia y la Sociedad*. México: Fondo de Cultura Económica.
- 23 Dewey, J. (2007). *Cómo pensamos*. Barcelona: Paidós
- 24 Gates, B., Myhrvold, N. & Rinearson, P. (1996). *The Road Ahead*. New York: Viking Penguin,
- 25 van Deursen, A. & van Dijk, J. (2009). Using the Internet: Skill related problems in users' online behavior. *Interacting with Computers*,
 DOI:10.1016/j.intcom.2009.06.005
- 26 Deursen, A.J.A.M. van & van Dijk, J.A.G.M.(2010) Measuring Internet Skills *Journal of human-computer interaction*, 26 (10) pp. 891-916
 DOI: 10.1080/10447318.2010.496338
- 27 Dijk van, J. & Hacker, K. (2003) The Digital Divide as a Complex and Dynamic Phenomenon. *The Information Society*, 19 pp.315-326
 DOI: 10.1080/01972240390227895

Capítulo 5. Desarrollo Sostenible

- 28 Caride, J. A. (2017). Educación social, derechos humanos y sostenibilidad en el desarrollo comunitario. *Revista Interuniversitaria de Teoría de la Educación*, 29 (1) pp. 245-272.
- 29 Jiménez, L. M. (2002). Bases económicas del desarrollo sostenible, en VV.AA.: *Ecología: Perspectivas y Futuro* (pp. 24-75). Sevilla: Fundación Alternativas y Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente.
- 30 Gallopín, G. (2003). *Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico*. Países Bajos: CEPAL.
- 31 Bermejo, R. (2014). *Del desarrollo sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis*. Universidad del País Vasco: Instituto de Estudios Superiores sobre Desarrollo y Cooperación Internacional.
- 32 Jiménez, L. M. (2016). El Acuerdo climático de París: bases para una descarbonización profunda en una perspectiva europea y española. *Administración & ciudadanía: revista da Escola Galega de Administración Pública*, 11(2), 227-242.

- 33** Acuerdo de París (2015)
https://ec.europa.eu/clima/policias/international/negotiations/paris_es
- 34** Jiménez, L. M., (1997). *Desarrollo sostenible y economía ecológica*. Madrid: Síntesis.
- 35** Brundtland, G. H. (1987). World commission on environment and development (1987): Our common future. World Commission for Environment and Development.
<http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/42/427>
- 36** Protocolo de Kioto (1997) Convención marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>
- 37** Daly, H. (2012). Una economía de estado Estacionario. *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, 117, pp. 43-55
- 38** Jiménez, L. M. (2000). *Desarrollo sostenible. Transición hacia la coevolución global*. Madrid: Pirámide.
- 39** Bauman, Z (2008) *Los retos de la educación en la modernidad líquida*. Barcelona: Gedisa.
- 40** Gorz, A. (1997). *Metamorfosis del trabajo*. Madrid: Sistema.
- 41** Braungart, M. y McDonough. W. (2005) *Cradle to Cradle*. Madrid: McGraw Hill.
- 42** Colom, A. (2000). *Desarrollo sostenible y educación para el desarrollo*. Barcelona: Octaedro.
- 43** Caride, J.A. y Meira, P. (2001). *Educación Ambiental y desarrollo humano*. Barcelona: Ariel.
- 44** Vega, P. y Álvarez, P. (2005). Planteamiento de un marco teórico de la Educación Ambiental para un desarrollo sostenible. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 4(1) pp. 187-208.
- 45** Bertalanffy, L.v (1993). *Teoría general de los sistemas*. Madrid: Fondo de Cultura Económica.
- 46** Morin, E. (2007). Complejidad restringida, complejidad general. *Sostenible?* 9 pp. 23-49.
- 47** Vilches, A. y Gil-Pérez, D. (2016). La transición a la Sostenibilidad como objetivo urgente para la superación de la crisis sistémica actual. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 13 (2) pp. 395-407.
- 48** Daly, H. (1997). Criterios operativos para el desarrollo sostenible. En *Desarrollo crónica de un desafío permanente*. López, F (coord.) pp. 275-286
- 49** Novo, M. (2006) *El desarrollo sostenible. Su dimensión ambiental y educativa*. Madrid: Pearson-UNESCO.

- 50 World Wildlife Fund for Nature (WWF) (2016). *La humanidad entra hoy en déficit ecológico*. Consultado en <http://www.wwf.es/?40460/La-humanidad-entra-hoy-en-deficit-ecologico>
- 51 Jiménez, L. M., (1999). Desarrollo global, desarrollo sostenible y coevolución. *Sostenible?*, 1, 36-63.
- 52 Intergovernmental Panel on Climate Change
<https://www.ipcc.ch>
- 53 Naess, A. (2007). Los movimientos de la ecología superficial y la ecología profunda: un resumen. *Ambiente y Desarrollo*, 23(1) pp. 98-101.
- 54 Declaración Universal de Derechos Humanos
<https://www.un.org>
- 55 Dávila, P. y Naya, L. M. (2011): *Derechos de la Infancia y Educación Inclusiva en América Latina*. Granica: Buenos Aires.
- 56 Cortina, A. (2009a). *Ética de la razón cordial. Educar en la ciudadanía en el siglo XXI*. Oviedo: Nobel.
- 57 Cortina, A. (2009b). *Las fronteras de la persona. El valor de los animales, la dignidad de los humanos*. Madrid: Taurus.
- 58 Cortina, A. (1998). *Hasta un pueblo de demonios. Ética pública y sociedad*. Madrid: Taurus.
- 59 Rodríguez, J. (2014). ¿Qué actitud adoptar ante la educación emprendedora? En L. Núñez (coord.) *Cultura emprendedora y Educación* pp. 151-159. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- 60 Barroso, C.; Naya, L. M.^a & Rodríguez, J. A. (2015). El problema de la educación o la educación como problema. En J.J. González-Geraldo (Coord.), *Educación, Desarrollo y Cohesión Social* pp.23-56. Castilla La Mancha: Ediciones de la Universidad de Castilla La Mancha.
- 61 Brundtland, G. H. (1987). *World commission on environment and development (1987): Our common future*. World Commission for Environment and Development.
- 62 Carrera Gallissà, E., & Germain i Otzet, J. (2002). Contextualització històrica i conceptualització general de l'Agenda 21. *Sostenible?*, 4, 23-41.
- 63 Aznar, P., & Ull, M.Á. (2012). *La responsabilidad por un mundo sostenible. Propuestas educativas a padres y profesores*. Bilbao: Desclée.
- 64 Roqueñí, N. y Orviz, P. (2005). *Agenda 21 local en Asturias. Guía para municipios* Oviedo: Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras del Principado de Asturias.
- 65 Federación Española de Municipios (2012). *Provincias. 20 años de políticas locales*

de desarrollo sostenible en España. Santander: España.

Capítulo 6. Educación y Desarrollo Sostenible

- 66 Diamond, J. (2006). *Colapso*. Barcelona: Random House-Mondadori
- 67 Vilches, A., y Gil, D. (2012). La educación para la sostenibilidad en la Universidad: el reto de la formación del profesorado. *Profesorado. Revista de currículum y formación de profesorado*, 16(2) pp. 25-43.
- 68 Aznar, P.; Ull, M.A.; Martínez-Agut, P. y Piñero, A. (2013). El Tesoro de Sostenibilidad. En http://angelsull.es/sostenibilidad/wp-content/uploads/2015/06/EI_Tesoro_de_Sostenibilidad-Sostenibilidad-y-Educaci%C3%B3n-Superior.pdf
- 69 Murga-Menoyo, M. A., y Novo, M. (2014). La formación de competencias en sostenibilidad: una estrategia para la mejora de la empleabilidad en sociedades sostenibles. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 139 pp.527-535.
- 70 UNESCO (1998). *La educación superior en el siglo XXI. Visión y acción*. Consultado en: www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm
- 71 UNESCO (2005). Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible. Consultado en: https://www.google.com/search?q=*UNESCO+%282005%29.+Decenio+de+las+Naciones+Unidas+de+la+Educaci%C3%B3n+para&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b#
- 72 UNESCO (2009). *La nueva dinámica de la Educación superior y la investigación*. Consultado en <https://www.google.com/search?q=UNESCO+%282009%29.+La+nueva+din%C3%A1mica+de+la+Educaci%C3%B3n+superior+y+la+investigaci%C3%B3n&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b#Agenda+2030>
- 73 Dewey, J. (2004) *Democracia y educación*. Madrid: Morata

Los autores suscriben los principios del copyleft.

Los autores consideramos que el conocimiento es un bien público, cuya difusión ha de beneficiar a la sociedad. Por ello, el contenido de este trabajo puede ser usado, modificado y distribuido sin otras restricciones que la cita de la fuente original y la disposición pública de los materiales a que pudiera dar origen el uso de esta obra.

