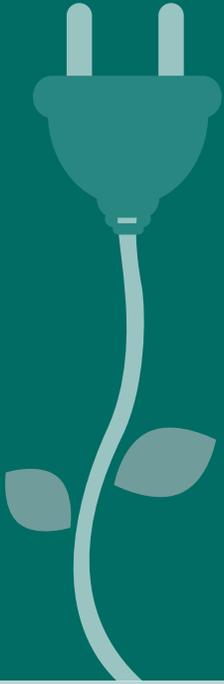




Hacia un nuevo estilo de vida:

LA SUSTEN- TABILIDAD

Dalia Elizabeth Ayala Islas



Secretaría de Educación Pública

Mtro. Aurelio Nuño Mayer
Secretario de Educación Pública

Dr. Rodolfo Tuirán Gutiérrez
Subsecretario de Educación Media Superior

Mtro. Daniel Hernández Franco
Coordinador Sectorial de Desarrollo Académico

Dalia Elizabeth Ayala Islas

Licenciada en Biología por la UNAM.
Directora de Educación Ambiental del Programa Universitario de Medio Ambiente de la UNAM (PUMA).

Alejandra Pellicer

Coordinadora de la serie. Consejo para la Evaluación de la Educación del Tipo Medio Superior A.C. (COPEEMS)

Coordinación editorial

Oficina de Enlace de Comunicación de la SEMS

DCG. Luz María Zamitiz Cruz

Diseño gráfico y editorial

Primera edición, 2016

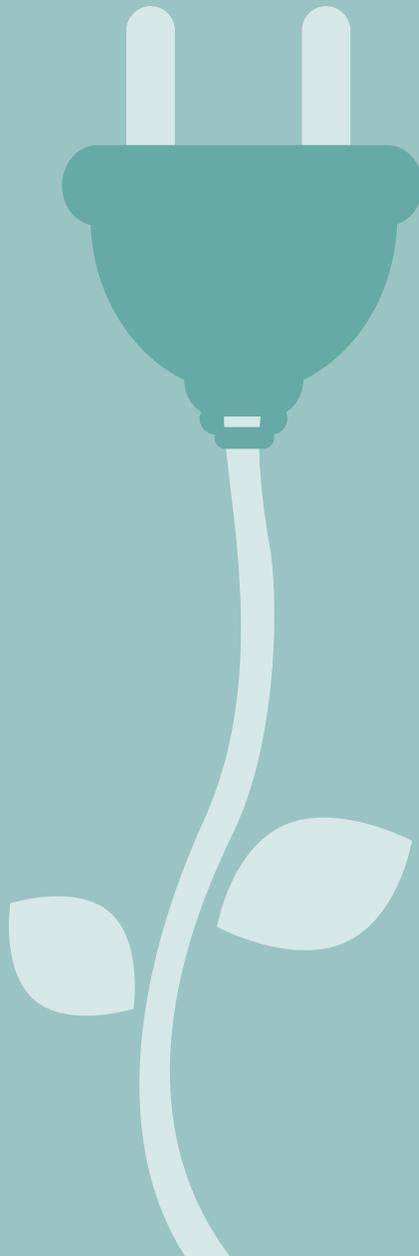
Secretaría de Educación Pública

Subsecretaría de Educación Media Superior

Argentina Núm. 28 Col. Centro Histórico, Del. Cuauhtémoc

Ciudad de México.

Se permite la reproducción total o parcial del material publicado citando la fuente. Los textos son responsabilidad del autor y no reflejan necesariamente la opinión de la Subsecretaría de Educación Media Superior.





1. Introducción	9
2. La importancia del docente para la enseñanza de la sustentabilidad	13
3. La sustentabilidad	19
3.1. El contexto de la sustentabilidad: la crisis ambiental y social	21
3.1.1. Escala Global. El Antropoceno	23
3.1.2. Los límites planetarios	27
3.1.3. Escala Nacional. La situación de México	36
3.1.4. Causas de la degradación ambiental	43
3.2. Origen y evolución del concepto de sustentabilidad	45
3.2.1. Aldo Leopold y la ética de la tierra	46
3.2.2. Rachel Carson y la primavera silenciosa	48
3.2.3. Las grandes reuniones internacionales, el desarrollo sustentable y la sustentabilidad	50
3.2.4. Uso y abuso del término. Distintas visiones de sustentabilidad	66
3.3. La sustentabilidad hoy	70
3.3.1. Dimensiones y escalas de sustentabilidad	75
3.3.2. Temas de la sustentabilidad	80
3.3.3. Diseño de estrategias y proyectos de sustentabilidad	82
3.4. La sustentabilidad hacia el futuro	85

137



149



153



163



4. Estrategia didáctica para la enseñanza de la sustentabilidad 87

4.1. Actividad introductoria sobre la sustentabilidad	93
4.1.1. Elaboración del mapa cognitivo	95
4.1.2. Análisis del mapa cognitivo	96
4.1.3. Construcción del concepto de sustentabilidad	109
4.1.4. Discusión de cierre	115
4.2. Otros apoyos didácticos	121
4.2.1. Elaboración de un ensayo a partir de una lectura	121
4.2.2. Investigación documental sobre aditivos en alimentos	122
4.2.3. Elaboración de proyectos escolares como estrategia de enseñanza - aprendizaje de la sustentabilidad	125
4.3. Materiales de apoyo	127
4.4. Los contenidos curriculares y los temas de la sustentabilidad	133

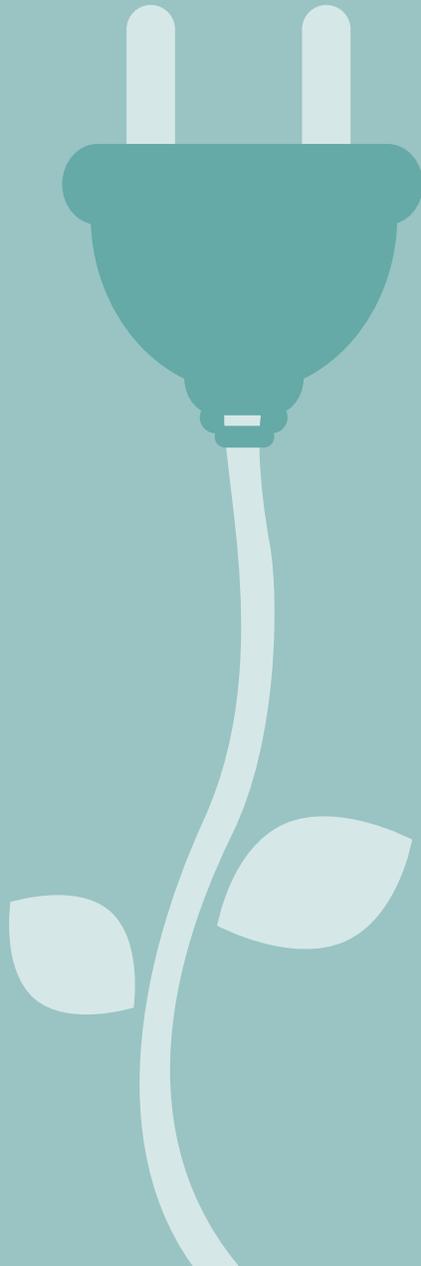
5. Reflexiones y sugerencias de evaluación 137

5.1. Mapas cognitivos	140
5.2. Ensayo	142
5.3. Investigación documental	143
5.4. Proyectos escolares	144
5.6. Lo que sé - lo que quiero saber - lo que aprendí	146

6. A manera de cierre 149

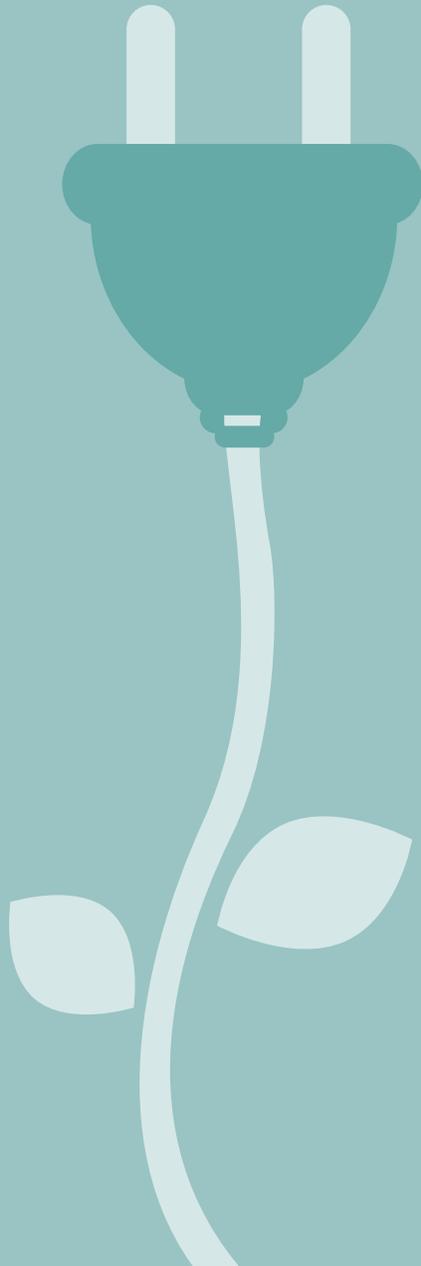
7. Glosario 153

8. Referencias 163





Introducción



Actualmente, todos tenemos claro en mayor o menor medida que estamos enfrentando una crisis ambiental que pone en riesgo el bienestar y la calidad de vida de las sociedades humanas en el presente y a largo plazo.

Entre las estrategias necesarias para hacer frente a esta crisis se mencionan el desarrollo de tecnología, herramientas económicas que permitan mantener y elevar la producción y el consumo, políticas sociales y una mayor educación. Sin embargo, existe poca claridad sobre lo que significan estas estrategias, su viabilidad y pertinencia e, incluso, los costos socio-ambientales derivados de su aplicación.

En este fascículo se abordará uno de los temas más representativos de la búsqueda de estrategias que nos permitan prevenir y contrarrestar los graves problemas ambientales, sociales y económicos que enfrentamos y que además sirvan de base para construir un futuro diferente: la sustentabilidad.

El objetivo es ofrecer a los docentes elementos y herramientas didácticas para trabajar un tema que se ha abordado muy poco en la Educación Media Superior y que ante los cambios ambientales que se producirán en las próximas décadas, es muy relevante, ya que ayuda a los alumnos a: pensar sobre su entorno, analizar problemas de actualidad y formarse como ciudadanos participativos y críticos, capaces de promover soluciones creativas para resolver los problemas ambientales y sociales de su localidad y el país.

En la primera parte del fascículo se abordará el papel del docente para fomentar y desarrollar el pensamiento **resiliente**¹ en sus alumnos y su relación con la sustentabilidad. A continuación se describe el contexto ambiental actual y la crisis civilizatoria, mencionando las causas de los problemas ambientales y la situación am-

¹ El pensamiento resiliente se refiere a la capacidad de responder a los cambios ambientales de manera innovadora para mantener la integridad de los sistemas socio-ecológicos. Este concepto se explica con más detalle en el apartado 2 y en el glosario.



biental de México. En la siguiente parte se explica el origen y la evolución del concepto de sustentabilidad haciendo referencia al trabajo de Aldo Leopold y Rachel Carson, los documentos y reuniones internacionales relevantes, así como el significado actual de sustentabilidad, sus dimensiones, escalas, temas y críticas al concepto.

En el apartado 4 se presenta la propuesta didáctica, la cual se enfoca en el análisis y reflexión del concepto de sustentabilidad a partir de la elaboración de un mapa cognitivo de manera grupal y el análisis de las ideas y conceptos plasmados en el mapa por parte de los alumnos. Es importante mencionar que la actividad didáctica no requiere que el docente brinde una explicación previa sobre la sustentabilidad, por lo que el capítulo 2 está pensado para ser un referente para que el docente pueda guiar la actividad de manera adecuada y ayudar a los alumnos a que, a través del mapa cognitivo puedan reconocer las dimensiones, escalas y temas de la sustentabilidad, así como identificar la escala en la que las acciones individuales inciden y el concepto de responsabilidades compartidas pero diferenciadas. De este modo se fomenta el compromiso y se fortalece la motivación para participar de manera más activa en sus comunidades.

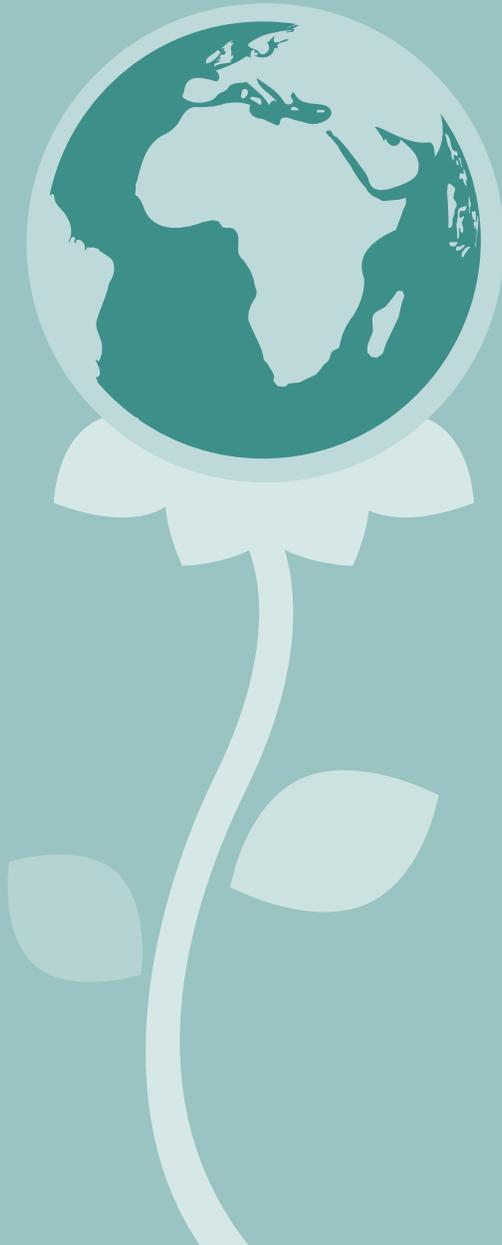
Además se presentan algunas actividades complementarias para trabajar el tema de sustentabilidad. En el último apartado se presentan herramientas para evaluar el aprendizaje de los alumnos sobre estos temas. A lo largo del texto se encontrarán palabras y conceptos en negritas como indicativo de que sus definiciones se encuentran en el glosario al final del fascículo.

En resumen, con este fascículo se pretende que el docente se familiarice con el concepto de sustentabilidad y sus implicaciones, y que adquiera herramientas para incluir este tema en su práctica y fomentar el pensamiento resiliente en los alumnos, de manera que desarrollen habilidades de análisis, reflexión y capacidad de trabajar en equipo.





La importancia del docente para la enseñanza de la sustentabilidad



En esta sección se abordará el valor del trabajo del docente para impulsar la formación de ciudadanos responsables, comprometidos y con sentido crítico, que sean capaces de convertirse en agentes activos y que participen en la construcción de sociedades resilientes y de un futuro con bienestar dentro de los límites de los ecosistemas del planeta.

La educación ha demostrado ser una poderosa herramienta para llevar información a las personas, fortalecer la capacidad de organización y la participación en la toma de decisiones más adecuadas para las condiciones de cada sitio. En diversas investigaciones se ha encontrado que un mayor acceso a la información y la generación de espacios de enseñanza-aprendizaje en donde se privilegia la participación activa, genera mejores estrategias de uso de recursos y conservación.

Un ejemplo de esto es la producción de miel orgánica en la península de Yucatán, en donde diversas cooperativas (muchas formadas sólo por mujeres) han mejorado sus procesos de producción y manejo de las colmenas, logrando producir miel orgánica de muy buena calidad que en su mayoría es exportada a países europeos. En este caso la combinación entre el manejo tradicional de las colmenas y el aprendizaje para mejorar las condiciones de producción generaron una mejor calidad de vida para los miembros de las cooperativas y sus familias, además de fortalecer los lazos sociales y la organización local y regional (CONABIO s/f).

Los docentes tienen la responsabilidad de fomentar el aprendizaje, pero también tienen la gran oportunidad de fungir como guías para el desarrollo de habilidades y de la capacidad reflexiva de los estudiantes que les generen confianza y los conviertan en ciudadanos con sentido crítico, que participen con responsabilidad y compromiso en la transformación social tan necesaria para resolver muchos de los problemas ambientales sociales y económicos que enfrentamos como especie.

Hoy se habla de la importancia de construir sociedades resilientes, capaces de convertir las perturbaciones y los impactos en



oportunidades para renovarse y generar respuestas innovadoras para adaptarse a los cambios de los sistemas socio – ecológicos derivados de la crisis que enfrentamos. Para lograrlo se consideran siete principios fundamentales (Hauge *et al.* 2014):

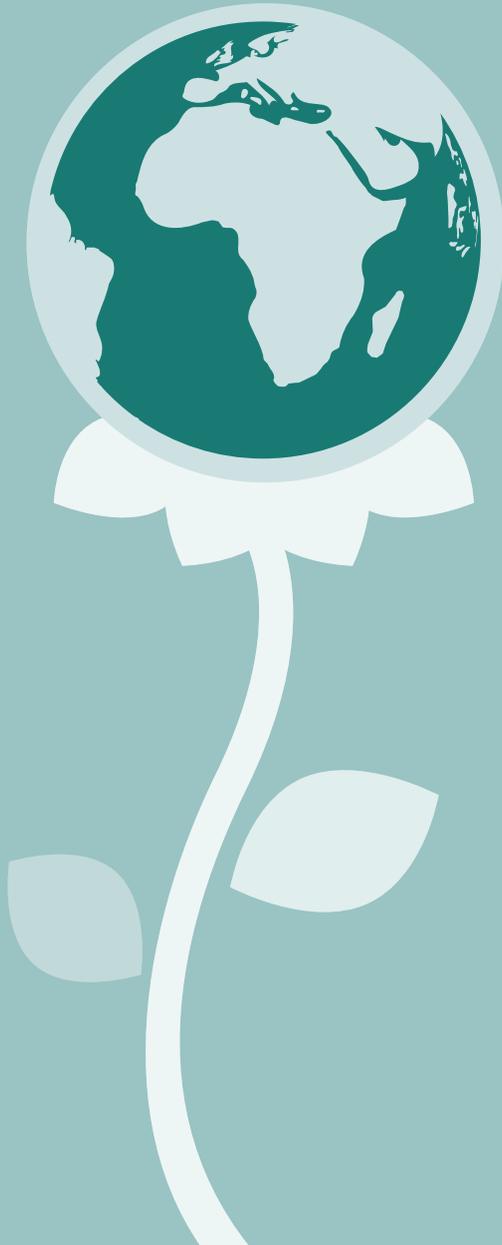
- 1) Valorar y mantener la diversidad de elementos en los socio – ecosistemas (especies, paisajes, saberes, actores sociales, grupos culturales, etc.);
- 2) Manejar y mantener las conexiones entre ecosistemas, paisajes, grupos sociales e instituciones;
- 3) Mantener y manejar variables lentas (las que cambian en periodos de tiempo largo como algunos nutrientes en los ecosistemas y los procesos culturales);
- 4) Generar sistemas de pensamiento adaptativo que reconozcan la complejidad e incertidumbre asociada a las interacciones entre las personas y los ecosistemas;
- 5) Estimular el aprendizaje a través de la colaboración, la interacción con diferentes ideas y puntos de vista, creando espacios de experimentación y discusión e incluyendo diversos saberes en la construcción de propuestas y soluciones;
- 6) Ampliar la participación de diversos actores sociales para generar confianza, detectar riesgos y necesidades, así como para mejorar el manejo de los ecosistemas y sus recursos; y
- 7) Promover la colaboración entre diversas instituciones sociales y públicas, de manera que se fortalezca la capacidad local de adaptación ante los cambios socio – ambientales.

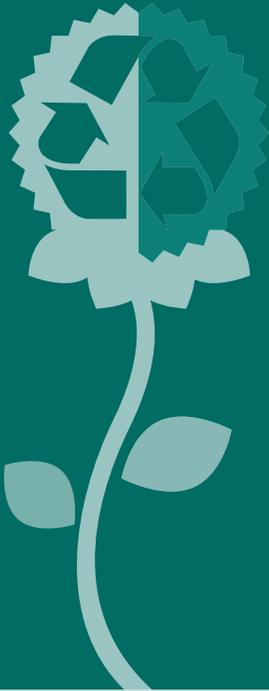
Los docentes de cualquier nivel pueden incidir en los siete puntos para la generación de pensamiento resiliente porque en sus espacios de enseñanza - aprendizaje y, a través del diálogo, el análisis y las experiencias, pueden crear las condiciones necesarias para cambiar la forma en que las personas construyen sus relaciones con el



entorno y actúan. Esto contribuye a la construcción de sociedades resilientes, con ciudadanos capaces de tomar acciones, conocer y exigir sus derechos y mantener una postura crítica, pero constructiva, sobre las políticas públicas que debieran estar dirigidas a generar bienestar para todas las personas de un país.







La sustentabilidad



3.1. El contexto de la sustentabilidad: la crisis ambiental y social

Aquí se explica la situación ambiental a nivel global y nacional. El Antropoceno y la teoría de los límites planetarios. Se dan datos sobre el estado de conservación y las causas de degradación de los ecosistemas mexicanos y se explica la relación entre el bienestar de las sociedades y la existencia de ecosistemas funcionales y bien conservados.

Nuestra civilización enfrenta grandes y complejos retos ambientales derivados de los patrones de explotación de recursos y consumo. Actualmente no existe ningún ecosistema que no haya sido modificado directa (a través de la extracción de materiales o seres vivos) o indirectamente (por ejemplo derivado de los efectos de la contaminación y el cambio climático) por las actividades humanas.

Debido a estas transformaciones muchos ecosistemas están al borde del punto de no retorno o lo han rebasado, lo que generará cambios abruptos y muchas veces irreversibles en los sistemas del planeta. Muchas especies y los procesos ecológicos de los que son parte están en riesgo de desaparecer o se han perdido, poniendo en riesgo la **biodiversidad** del planeta y la existencia de los seres humanos que dependemos de los **servicios ecosistémicos** generados por la diversidad y funcionamiento de los ecosistemas.

Para muchos, lo que estamos enfrentando es una crisis civilizatoria, en la que los sistemas socio-ecológicos (sociedad y ambiente) del planeta enfrentan un cambio caracterizado por el agotamiento de recursos, la degradación de hábitats, la extinción masiva de especies, la contaminación de suelo, agua y aire, entre otros problemas. Otra característica de esta crisis es que algunas poblaciones humanas son más afectadas por la degradación ambiental que otras, lo que mantiene e incrementa las enormes desigualdades en las condiciones de vida de muchos grupos humanos.



La manera en que enfrentemos esta crisis definirá el futuro que construiremos como humanidad, por lo que entender su origen, implicaciones y estrategias posibles para su solución, se ha convertido en una prioridad. Aunque desde la aparición de nuestra especie hemos transformado el entorno (al igual que todos los seres vivos del planeta), durante el último siglo la capacidad de los seres humanos para transformar los sistemas del planeta se incrementó enormemente.

El desarrollo de tecnologías y el acceso a fuentes de combustibles fósiles a partir de la Revolución Industrial que nos permitieron una explotación más eficiente de los sistemas ecológicos e incrementar la producción de bienes, aunado al crecimiento poblacional derivado de mejores condiciones de salud y alimentación, potenciaron la capacidad transformadora de los seres humanos sobre los sistemas biológicos, químicos y geológicos del planeta, algo que hemos hecho en una magnitud y velocidad que no tiene precedentes en toda la historia de la Tierra.

Estas transformaciones y sus consecuencias nos han puesto en riesgo. Aunque no es claro cuáles serán los efectos a largo plazo de estos cambios ni la manera en la que los seres humanos podríamos adaptarnos y mantener a nuestra especie en el planeta, lo que sí tenemos claro es que debemos hacer algo para evitar caer por el despeñadero, es el momento (quizá la última oportunidad) de transformar nuestras sociedades y la manera en la que interactuamos con otros seres vivos (humanos y no humanos) y con los recursos del planeta.

Para ello tenemos que partir de reconocer que el origen de la crisis radica en que hemos ignorado que las economías y las sociedades están articuladas a los ecosistemas de los que dependemos y que nos brindan innumerables materiales y servicios como clima estable, agua limpia, alimento y fibras, entre otros. Si queremos cambiar el rumbo es necesario transformar la visión de que los sistemas biológicos siempre podrán recuperarse de nuestra explotación y absorber los desechos que les arrojemos.

Esta crisis civilizatoria tiene que verse en al menos tres escalas, la global, la nacional y la local, cada una con sus retos y particulari-



dades, pero cuyo análisis es indispensable para entender el contexto en el que nos encontramos y construir las soluciones para cada una de ellas, sin perder de vista que son interdependientes. A continuación se presenta la situación a nivel global y algunos datos para México. A nivel local las condiciones y problemas son específicos de cada sitio, por lo que no se puede presentar un panorama general.

Sin embargo, muchos de los problemas a escala nacional tienen expresiones a escala local, por ejemplo, uno de los problemas ambientales de México es el agua, pero en la región norte del país se relaciona con la escasez y la sequía, mientras que en la región sur está más asociado a la contaminación y las inundaciones.

3.1.1. Escala Global. El Antropoceno

Para estudiar y entender los cambios que ha experimentado el planeta a lo largo de su historia, el tiempo se ha dividido en eras geológicas, cada una de ellas con una duración definida y características puntuales sobre su biodiversidad, los tipos de suelo presentes y el clima dominante, entre otras. Las características de cada era se definen, por ejemplo, a partir del registro fósil (que es una muestra de los seres vivos del pasado) y el polen asociado, el estudio de los sedimentos marinos, el tipo de rocas y la cantidad de hielo presentes, entre otros elementos (Lewis y Maslin 2015).

Oficialmente, se considera que la época actual es el Holoceno (que significa “completamente reciente”), la cual es parte del periodo Cuaternario de la era Cenozoica. Es en estas condiciones ambientales que ha florecido la especie humana. Sin embargo, derivado de la magnitud y globalidad de las actividades humanas sobre los sistemas del planeta durante el último milenio, algunos científicos como Paul Crutzen, premio nobel de química en 1995, postularon que estamos en una nueva época geológica, el Antropoceno (que significa “de los seres humanos”) (Crutzen y Stoermer 2000).

Esta época está definida por nuestra capacidad de transformación de los paisajes y ecosistemas del planeta, la cual iguala o supe-



ra la capacidad de los volcanes, el agua y el viento para modificar y moldear su superficie, produciendo nuevas interacciones y diferentes arreglos físicos y biogeoquímicos en la Tierra, pero a una velocidad muchas veces mayor a la de estos procesos (Crutzen 2002, Steffen *et al.* 2007).

No existe un consenso sobre el momento en que inició el Antropoceno, existen diferentes propuestas de fechas para definir el inicio de esta nueva época, entre ellas, la extinción de los grandes mamíferos durante el Pleistoceno entre 10,000 y 50,000 años atrás; el origen de la agricultura hace aproximadamente 11,000 años, la llegada a América de los europeos entre 1492 y 1800, la Revolución Industrial en 1870 y la detonación de las bombas nucleares en 1945 junto con el desarrollo y uso extensivo de compuestos químicos persistentes como cemento y plásticos a partir de 1950 (Lewis y Maslin 2015).

Con base en las convenciones internacionales, para definir una época es necesario encontrar evidencias o marcadores geológicos que puedan detectarse en las **capas estratigráficas** a nivel global. En todas las propuestas para definir el inicio del Antropoceno se han reconocido marcadores potenciales, sin embargo, hay dos que cuentan con los indicadores más consistentes, la primera es definir el inicio de esta época con la llegada de los europeos a América (el año 1610 se considera la fecha de inicio).

Los marcadores geológicos asociados a esta propuesta son el flujo de especies de plantas y animales del nuevo al viejo mundo y viceversa como el maíz, los plátanos, los guajolotes, las vacas, los caballos y los cerdos (figura 1). Además de la disminución en la concentración de bióxido de carbono (CO_2) en la atmósfera debido a la recuperación de grandes extensiones de bosques, pastizales y praderas como consecuencia de la muerte de cerca del 90% de la población por enfermedades, guerra y hambrunas (Lewis y Maslin 2015).

La otra propuesta de inicio del Antropoceno que cuenta con buenos marcadores es la que lo sitúa en 1964, tomando como base los efectos de la detonación de bombas nucleares y el inicio de la



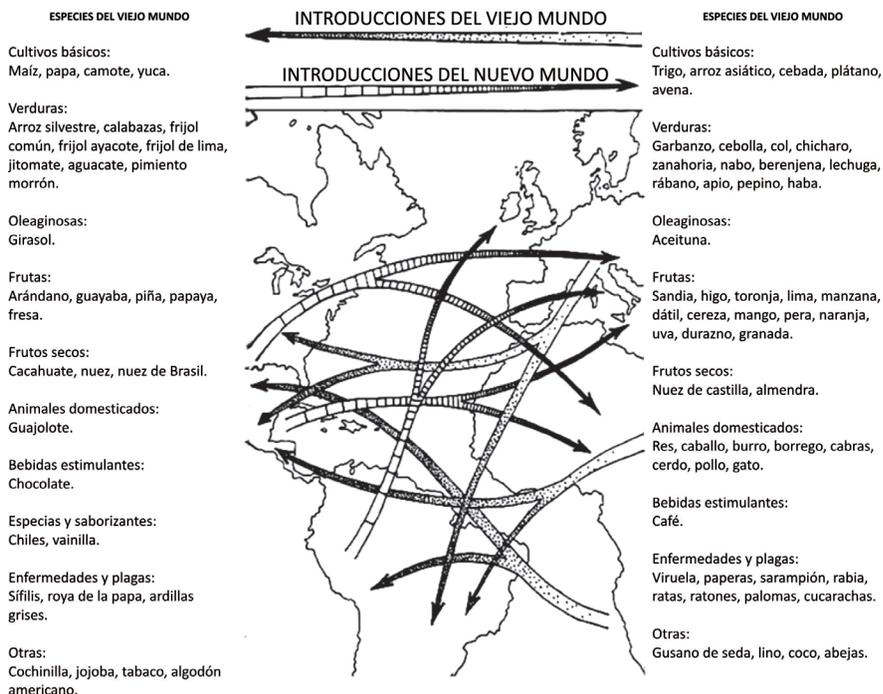


Figura 1
Flujo de especies del Nuevo al Viejo Mundo y viceversa
(con base en Challenger 1998)

producción de nuevos materiales (plásticos, cemento, compuestos orgánicos, etc.), que resultaron en un incremento en la cantidad de radiación en la atmósfera, las capas de hielo, los sedimentos marinos y los árboles (que se mide con base en el **isótopo radioactivo** carbono 14); además del aumento de sustancias como pesticidas y herbicidas, fluoruros y cloruros de hidrógeno en la atmósfera.

Aunque la Unión Internacional de Ciencias Geológicas no ha aceptado oficialmente el Antropoceno, éste es un término científico muy útil para el estudio del cambio global y es utilizado por investigadores, diversos sectores de la sociedad civil y algunos medios para referirse a la época en la que los seres humanos han alterado la superficie de la Tierra, los océanos y la atmósfera, transformando



también la distribución de los seres vivos en el planeta (Subcomisión en Estratigrafía Cuaternaria de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas, disponible en <http://quaternary.stratigraphy.org/workinggroups/anthropocene/>).

3.1.1.1. Impactos ambientales asociados al Antropoceno

Entre los impactos ambientales globales que caracterizan al Antropoceno se encuentran los siguientes:

1. Entre el 30% y el 50% de la superficie terrestre ha sido modificada por las actividades de los seres humanos con consecuencias importantes para la biodiversidad, los ciclos **biogeoquímicos**, la estructura y los procesos biológicos del suelo y el clima (Vitousek *et al.* 1997).
2. En los últimos diez años, se perdieron, en promedio, 5.2 millones de hectáreas de bosques al año a nivel global (FAO 2010). La deforestación, además de las implicaciones negativas para la biodiversidad y los sistemas ecológicos, promueve la erosión del suelo generando aún más degradación. La ONU ha calculado que la degradación del suelo de zonas áridas y semiáridas afecta a más de 250 millones de personas, la mayoría en los países más pobres del planeta (<http://www.cinu.mx/temas/medioambiente/desertificacion/>).
3. En los últimos 150 años los seres humanos han agotado el 40% de las reservas conocidas de petróleo, sustancia que tardó millones de años en formarse (Vitousek *et al.* 1997).
4. Actualmente se fija más nitrógeno sintéticamente (que es tomado de la atmósfera y transformado en diferentes sustancias) para producir fertilizantes y por el uso de combustibles fósiles, que el que se fija naturalmente en todos los ecosistemas del planeta (Vitousek *et al.*



1997). Más del 50% de este nitrógeno no puede ser utilizado por las plantas y es arrastrado por la lluvia hacia ríos, cuerpos de agua y mares, creando zonas muertas en diversas partes del planeta (Millenium Ecosystem Assesment 2005a).

5. Más de la mitad de toda el agua dulce es ocupada para actividades humanas y el agua subterránea está siendo agotada en muchas regiones del planeta (Postel *et al.* 1996).

Estos impactos tienen efectos en la calidad de vida de las personas, así como en la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas. Sin embargo, aunque sabemos que estos impactos son muy graves, no sabemos qué tan cerca estamos del colapso de los sistemas (tipping points) que sustentan la vida como la conocemos.

3.1.2. Los límites planetarios

Una propuesta para establecer la magnitud de los impactos de las actividades antropogénicas en los sistemas de la Tierra es la de los límites planetarios, presentada por Rockström y colaboradores (2009) y por Foley (2010). En ella proponen como límites nueve procesos fundamentales para las dinámicas terrestres, los cuales interactúan constantemente entre sí y mantienen las condiciones para que exista la vida como la conocemos y en las que ha florecido la civilización humana.

Asimismo, representan una guía para delimitar lo que podemos extraer y lo que podemos lanzar al ambiente a nivel regional o local. Este modelo establece que si superamos estos límites cambiaría la dinámica de los sistemas del planeta con efectos impredecibles, pero que probablemente lo harán menos habitable para las sociedades humanas y el resto de la biodiversidad (Steffen *et al.* 2015). Los límites planetarios son los siguientes:



- 1) Cambio climático. Medido con base en la cantidad de bióxido de carbono (CO_2) en la atmósfera y el incremento del forzamiento radiativo, que es la cantidad de energía que recibe la superficie del planeta expresada en watts.
- 2) Cambios en la integridad de la biosfera. Este límite tiene dos componentes fundamentales para los procesos ecológicos y evolutivos de los seres vivos en el planeta. El primero es la **diversidad genética**, que es la base para que la vida continúe adaptándose a las condiciones ambientales y se mantengan los procesos evolutivos. Ésta se estima con la tasa de extinción de especies. El siguiente componente es la diversidad funcional, que es resultado de las relaciones ecológicas entre seres vivos y su entorno, las cuales mantienen la estructura de los ecosistemas y generan los servicios ecosistémicos de los que dependen las sociedades humanas (y el resto de los seres vivos). Para este componente no se ha definido una unidad de medida.
- 3) Pérdida de la capa de ozono. Se refiere al adelgazamiento de la capa de ozono de la **estratósfera** que evita que la radiación UV-B proveniente del sol, alcance la superficie de la Tierra. Se mide en Unidades Dobson (UD).
- 4) Acidificación del océano. La acidez del océano (medida por el **pH**) es muy importante para el ciclo del carbono en el planeta, pues el agua marina tiene la capacidad de absorber CO_2 , disminuyendo su concentración en la atmósfera y brindando a corales, moluscos y equinodermos, entre otros organismos, el mineral base para formar sus estructuras calcáreas, conchas y esqueletos. Sin embargo, al absorberse más CO_2 (porque se ha vuelto más abundante), el mar se hace más ácido, pudiendo llegar a ser un peligro para los organismos marinos, pues las estructuras calcáreas tienden a disolverse en condiciones de mayor acidez.



- 5) Ciclos biogeoquímicos. Las actividades humanas han interferido en algunos de estos ciclos generando desbalances en procesos fundamentales para la vida. Este límite se enfoca a dos ciclos en particular: el del nitrógeno y el del fósforo, que se han modificado por la producción y uso indiscriminado de fertilizantes que terminan en el océano y cuerpos de agua dulce, causando la aparición de zonas muertas en el mar y la **eutrofización** de cuerpos de agua.
- 6) Cambios en el uso del suelo. Este límite considera la extensión de superficie de tierras emergidas en las que se eliminó la vegetación original (bosques, selvas, pastizales, tundra, etc.) para convertirlas en zonas agrícolas o ganaderas. Se mide con base en el porcentaje de vegetación original remanente.
- 7) Uso de agua dulce. Este límite se relaciona con el uso de agua dulce para actividades humanas como la agricultura y los usos industriales. Se mide considerando la cantidad de agua extraída globalmente expresada en kilómetros cúbicos por año.
- 8) Descarga de aerosoles atmosféricos. Los aerosoles atmosféricos son partículas suspendidas como hollín, polvo y otras derivadas de la quema de combustibles fósiles, que cuando alcanzan ciertas concentraciones (dependiendo de su tamaño y tipo) pueden bloquear el paso de la luz solar y modificar la formación de nubes (las nubes requieren núcleos sólidos alrededor de los cuales se condensa el agua que las forma) y, por lo tanto, influyen en los patrones de precipitación locales (NASA 1996). Para este límite se ha propuesto utilizar como medida la profundidad óptica de los aerosoles, que estima cuánta luz del sol deja de alcanzar la superficie del planeta por las partículas suspendidas, sin embargo, no se ha establecido el valor de seguridad para los sistemas del planeta.



- 9) Liberación de nuevas entidades. Se refiere a sustancias que son liberadas al ambiente por las actividades humanas y que pueden tener efectos biológicos o geofísicos negativos. Un ejemplo de estas entidades son los **cloro-fluorocarbonos** (CFC's) responsables de la degradación de la capa de ozono, o bien, sustancias que pueden tener efectos en los flujos hormonales de los seres vivos. Aún no se ha definido un mecanismo para delimitar y medir este límite planetario.

Dos de estos límites, el cambio climático y la integridad de la biosfera, se consideran centrales o núcleo, ya que interactúan con el resto. Además operan a nivel planetario y han evolucionado juntos por casi cuatro mil millones de años. De hecho, si sólo se superaran estos dos límites, los sistemas de la Tierra podrían sufrir severas modificaciones (Steffen *et al.* 2015).

Para cada uno de estos límites se ha definido el valor dentro del cual existen condiciones de seguridad para la vida, una zona de incertidumbre asociada a la falta o debilidad de conocimiento científico sobre la dinámica terrestre y una zona de alto riesgo en la que, con base en el conocimiento que se tiene, es probable que se generen cambios permanentes en los sistema del planeta (figura 2). En la tabla 1 se enlistan los límites planetarios, los valores para la zona de incertidumbre y sus valores actuales.

Como se observa en la figura 2 y la tabla 1 (páginas 31-32), estamos en la zona de alto riesgo en dos de los límites (integridad de la biosfera y ciclos biogeoquímicos) y en la zona de incertidumbre para cambio climático y cambios en el uso del suelo. En el caso de la pérdida de diversidad genética, medida con base en la tasa de extinción de especies, se sabe que ésta se ha incrementado entre 100% y 1,000% con respecto a la **tasa de extinción natural estimada** (Millenium Ecosystem Assesment 2005b). Mientras que en el caso de los ciclos biogeoquímicos, cada año se convierten 120 millones de toneladas de nitrógeno atmosférico a compuestos reactivos como fertilizantes, de los cuales más de la mitad termina en



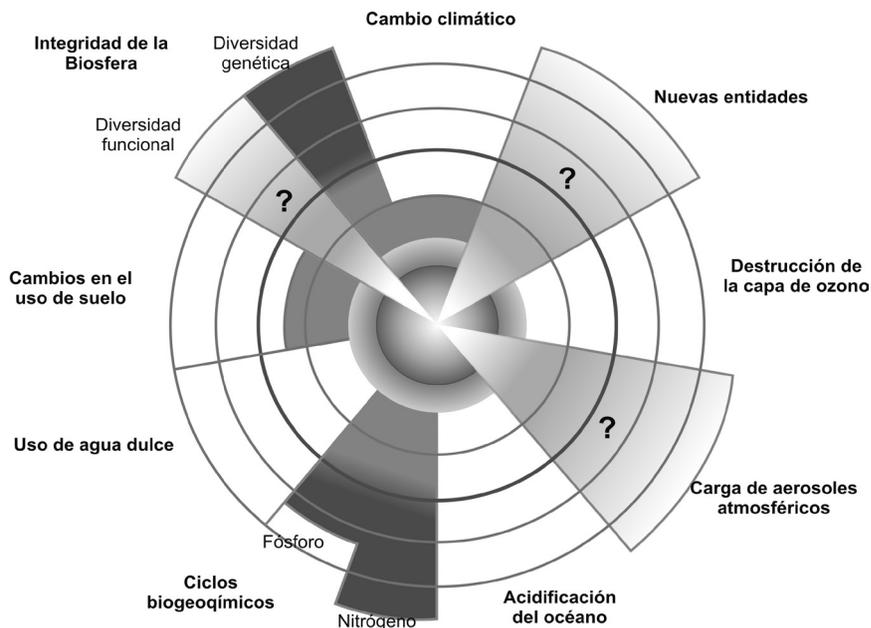


Figura 2

Representación de los nueve límites planetarios con las zonas seguras, las de incertidumbre y las de riesgo alto (elaborado con base en Steffen et al. 2015).

los océanos y cuerpos de agua dulce superficiales.

Con respecto al límite de cambio climático se sabe que la concentración de bióxido de carbono llegó a las 400 ppm en mayo de 2013, y se ha mantenido alrededor de 395 ppm, de acuerdo con datos de la estación meteorológica de Mauna Loa, Hawaii, (<http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>). A partir de 2014 se han registrado concentraciones mayores a 400 ppm en diversas estaciones meteorológicas alrededor del planeta (<http://www.theguardian.com/environment/2015/may/06/global-carbon-dioxide-levels-break-400-ppm-milestone>). El forzamiento radiativo, que es la cantidad de energía expresada en watts que recibe la superficie del planeta se ha incrementado 0.5 watts por la pérdida de la capa de ozono y el incremento del **efecto invernadero**.



Tabla 1

Los límites planetarios, sus valores propuestos y los valores actuales para cada uno (con base en Steffen et al. 2015). En tono claro están los límites en los que estamos en la zona de incertidumbre y en tono intenso los límites para los que hemos rebasado la zona de incertidumbre y alcanzado la zona de alto riesgo.

Número	Límite planetario	Indicadores y unidades	Límite propuesto (valores en la zona de incertidumbre)	Valor actual de los indicadores
1	Cambio climático	<p>Concentración atmosférica en ppm (partes por millón) de bióxido de carbono (CO₂).</p> <p>Balance energético en la parte superior de la atmósfera en watts por metro cuadrado.</p>	<p>350 ppm de CO₂ (350 - 450 ppm).</p> <p>Balance energético +1.0 W m² (+1.0 - 1.5 W m²).</p>	<p>396.5 ppm CO₂.</p> <p>2.3 W m² (1.1 - 3.3).</p>
2	integridad de la biósfera	<p>Diversidad genética medida con base en la tasa de extinción.</p> <p>Diversidad funcional medida con base en el índice de integridad de la biodiversidad (B11) (índice por definir)</p>	<p>Diversidad genética. Menos de 10 extinciones por millón de especies año.</p> <p>Diversidad funcional.</p> <p>Mantener el índice de integridad de la biósfera en 9% o por arriba de este valor (90%-30%) con base en la evaluación de biomas o regiones, grandes ecosistemas marinos o grandes grupos funcionales.</p> <p>No se ha definido.</p>	<p>100 - 1000 extinciones por millón de especies año.</p> <p>84%. Sólo estimado para el sur de África.</p>

Continúa en la siguientes páginas



Número	Límite planetario	Indicadores y unidades	Límite propuesto (valores en la zona de insertidumbre)	Valor actual de los indicadores
3	Pérdida de la capa de ozono.	Concentración de ozono estratosférico en unidades Dobson (UD).	Menos del 5% de reducción con respecto al nivel pre-industrial de 290 UD (5% -10%).	Aproximadamente 200 UD sólo en la Antártica durante la primavera austral.
4	Acidificación del océano	Concentración promedio de iones de carbonato de la superficie global del océano con respecto a la saturación de aragonita .	Igual o mayor al 80% de la saturación pre-industrial de aragonita ($\geq 80 - \geq 70\%$).	Aproximadamente 84% de la saturación pre-industrial de aragonita.
5	Ciclos biogeoquímicos (ciclos del nitrógeno y el fósforo)	<p>Ciclo del Nitrógeno global. Fijación de nitrógeno industrialmente o por actividad biológica intencional (uso de fertilizantes).</p> <p>Ciclo del Fósforo global. Flujo de fósforo de los sistemas de agua dulce al océano.</p> <p>Regional. Flujo de fósforo de fertilizantes a suelos agrícolas.</p>	<p>Ciclo del nitrógeno. 62 Tg/año de Nitrógeno (62,000,000,000 Kilogramos) (62 - 82 Tg/año).</p> <p>Ciclo del fósforo global. 11 Tg/año de Fósforo (11 - 100 Tg/año).</p> <p>Regional. 6.2 Tg/año extraído y aplicado en suelos agrícolas (6.2 - 11.2 Tg/año).</p>	<p>Aproximadamente 150 Tg/año de Nitrógeno.</p> <p>Aproximadamente 22 Tg/año.</p> <p>Aproximadamente 14 Tg/año.</p>

Continúa en la siguientes páginas



Número	Límite planetario	Indicadores y unidades	Límite propuesto (valores en la zona de insertidumbre)	Valor actual de los indicadores
6	Cambio en el uso de suelo.	<p>Global. Porcentaje de área cubierta de bosques con respecto al porcentaje de cobertura original.</p> <p>Bioma. Porcentaje de área cubierta de bosques con respecto a la cobertura potencial.</p>	<p>Global. 75% (75% - 54%).</p> <p>Bioma. Bosques tropicales 85% (85% - 60%); bosques templados 50% (50% - 30%); bosques boreales 85% (85% - 60%).</p>	62%
7	Uso de agua dulce.	<p>Global. Cantidad máxima de agua azul utilizada en km³/año.</p> <p>Cuenca. Porcentaje de agua azul consumida con respecto al flujo mensual del río.</p>	<p>Global 4000 Km³/año (4000 - 6000 Km³/año).</p> <p>Cuenca. Consumo máximo mensual con respecto al flujo mensual del río. Para ríos de flujo bajo 25% (25 - 55%); para ríos de flujo intermedio 30% (30 - 60%); para ríos de flujo alto 55% (55 - 85%).</p>	2600 Km ³ /año.

Continúa en la siguientes páginas



Número	Límite planetario	Indicadores y unidades	Límite propuesto (valores en la zona de insertidumbre)	Valor actual de los indicadores
8	Carga de aerosoles atmosféricos.	Global. Densidad óptica de aerosoles. Regional. Densidad óptica de aerosoles expresada por el promedio estacional de una región.	Sin datos suficientes.	Sin datos suficientes.
9	Introducción de nuevas entidades.	Sin indicador definido.	No se ha identificado un límite.	

La sustitución de vegetación natural por zonas agrícolas y ganaderas ha sido una constante en el último siglo y según datos de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, para 2005 el 40% de la superficie del planeta había sido despojada de su vegetación natural (Millenium Ecosystem Assesment 2005b), aunque a nivel regional se ha visto que algunos tipos de vegetación son más afectados que otros por este cambio (por ejemplo las selvas).

Si bien el análisis de los límites planetarios representan un ejercicio relevante para comprender los procesos antrópogénicos y el desarrollo de políticas para evitar superarlos, la falta de conocimiento detallado sobre los sistemas naturales limita su exactitud, por lo que no deben ser considerados como cotas máximas dentro de las cuales se puede mantener la sobreexplotación de los recursos, ni mucho menos como margen para continuar con los procesos de degradación ambiental en el planeta.

Seguramente estos datos irán cambiando y ajustándose conforme avance el entendimiento de los procesos planetarios y su re-



lación con los procesos biológicos y la biodiversidad, así como la influencia de los procesos sociales, políticos y económicos en ellos.

A pesar de esta incertidumbre, haber rebasado la zona de seguridad de cuatro límites nos obliga a reflexionar sobre el lugar en el que nos hemos colocado como especie, poniendo en peligro no sólo la estructura y funcionamiento de los sistemas biológicos y llevando al borde de la extinción a numerosas especies, sino comprometiendo la permanencia de la nuestra.

Claramente la solución de estos problemas no puede estar sólo en las manos de los “ciudadanos de a pie” (como muchos de los mensajes sobre el cuidado ambiental con los que nos bombardean constantemente parecen indicar), puesto que involucra transformaciones muy grandes en las dinámicas económicas y las decisiones políticas a nivel internacional y al interior de los países.

Sin embargo, es importante conocer estos modelos globales para tener claro cuál es el contexto ambiental actual (lo que se conoce y sus tendencias) que permita comprender la relevancia y el alcance de nuestras acciones y decisiones en pos de la sustentabilidad, así como motivarnos para sumar esfuerzos, construir una manera distinta de pensar y mejorar nuestra calidad de vida a nivel local, sin perder de vista el contexto nacional y global del que formamos parte.

3.1.3. Escala Nacional. La situación de México

México es un **país muy diverso**, que contiene aproximadamente entre el 10% y el 12% de todas las especies conocidas en el mundo (tabla 2), es decir, alrededor de 170,000 especies si consideramos que han descrito aproximadamente 1,700,000 en todo el mundo. Nuestro país es considerado el segundo del mundo en diversidad de ecosistemas, ya que en él podemos encontrar desde **ventilas hidrotermales** hasta zonas montañosas, pasando por arrecifes, ambientes costeros, selvas, desiertos y bosques templados (Challenger y Soberón 2008). Dentro de su territorio existen más



de 11,000 km de costas; zonas arrecifales en el Golfo de México, la costa del Pacífico y el Caribe (este último es parte del Sistema Arrecifal Mesoamericano, el segundo más grande del mundo), así como un gran número de islas en las cuales se han registrado alrededor de 2500 especies marinas y más de 2000 especies terrestres (Koleff *et al.* 2009).

Adicionalmente, un porcentaje importante de las especies presentes en México son endémicas (figura 3), es decir, que sólo se encuentran en nuestro país, entre ellas el 48% de las especies de anfibios, el 42% de los peces de agua dulce, el 46% de los reptiles y el

	País	Vascular- lares	Mamí- feros	Aves	Reptiles	Anfibios
Posición de México		5	3	8	2	5
	Brasil	56,215	578	1,712	630	779
	Colombia	48,000	456	1,815	520	634
	China	32,200	502	1,221	387	334
	Indonesia	29,375	667	1,604	511	300
	México	23,424	535	1,096	804	361
	Venezuela	21,073	353	1,392	293	315
	Ecuador	21,000	271	1,559	374	462
	Perú	17,144	441	1,781	298	420
	Australia	15,638	376	851	880	224
	Mada- gascar	9,505	165	262	300	234
	Congo	6,000	166	597	268	216

Tabla 2

Número de especies reportadas para algunos grupos de seres vivos y la posición de México con respecto a otros países megadiversos (con base en Llorente-Bousquets y Ocegueda 2008)



11% de las especies de aves (SEMARNAT 2013). Es el único país con un **cetáceo** endémico, la vaquita marina (*Phocoena sinus*).



Figura 3

Especies endémicas de México a) Loro corona lila (*Amazona finschi*), b) Lagarto enchaquirado (*Heloderma horridum*)
(Fotos cortesía de Katherine Renton)

México también es un centro de domesticación de plantas: el maíz, la calabaza, el frijol, el chile, el cacao, el nopal, el jitomate y la vainilla son ejemplos de plantas domesticadas en nuestro país (SEMARNAT 2013). Además, es el segundo país en número de plantas medicinales con 4500 especies (China ocupa el primer lugar con 5000 especies de plantas) (Muñetón 2009). Así mismo se han registrado 398 especies de insectos comestibles en México (figura 4), incluyendo chapulines, orugas, chinches, libélulas, escarabajos, abejas y hormigas (Romeu 1996). Esta enorme biodiversidad no sólo coloca a México como un país de gran relevancia biológica a nivel mundial, sino que además es parte importante de nuestra diversidad cultural e identidad.





Figura 4
Gusanos cuchamá (*Paradirphia fumosa*)
en Zapotitlán Salinas, Puebla. (Fotografía de Dalia Ayala)

Desafortunadamente, también es un país con serios problemas ambientales que están reduciendo la gran biodiversidad y los servicios ecosistémicos de nuestro país, poniendo en riesgo a amplios sectores de la población mexicana y generando enormes costos económicos. Para evaluar lo que le cuestan al país los daños ambientales INEGI desarrolló el indicador Costos Totales por Agotamiento y Degradación Ambiental (CTADA) que representa las erogaciones que la sociedad tendría que efectuar para remediar, restituir y/o prevenir el daño al ambiente como resultado de la producción, distribución y consumo de bienes y servicios (INEGI 2011).

El monto de los CTADA calculado para el periodo 2007-2011 fue de 983.89 mil millones de pesos, lo que representa alrededor del 7% del PIB del país (INEGI 2013). De no actuar ahora, este costo seguirá creciendo en las próximas décadas. Esta situación nos exige tomar medidas para transformar los sistemas de producción y los patrones de consumo nacionales, así como para establecer políticas de protección a los sectores más vulnerables de la población. Los retos ambientales de nuestro país son grandes y diversos, en este fascículo se presentan datos sobre cuatro de estos temas prioritarios para México.



Pérdida de vegetación natural

Un componente importante de la biodiversidad de México radica en la gran cantidad y diversidad de tipos de vegetación presentes en su territorio. En un estudio Challenger y Soberón (2008) agruparon los diferentes tipos de vegetación en siete grandes grupos: selvas perennifolias, selvas caducifolias, bosques mesófilos de montaña, bosques templados de coníferas y latifoliadas, matorrales xerófilos (los denominados desiertos), pastizales y humedales.

Lamentablemente, debido a la mala planificación y la sobreexplotación de los ecosistemas mexicanos se ha perdido más del 60% de la cobertura vegetal original del país (figura 5) y actualmente queda menos del 20% de la superficie original de selvas altas, menos del 30% de selvas secas y cerca del 65% de la superficie de bosques templados (Challenger *et al.* 2009).

a) Superficie anual perdida

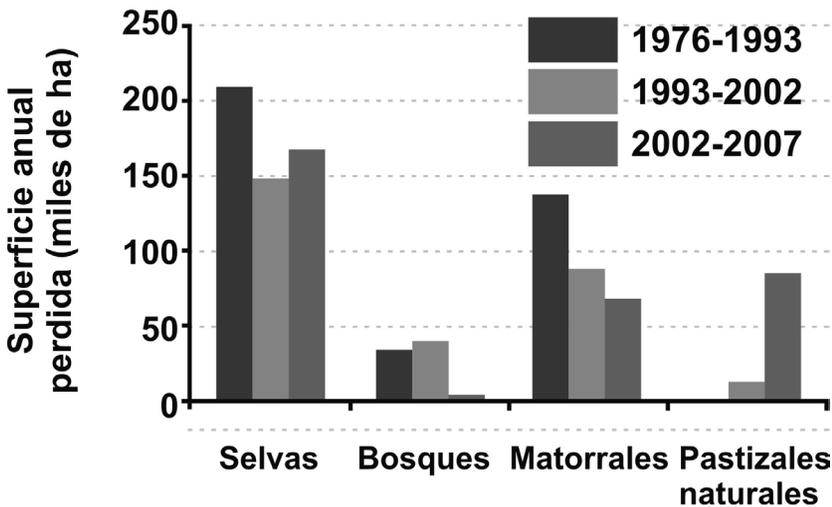


Figura 5

Pérdida de vegetación natural de México en las últimas décadas
(Tomado de SEMARNAT 2013)



Especies en riesgo

En el territorio mexicano se han registrado entre el 10% y el 12% de todas las especies conocidas del mundo, sin embargo, debido a la acelerada degradación de los ecosistemas por la apertura de tierras para ganadería y agricultura, la extracción de madera y otras especies de valor comercial, las actividades mineras, la contaminación, la introducción de especies exóticas y el tráfico ilegal de flora y fauna, actualmente muchas de éstas han desaparecido o se encuentran en riesgo de desaparecer.

Si bien la extinción es un proceso natural que forma parte de los sistemas biológicos del planeta, la desaparición de especies derivada de las actividades humanas ocurre a una velocidad mucho mayor, causando desequilibrios en los ecosistemas y alterando la provisión de servicios ecosistémicos de los que dependemos.

En el análisis realizado por Baena y colaboradores (2009) como parte del compendio Capital Natural de México elaborado por la CONABIO, en nuestro país 127 especies (74 de ellas endémicas) se han extinguido, han sido extirpadas (pero sobreviven en otras partes del mundo) o han sido virtualmente extirpadas (sólo sobreviven en cautiverio), aunque 43 de estas desapariciones no han sido confirmadas. Entre las especies desaparecidas se encuentran el carpintero imperial (*Campephilus imperialis*), la paloma migratoria (*Ectopistes migratorius*), el oso pardo (*Ursus arctos*), la foca del Caribe (*Monachus tropicalis*) y la cactácea *Mammillaria glochidiata* (Baena et al. 2009).

Además, con base en la Norma Oficial Mexicana 059 (NOM-059-SEMARNAT-2010), el listado oficial de las especies mexicanas en alguna de las tres categorías de riesgo (en peligro de extinción, amenazada y sujetas a protección especial) el 33% de mamíferos, 20% de aves, 21% de reptiles, 14% de anfibios, 6% de peces y 2% de plantas están en peligro de extinción o amenazadas (DOF 2010).



Disponibilidad de agua

México es un país considerado de baja disponibilidad natural de agua, ya que en 60 años la cantidad de agua disponible en promedio anual por habitante pasó de 18,882 m³ en 1950 a 3,982 m³ en 2013, y se espera que para 2030 se reduzca hasta 3,430 m³ por habitante. Sin embargo, debido a las diferencias en precipitación en las distintas regiones del país la disponibilidad de agua por habitante varía entre 152 m³ (en la Cuenca de México) y 21,906 m³ (en la frontera sur) por habitante (CONAGUA 2014).

El 70% del agua que se extrae en el país viene de fuentes subterráneas (acuíferos), pero, de los 653 acuíferos existentes, 106 presentan signos de sobre explotación y 21 cuencas se consideran fuertemente contaminadas (CONAGUA 2014). Finalmente, aunque en 2013 se reportaba que la cobertura de agua potable en México era de 92.3% (CONAGUA 2014) hay 10.6 millones de personas (9% de la población) que no cuentan con ella. En cuanto a la calidad del agua, la UNESCO reportó que de 122 países analizados, México ocupaba el lugar 106 (UNESCO-WWAP 2003).

Cambio climático

El cambio climático es uno de los retos más grandes del presente. Sus efectos son de escala global, aunque a nivel nacional y regional existen diferencias importantes en cuanto al tipo e intensidad de los mismos. Por su posición y características geográficas México se considera un país de alta vulnerabilidad a eventos climáticos extremos como sequías, inundaciones, huracanes, ondas de calor y de frío, así como a enfermedades como el dengue y diversos tipos de enfermedades diarreicas. Esta vulnerabilidad es mayor en los municipios con mayor rezago social (en salud, educación, vivienda y servicios básicos).



El costo promedio anual resultado de eventos climáticos extremos en el periodo de 2000 a 2012 ascendió a 21,950 millones de pesos (ENCC 2013) y seguramente aumentará en las próximas décadas por del incremento del riesgo por estos eventos y las condiciones sociales cada vez peores en muchas regiones del país.

Con base en los sistemas de modelado climático, se estima que a lo largo de las próximas décadas México experimentará un incremento de temperatura generalizado superior al 6% con respecto a la media histórica y la precipitación se reducirá en promedio 10% en el país (ENCC 2013, SEMARNAT 2014), lo que coloca a 1385 municipios del país y 27 millones de personas en una situación de alta vulnerabilidad ante desastres (ENCC 2013).

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por quema de combustibles fósiles en 2011 representaron el 1.4% de las emisiones globales totales, colocando a México en el lugar décimo segundo de los principales emisores de GEI en el mundo, es decir, que no somos un país con muy altas emisiones. Esto significa que las medidas prioritarias para el país en términos de cambio climático deben estar enfocadas más a la adaptación (conservar ecosistemas, mejorar la infraestructura de comunicación y alertas tempranas, adecuar los sistemas de cultivo y de gestión del agua) que a la mitigación de emisiones (combatir la deforestación, desarrollo de tecnologías limpias, mejorar el transporte público) aunque las medidas en ambos ejes son muy importantes (SEMARNAT 2014).

3.1.4. Causas de la degradación ambiental

La degradación ambiental obedece a diversas causas interrelacionadas que actúan en distintas escalas espaciales y temporales y que involucran factores como los patrones de uso de recursos (basados en el modelo de máxima extracción en el menor tiempo posible), las tecnologías empleadas para la extracción de materiales y la generación de bienes y servicios (por ejemplo, la tecnología empleada en actividades mineras y el **fracking**) y las políticas económicas



que muchas veces propician la degradación ambiental (por ejemplo, a través de subsidios para la cría de peces exóticos como tilapias o el fomento a la ganadería extensiva).

Sin duda, el crecimiento poblacional ha contribuido a la degradación ambiental. A partir de la Revolución Industrial la población humana se incrementó exponencialmente (figura 6). Actualmente somos más de 7,000 millones de personas y se estima que para 2050 seamos 9,500 millones, lo que aumentará la demanda de recursos de los sistemas del planeta y representará un enorme reto en términos de equidad en la distribución y el acceso a los beneficios derivados de la explotación de estos recursos (UN 2013).

Sin embargo, actualmente se considera que los patrones de consumo basados en el consumismo y la **obsolescencia programada** se han convertido en el principal agente de degradación ambiental, pues imponen serias presiones de extracción a los ecosiste-

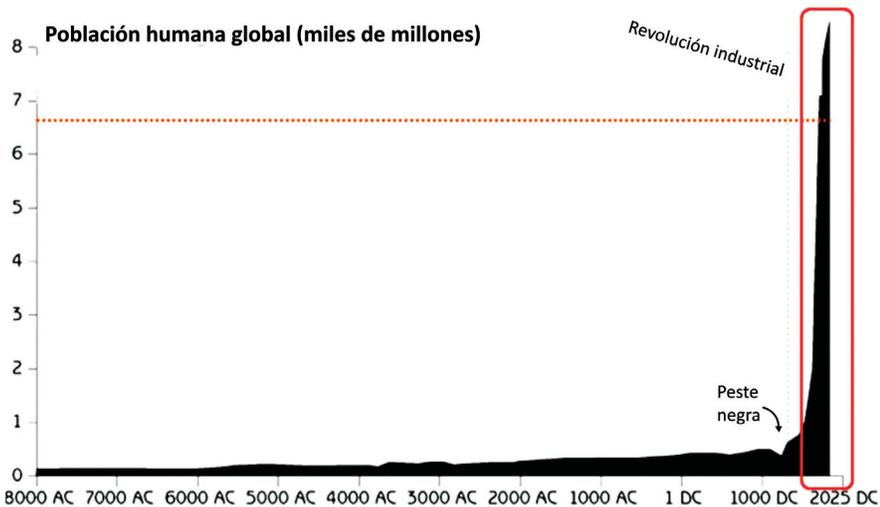


Figura 6

Gráfica del crecimiento poblacional en los últimos diez mil años (modificada de <http://www.gerrymarten.com/ecologia-humana/capitulo03.html>)



mas y generan una gran cantidad de residuos (sólidos, gaseosos o líquidos) que no pueden ser reintegrados a los sistemas biológicos y se acumulan, interfiriendo con los procesos ecosistémicos.

Así mismo, la inequidad en la distribución y el acceso a los recursos (por ejemplo, que en una ciudad una persona pueda acceder a 35 litros de agua mientras que otra en la misma ciudad utilice 600 litros) contribuye a la degradación de los sistemas socio-ecológicos y pone en riesgo a muchas poblaciones humanas. Por ejemplo, según datos del Programa Mundial de Alimentos de la ONU hay 827 millones de personas con hambre, 60% de ellas mujeres (ONU 2015), mientras que por otro lado, a nivel mundial cada año se pierde o desperdicia el 30% de los alimentos producidos, lo que equivale a 1,300 toneladas anuales (FAO 2015).

Si queremos mantener la opción de un futuro sustentable es necesario dejar de considerar que el modelo de desarrollo basado en la quema de combustibles fósiles para alimentar el consumo desenfrenado, el desperdicio y la generación de cantidades ingentes de desechos de diversos tipos es un modelo adecuado y deseable. Entre otras cosas, debemos desacoplar el desarrollo del uso de combustibles fósiles, reducir los niveles de consumo, frenar el desperdicio, diversificar nuestra alimentación y cerrar los ciclos de producción y consumo para reducir la generación de desechos. Seguir funcionando como siempre (business as usual) no es una opción (Adams 2006).

3.2. Origen y evolución del concepto de sustentabilidad

Se explicará que el concepto de sustentabilidad surgió en la década de los 70. También se mencionará la importancia del legado de Aldo Leopold y Rachel Carson para la sustentabilidad. Se hará un breve recuento sobre las reuniones internacionales y los documentos relevantes para la evolución del concepto.



La preocupación por las condiciones ambientales y su relación con los patrones y procesos de explotación de los recursos y de producción de bienes se hizo evidente desde el principio de la década de los 70's, y a partir de entonces se han elaborado diagnósticos, planes y propuestas de políticas para remediar y prevenir más daños.

Sin embargo, desde principios del siglo xx hubo personas que desarrollaron ideas sobre nuestra relación con el entorno y el impacto de nuestras actividades en la salud de las personas y el ambiente. Dos personas se destacan en particular: Aldo Leopold y Rachel Carson, por lo que en los siguientes apartados se describirán sus aportaciones al pensamiento ambiental contemporáneo.

3.2.1. Aldo Leopold y la ética de la tierra

Aldo Leopold (1887-1948) fue un ingeniero forestal nacido en Burlington, Iowa (figura 7). Desde muy joven trabajó en diversos parques en Estados Unidos en donde realizó investigaciones sobre ecología y el manejo de vida silvestre. Además desarrolló la idea de que el uso de los recursos debe ser compatible con la diversidad biológica (Primack 2006). Aunque su trabajo generó aportes muy importantes para las teorías y prácticas de manejo forestal y de vida silvestre, su obra más representativa es el “Almanaque del Condado de Sand” publicado en 1949.

En este libro de doce capítulos Leopold expresa sus ideas y reflexiones sobre la relación de los seres humanos con la naturaleza, así como la importancia de su conservación y uso racional. En el último capítulo, titulado “Una ética de la tierra”, explora la necesidad de establecer una postura ética sobre la relación entre los seres humanos y los ecosistemas. Este documento es considerado fundamental para el desarrollo del movimiento conservacionista y la ética ambiental contemporánea. Algunas de las frases que Leopold menciona sobre la relación de las personas con la tierra son las siguientes (Leopold, 2005: 135,136):



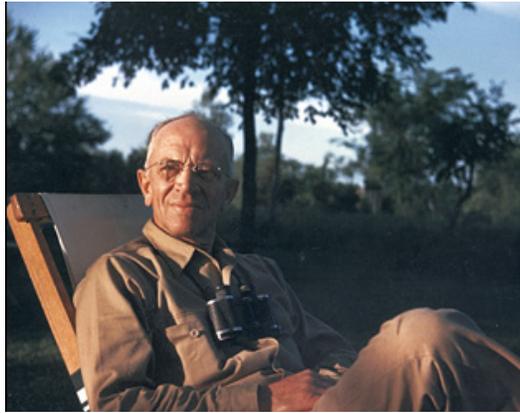


Figura 7

Aldo Leopold (tomado de http://www.aldoleopold.org/AldoLeopold/leopold_bio.shtml)

La ética de la tierra expande los límites de la comunidad para incluir el suelo, agua, plantas y animales, o de manera colectiva: la Tierra

... cambia el rol del Homo sapiens de conquistador de la comunidad de la Tierra a miembro de ella, esto implica respeto por sus compañeros y por la comunidad en sí misma.

Uno de los aportes más importantes de este ensayo es que critica la visión en la que la naturaleza sólo tiene valor instrumental en función de los beneficios que pueden obtenerse de ella. Por el contrario considera que la naturaleza tiene valor intrínseco, derecho a la existencia, y menciona que las personas deben ver a los componentes de la naturaleza (aire, agua, suelo, seres vivos) como parte de la misma comunidad de la que nosotros somos parte y cuyos elementos son interdependientes (Leopold 2005). Aldo Leopold murió de un infarto en 1948, mientras ayudaba a combatir un incendio en la casa de su vecino.



3.2.2. Rachel Carson y la primavera silenciosa

Otra persona que tuvo una gran influencia en el pensamiento ambiental contemporáneo fue Rachel Carson (figura 8) quien con la publicación de su libro “La primavera silenciosa” impulsó la transformación de la relación entre las personas y la naturaleza y el surgimiento de la conciencia ambiental de los ciudadanos (<http://www.rachelcarson.org>).



Figura 8

Rachel Carson (tomado de https://en.wikipedia.org/wiki/Rachel_Carson#/media/File:Rachel-Carson.jpg)

Rachel Carson fue una bióloga (de las pocas que había en la década de los 30) que encontraba fascinantes las interacciones y conexiones entre los seres vivos, pero que era consciente de que éstas eran parte de un sistema más complejo. Sus intereses fueron la vida marina, las aves y la evolución. A lo largo de su vida y a través de su trabajo siempre expresó la idea de que todos los seres vivos estaban conectados entre sí (Carson 2002).



Rachel Carson también fue una escritora prolífica que se enfocó en escribir para las personas comunes, traduciendo el lenguaje científico de una manera clara y sencilla. Escribió varios libros sobre la vida marina que fueron grandes éxitos literarios, el primero de ellos llamado “Bajo el viento del océano” tiene como protagonista a un ave marina, un playerito, y narra su arduo viaje desde la Patagonia hasta el círculo ártico, impulsado por sus instintos ancestrales y describiendo su constante búsqueda de alimento. La idea de Rachel Carson era entender y transmitir una perspectiva no humana del mar.

Sus siguientes libros fueron “El mar que nos rodea” y “El límite del mar”, ambos fueron publicados en capítulos en la revista semanal “The New Yorker”, volviéndose éxitos literarios y ganando varios premios. Con estas publicaciones Rachel Carson se convirtió en una escritora muy reconocida.

Preocupada por el uso indiscriminado de químicos y el daño ambiental que podían provocar en los ecosistemas y en la salud de las personas y, motivada por la carta de su amiga Olga Owens en donde le narraba su preocupación por la muerte de numerosos pájaros después de que rociaran con DDT sus tierras, Rachel Carson publicó “La primavera silenciosa” en 1962, un libro en donde cuestionaba y alertaba sobre el uso indiscriminado de sustancias tóxicas como el DDT, la responsabilidad de la ciencia en el daño ambiental y los límites de la tecnología, la cual consideraba que avanzaba más rápidamente que el desarrollo de la responsabilidad moral de los seres humanos (Carson 2002, <http://www.rachelcarson.org>).

Para Carson la raíz filosófica del problema era la arrogante visión de que la ciencia podía dominar a la naturaleza. Ella insistía en que los seres humanos eran parte de ella y que la supervivencia de cada parte dependía de la salud de las demás. Cuestionó el derecho moral del gobierno de dejar a los ciudadanos desprotegidos ante productos químicos peligrosos que eran lanzados indiscriminadamente al ambiente y cuyos efectos podían ser catastróficos para los seres vivos, incluyendo las personas (Carson 2002, <http://www.rachelcarson.org>). Estaba convencida también de que uno de



los derechos humanos fundamentales era estar protegidos contra la exposición a venenos dispersados por otras personas y que la obligación de perdurar (como especie) nos daba el derecho a saber (Carson 2002).

Como resultado de la publicación y éxito de “La primavera silenciosa” la multimillonaria industria química dedicó un cuarto de millón de dólares (que en la década de los 60, era muchísimo dinero) en campañas para desprestigiar el trabajo y la investigación de Rachel Carson, por no tener un posgrado, por no ser parte de una institución académica y por ser mujer. Sin embargo, a pesar de los ataques, la conciencia e interés que este libro despertó en la sociedad llevó a la prohibición años más tarde, del uso del DDT (pero no de su exportación a otros países) y la creación de leyes y agencias gubernamentales para la protección ambiental (Carson 2002). Rachel Carson murió de cáncer de mama en 1964, dieciocho meses después de publicar “La primavera silenciosa” (<http://www.rachel-carson.org>).

3.2.3. Las grandes reuniones internacionales, el desarrollo sustentable y la sustentabilidad

La preocupación por los temas ambientales tomó relevancia a finales de la década de los 60 y principios de los 70. Desde entonces se han generado muchos documentos que han tratado de explicar las causas de los problemas ambientales y determinar la relación entre éstos y el crecimiento poblacional, el desarrollo tecnológico, los patrones de consumo y los modelos económicos, entre otros factores. También a lo largo de este tiempo se han propuesto diferentes ideas y acciones para un tipo de desarrollo que mantenga y mejore las condiciones de vida de las personas, a la par que se protegen los ecosistemas y se evita el agotamiento de los recursos naturales.

Una de las primeras iniciativas para conciliar las nociones del desarrollo con la necesidad de una política ambiental internacional fue el concepto de ecodesarrollo, elaborado por Ignacy Sachs, eco-



nomista polaco naturalizado francés, quien consideraba que el desarrollo debe ser una combinación de crecimiento económico, aumento igualitario del bienestar social y preservación del ambiente.

Según su visión la crisis ambiental resulta de imponer un modelo de desarrollo basado en la maximización de las ganancias y del excedente económico en el corto plazo, con efectos en la concentración del poder económico y político, el cual además de incrementar los niveles de deterioro ambiental, profundiza la brecha entre pobres y ricos (Pérez y Hernández 1998). Sin embargo, este concepto no logró popularizarse, aunque sí fue un precedente muy relevante para el desarrollo posterior del concepto de desarrollo sustentable.

A partir de los 70 la ONU comenzó una serie de reuniones a nivel global para tratar temas ambientales y proponer estrategias y políticas internacionales que previnieran y redujeran el deterioro ambiental. Es en este contexto que surge la idea de desarrollo sustentable y posteriormente la de sustentabilidad. A la par de estas reuniones, diversas organizaciones civiles elaboraron documentos en los que analizaron algunos de estos temas y presentaron iniciativas para resolver los problemas ambientales y manejar los recursos naturales.

Conocer estas reuniones, documentos y sus principales propuestas es importante para entender el desarrollo del concepto de sustentabilidad y la manera en la que el fracaso de muchos de los acuerdos surgidos de ellas hizo que el término perdiera relevancia y se convirtiera en un concepto casi vacío. A continuación se presenta un resumen de estas reuniones y documentos relevantes para la sustentabilidad.

3.2.3.1. Los límites del crecimiento. Club de Roma

En 1968 se creó el Club de Roma, una organización privada que reúne a científicos, académicos de diversos ámbitos, políticos, empresarios, diplomáticos y funcionarios interesados en temas como el ambiente, los recursos naturales, la globalización, el desarrollo mundial,



la transformación social, la paz y la seguridad. Una de las primeras acciones de esta agrupación fue solicitarle al Grupo de Análisis sobre Dinámica de Sistemas del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), encabezado por Dennis Meadows, la elaboración de un estudio sobre la relación de las tendencias de crecimiento poblacional y de desarrollo económico (el capital industrial, la producción de alimentos, el consumo de recursos y la contaminación) con las condiciones ambientales del futuro (Meadows *et al.* 1973, 1993).

Para que este equipo pudiera hacer el análisis encomendado tuvieron que desarrollar una computadora capaz de procesar una gran cantidad de datos usando modelos matemáticos. Este estudio duró dos años, tras los cuales, sus resultados fueron presentados a la membresía del Club de Roma y plasmados en el libro “Los límites del crecimiento” publicado en marzo de 1972.

Los resultados del análisis crearon revuelo internacional y fueron discutidos en diversos foros, desde sociedades científicas hasta entidades gubernamentales al interior de muchos países. Fueron recibidos favorablemente en muchos sectores y muy atacados en otros, incluso una compañía petrolera invirtió recursos en una campaña para contrarrestar los hallazgos presentados en los Límites del crecimiento. Este estudio presentó tres conclusiones generales (Meadows *et al.* 1973, 1993):

1. Si se mantienen sin modificaciones las tendencias actuales de crecimiento poblacional, industrialización, producción de alimentos, sobreexplotación de recursos y contaminación ambiental alcanzaremos los límites del crecimiento del planeta en los siguientes 100 años (que era alrededor de 2110). Probablemente esto resultará en una disminución drástica e incontrolable de la población y la capacidad industrial.
2. Las tendencias de crecimiento pueden modificarse y generar un estado de estabilidad económica y ecológica capaz de mantenerse en el futuro. El equilibrio global puede diseñarse para que cada persona logre satisfacer



- sus necesidades básicas y gozar de igualdad de oportunidades para su desarrollo individual.
3. Si se decide enfilarse hacia la segunda opción las probabilidades de éxito serán mayores mientras más pronto se inicie el trabajo en ese sentido.

A partir de la publicación de los “Límites del crecimiento” el tema ambiental comenzó a ser relevante no sólo a nivel político, sino que se iniciaron estudios y análisis sobre las condiciones ambientales en diversos países y se originaron discusiones sobre la necesidad de analizar el modelo económico, los esquemas de explotación, uso y valoración (económica y social) de los recursos, así como las relaciones de poder entre los diversos sectores sociales (por ejemplo, empresas, industrias y sectores más pobres de la población).

3.2.3.2. Conferencia sobre el medio humano

La primera reunión internacional para tratar temas relacionados con el ambiente se celebró del 5 al 16 de junio de 1972 en Estocolmo, Suecia, con el objetivo de establecer criterios y principios comunes para preservar y mejorar el ambiente humano. Esta conferencia fue el inicio de las políticas internacionales sobre temas ambientales y desarrollo sustentable.

En la declaración final de la conferencia los países participantes reconocen que la humanidad ha llegado a un estado insostenible que pone en riesgo la estabilidad de los ecosistemas y se asume la urgencia de tomar medidas para proteger y mejorar el ambiente con el fin de lograr el bienestar de los pueblos y el desarrollo económico del mundo entero.

Esta declaración incluye 26 principios y 109 recomendaciones e inicia diciendo que los seres humanos son a la vez obra y artífice del medio que los rodea, el cual les brinda sustento material y la oportunidad de desarrollarse intelectual, moral, social y espiritualmente. Pero que se ha llegado a un estado de desarrollo científico y tecnoló-



gico que nos ha dado el poder de transformar, de innumerables maneras y en una escala sin precedentes, nuestro entorno (ONU 1972).

La visión de este documento es que en los países en desarrollo los problemas ambientales están generados por la falta de condiciones para vivir dignamente (acceso a alimentación, vestido, vivienda, educación, sanidad e higiene) en las que se encuentran muchos de sus habitantes; mientras que en los países desarrollados los problemas ambientales estaban relacionados con la industrialización y el desarrollo tecnológico.

En el principio uno de la declaración se esboza la idea de lo que después se llamaría desarrollo sustentable: “el ser humano tiene el derecho fundamental a la libertad, la igualdad y el disfrute de condiciones de vida adecuadas en un medio de calidad tal que le permita llevar una vida digna y gozar de bienestar, y tiene la solemne obligación de proteger y mejorar el medio para las generaciones presentes y futuras”.

En los siguientes principios se hablaba de la regulación para la explotación de los recursos, la necesidad de estrategias y acciones para conservar y mejorar el entorno, el ordenamiento del crecimiento de los centros urbanos, la inversión en desarrollo y transferencia de innovaciones científicas y tecnológicas, el acceso a la información sobre el medio y la necesidad de conservarlo para toda la población, así como la importancia de la cooperación internacional para la protección y mejoramiento del mismo, respetando la soberanía y marco legal de las naciones.

A raíz de esta cumbre se crea el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA o UNEP por sus siglas en inglés) que se constituye como la autoridad global para establecer la agenda ambiental, promover la dimensión ambiental del desarrollo sustentable dentro del sistema de la ONU y ser una autoridad en la defensa del ambiente en el mundo.

El trabajo del PNUMA incluye desarrollar instrumentos ambientales a nivel internacional y nacional, fortalecer las instituciones para el manejo adecuado del ambiente y evaluar las condiciones ambientales a nivel global, regional y nacional.



3.2.3.3. Declaración de Cocoyoc

Un documento muy interesante pero que no ha recibido mucha difusión es la Declaración de Cocoyoc, documento final del simposio sobre “Modelos de Utilización de Recursos, Medio Ambiente y Estrategias de Desarrollo” convocado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Conferencia de las Naciones Unidas para el Comercio y el Desarrollo (UNCTAD), y celebrado en Cocoyoc, México, del 8 al 12 de octubre de 1974.

Esta declaración consideraba imperante transformar los sistemas económicos del planeta, de manera que los países ricos dejaran de devastar los recursos naturales de los países pobres y se frenara el sobreconsumo que afectaba la capacidad de desarrollo de los países menos avanzados. Era una crítica muy fuerte al modelo económico que incrementaba las desigualdades en el acceso a los beneficios de los recursos, las cuales estaban ligadas al deterioro ambiental. Además rechazaba la premisa de “crecer primero y después distribuir justamente los beneficios de la explotación de los recursos” (PNUMA/UNCTAD 1975).

Consideraba que el desarrollo no sólo debe enfocarse a satisfacer las necesidades básicas, sino asegurar la libertad de expresión, el derecho a manifestarse, recibir ideas y estímulos que les permitan a los ciudadanos participar en la modelación del mundo del futuro. Ante los retos derivados de la explotación de los recursos proponía redefinir metas, nuevas estrategias de desarrollo y nuevos estilos de vida para reducir el consumo exagerado de algunos estratos sociales (PNUMA/UNCTAD 1975).

En la declaración también se señala que los procesos de crecimiento (económico) que sólo benefician a las minorías más prósperas y mantienen o aumentan las desigualdades entre países y sus poblaciones no pueden considerarse desarrollo, porque son explotación. Finalmente, mencionan que de establecerse un orden económico internacional más equitativo, muchos de los problemas a que da lugar la mala distribución de los recursos y el inadecuado uso



del espacio podrían resolverse, generando cambios en la geografía industrial del mundo (PNUMA/UNCTAD 1975).

3.2.3.4. Estrategia Mundial de Conservación

En 1980 la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) publicó la Estrategia Mundial de Conservación con el objetivo de apoyar el desarrollo sustentable a través de la conservación de los recursos vivos. Sus metas eran mantener los procesos ecológicos esenciales para los sistemas de soporte de la vida y la diversidad genética, así como garantizar el uso sustentable de las especies y los ecosistemas (IUCN 1980).

En esta estrategia se explicaba la importancia de estos recursos para la supervivencia humana y el desarrollo sustentable, se identificaban temas prioritarios de conservación y los principales requerimientos para abordarlos. Además proponía acciones a nivel global, regional y nacional para alcanzar los objetivos de la estrategia (IUCN 1980). Partía de reconocer que para resolver los problemas ambientales se requiere de un esfuerzo a largo plazo y articular los objetivos del desarrollo con el ambiente.

También mencionaba que para lograr un desarrollo sustentable era necesario establecer estrategias y políticas para la conservación de los ecosistemas del planeta. En el contexto de este documento se habla de desarrollo sustentable como el que evita superar la capacidad de carga de los ecosistemas (IUCN 1980).

En la estrategia se consideran prioritarios los siguientes temas: reducción en la calidad y cantidad de tierras agrícolas y ganaderas, erosión del suelo y degradación de cuencas y áreas de recarga de acuíferos, desertificación, pérdida de pesquerías, extinción de especies, subespecies y variedades; sobreexplotación de peces y vida silvestre, deforestación, alteraciones climáticas y contaminación del aire; enfoques de conservación limitados, fracaso en la integración de conservación y desarrollo, planeación ambiental equivocada, distribución inadecuada de recursos, legislación y organización insuficiente.



ciente, falta de personal capacitado y de información, poco apoyo para la conservación, y finalmente, carencia de desarrollo rural (IUCN 1980).

Según la estrategia los obstáculos principales eran la creencia de que la conservación de los recursos vivos era un tema limitado y no transversal a todos los sectores del desarrollo, el fracaso en integrar conservación y desarrollo, así como el proceso de crecimiento que podía ser inflexible e innecesariamente destructivo por la planeación ambiental inadecuada y la distribución deficiente de recursos, la falta de legislación y de apoyo de los sectores gubernamentales (IUCN 1980).

3.2.3.5. Nuestro futuro común

En 1983, la Asamblea General de la Organización de Naciones Unidas creó la WCED con el objetivo de elaborar un diagnóstico sobre las condiciones ambientales a nivel global y proponer estrategias para lograr el desarrollo, a la par que se mantenía la integridad de los ecosistemas del planeta (ONU 1987, Pérez y Hernández 1998).

La Comisión tenía la tarea de proponer estrategias ambientales a largo plazo para lograr el desarrollo sustentable hacia el año 2000, así como recomendar acciones que promovieran mayor cooperación entre países en distintos niveles de desarrollo para alcanzar objetivos comunes que consideraran las relaciones entre las personas, los recursos, el ambiente y el desarrollo.

Además, debía construir las bases de una agenda internacional a largo plazo que durante las siguientes décadas ayudara a la comunidad global a definir los esfuerzos necesarios para lidiar efectivamente con los retos de proteger y mejorar el ambiente.

Esta comisión estuvo conformada por 21 representantes de Noruega, Sudán, Italia, Colombia, URSS, Estados Unidos, Canadá, Costa de Marfil, Japón, India, Hungría, China, Alemania, Zimbabwe, Arabia Saudita, Brasil, Guyana, Algeria, Indonesia, Nigeria y Yugos-



lavia. México participó a través de Pablo González Casanova, pero éste se retiró en 1986. La comisión fue encabezada por la entonces Primera Ministra de Noruega Gro Harlem Brundtland (quien posteriormente fue Directora General de la Organización Mundial de la Salud).

Durante tres años esta Comisión viajó por el mundo haciendo audiencias públicas en las que participaron ciudadanos, políticos e investigadores de diversas áreas, y reuniendo información sobre la situación ambiental y las tendencias para el año 2000. El resultado de este trabajo se presentó ante el pleno de las Naciones Unidas en 1987 con la publicación “Nuestro Futuro Común” (también conocido como Informe Brundtland). El impacto del informe fue tan grande que la Asamblea General de Naciones Unidas estableció que su contenido fuera el eje de la Cumbre de Río de Janeiro en 1992.

En él se reconoce que el ambiente y el desarrollo son inseparables y que la protección ambiental es un problema global. Además es el primer documento de la ONU en donde se define el desarrollo sustentable como aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades. En este sentido el desarrollo sustentable tiene dos conceptos clave (ONU 1987):

1. El concepto de necesidades, en particular las necesidades esenciales de los pobres, que deben ser prioritarias y
2. La idea de los límites del ambiente impuestos por el estado de la tecnología y el desarrollo social para cubrir las necesidades presentes y futuras.

El informe Brundtland es un parteaguas en la percepción de los problemas ambientales, no sólo por la incorporación de desarrollo sustentable *per se*, sino porque manifiesta la relación entre los problemas ambientales y los patrones de desarrollo económico, factores sociales y políticos de manera global. La Comisión Mundial para el Ambiente y el Desarrollo definió como objetivos críticos para políticas ambientales y de desarrollo los siguientes:



- Estimular el crecimiento
- Cambiar la calidad del crecimiento
- Cubrir las necesidades esenciales de trabajo, alimentos, energía, agua y salubridad
- Asegurar un nivel sustentable de población
- Conservar y mejorar la base de recursos
- Reorientar la tecnología y el manejo de riesgos y,
- Fusionar ambiente y economía en la toma de decisiones

Además se enfatiza el valor del material genético de las especies y considera que la conservación de ecosistemas y especies es un requisito indispensable para el desarrollo sustentable y se considera que los problemas ambientales surgen de la falta de desarrollo y de las consecuencias imprevistas de algunas formas de crecimiento económico (ONU 1987).

Otro aspecto muy relevante es que se establece que no puede haber desarrollo con una base de recursos ambientales deteriorada, que el ambiente no puede protegerse cuando el crecimiento no considera la destrucción ambiental y que la desigualdad en el desarrollo contribuye a los problemas ambientales (ONU 1987).

3.2.3.6. Cumbre sobre Desarrollo Humano

En 1992 se celebró en Río de Janeiro, Brasil la Cumbre sobre Desarrollo Humano (también conocida como cumbre de la Tierra). La Asamblea General de la ONU había acordado que esta segunda conferencia sobre el ambiente tomara como fundamento el informe de la Comisión Mundial para el Ambiente y el Desarrollo “Nuestro Futuro Común” para vincular el ambiente con el desarrollo. Se celebró entre el 3 y el 14 de junio de 1992. En la declaración final de esta conferencia se parte de la convicción de que los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones del desarrollo sustentable y tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza. En ella se establecen recomendaciones y



acuerdos para alcanzar el desarrollo sustentable enfatizando que desarrollo significa más que consumo y crecimiento económico, ya que involucra la reducción de la pobreza, políticas demográficas, la deuda externa de los países en desarrollo y la estructura económica mundial.

Además se enfatizó que la educación y la cultura eran elementos fundamentales para el cambio de actitudes en la población que condujera a conductas distintas para, por ejemplo, eliminar la tendencia de tratar al ambiente como si fuera un “bien gratuito” y promover que los costos ambientales se incorporaran en las decisiones de los productores y los consumidores (López 2012, UN 1992).

Otros resultados de la Conferencia de Río fueron la Agenda 21, la Declaración de los principios de los bosques, así como la creación de la Convención de Diversidad Biológica y la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Además, se sentaron las bases para la Convención de Naciones Unidas para Combatir la Desertificación (establecida en 1994).

La Agenda 21 es quizá el documento más importante que resultó de esta conferencia. En ésta los gobiernos firmantes establecieron líneas de acción que de ser aplicadas en el mundo llevarían a abandonar el modelo de crecimiento económico insostenible y fomentarían aquellas actividades que protegieran y renovaran los recursos de los que dependían el crecimiento, el desarrollo y las poblaciones humanas. Los temas de la agenda 21 incluían (UN 1992):

1. Protección a la atmósfera: cambios climáticos, deterioro de la capa de ozono y contaminación transfronteriza.
2. Preservación de los recursos de la tierra: acciones contra la deforestación, la pérdida de suelo y la desertificación.
3. Conservación de la biodiversidad.
4. Protección de los recursos de agua dulce.
5. Conservación de mares y océanos, así como la utilización racional de sus recursos.
6. Manejo ambiental de los desechos biotecnológicos y peligrosos.



7. Prevención del tráfico ilegal de productos y residuos tóxicos.
8. Mejora de la calidad de vida y salud humana.
9. Elevación del bienestar y las condiciones de trabajo de los estratos más pobres de la población.

En la agenda se enfatizó que la responsabilidad principal para ejecutar con éxito las actividades definidas era de los gobiernos, para lo cual debían definir estrategias, planes, políticas y procesos nacionales y en donde la cooperación internacional era fundamental para apoyar y complementar estos esfuerzos. Asimismo, se debía alentar la participación activa de todos los sectores sociales incluyendo mujeres, agricultores, jóvenes, indígenas, autoridades locales, sindicatos, científicos y empresas, así como a las organizaciones no gubernamentales (UN 1992).

Esta fue la reunión internacional en la que se pusieron las esperanzas de amplios sectores de la población en que era posible transformar las sociedades y su relación con el entorno en beneficio de todos los habitantes del planeta. Desafortunadamente, con el tiempo se hizo evidente que la inercia y el poder de intereses económicos y políticos de países como Estados Unidos y de industrias multimillonarias como las petroleras iban a frenar las acciones y acuerdos fundamentales para el desarrollo sustentable (como el protocolo de Kyoto para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que provocan el cambio climático).

A partir de la falta de acciones y políticas públicas derivadas de los acuerdos tomados en la cumbre de Río, la confianza en este tipo de reuniones internacionales se vino abajo, causando un sentimiento de desesperanza y frustración en sectores que antes habían apoyado y apostado a las posibilidades de cambio generadas en estas cumbres. En las siguientes reuniones las expectativas de lograr acuerdos que se tradujeran en acciones beneficiosas para todos fueron cada vez menores.



3.2.3.7. Los objetivos de desarrollo del milenio

En el año 2000 la Organización de Naciones Unidas convocó a una reunión internacional en la que las naciones reafirmaron su compromiso con la ONU y su Carta para lograr un mundo pacífico, más próspero y justo para todos los habitantes de la Tierra. Además en esta reunión, conocida como la Cumbre del Milenio, los países reconocieron la responsabilidad colectiva de respetar y defender los principios de la dignidad humana, la igualdad y la equidad en el plano mundial (ONU 2000).

Si bien esta cumbre no era sobre temas ambientales, en su declaración final se señaló que los países participantes no deberían escatimar esfuerzos para evitar la degradación irremediable del planeta por las actividades humanas, por lo que los participantes debieron adoptar una nueva ética de conservación y cuidado del ambiente. Como resultado de la Cumbre se establecieron ocho objetivos que debían alcanzarse durante el siglo XXI. Éstos se conocen como los “Objetivos del Desarrollo del Milenio” (ODM) y son los siguientes (ONU 2000):

1. Erradicar la pobreza extrema y el hambre.
2. Lograr la enseñanza primaria universal.
3. Promover la igualdad entre los géneros y la autonomía de la mujer.
4. Reducir la mortalidad infantil.
5. Mejorar la salud materna.
6. Combatir el VIH/SIDA, el paludismo y otras enfermedades.
7. Garantizar la sustentabilidad del medio ambiente.
8. Fomentar una asociación mundial para el desarrollo.

Cada uno de estos objetivos incluía metas concretas e indicadores para medir su éxito, por ejemplo, en el caso del objetivo 7: garantizar la sustentabilidad del medio ambiente, una de las metas era re-



ducir la pérdida de diversidad biológica logrando, para 2010, una reducción significativa en la tasa de pérdida, y uno de los indicadores para evaluarlo era comparar la proporción de especies amenazadas de extinción con respecto al año 2000 (ONU 2000).

Estos objetivos debían lograrse para el año 2015, pero como al final de este periodo de 15 años los avances habían sido escasos (según datos de la ONU la pobreza extrema se redujo a la mitad y se lograron avances importantes en mejorar el acceso a la educación primaria en el mundo) (ONU 2014) se estableció una Agenda post-2015 para seguir avanzando en su consecución.

3.2.3.8. Cumbre sobre Desarrollo Sustentable

Diez años después de Río se celebró la Cumbre sobre Desarrollo Sustentable en Johannesburgo, Sudáfrica (26 de agosto - 4 de septiembre de 2002), en donde se revisaron los avances de las políticas públicas internacionales en la materia y se redefinió el desarrollo sustentable como “un proceso mediante el cual se satisfacen las necesidades económicas, sociales, de diversidad cultural y de un ambiente sano de la actual generación, sin poner en riesgo la satisfacción de las mismas para las generaciones futuras” (ONU 2002).

En la declaración final los países firmantes reconocen que la humanidad está en un encrucijada y asumen la responsabilidad colectiva de promover y fortalecer el desarrollo económico, social, y proteger el ambiente, como pilares del desarrollo sustentable. También se comprometieron a construir una sociedad humanitaria, equitativa, generosa y consciente de la importancia de respetar la dignidad de todos los seres humanos (ONU 2002).

En esta declaración se retoman los acuerdos de Río y se definen mecanismos para avanzar hacia el desarrollo sustentable y el logro de las metas de la Agenda 21. Entre los temas prioritarios de esta conferencia internacional están la erradicación de la pobreza, el cambio en los patrones insustentables de consumo y producción, combatir la desertificación, reducir la extinción de especies, comba-



tir la contaminación del agua y aire, reducir la inequidad del desarrollo entre países ricos y pobres, todo esto con la complejidad que sumaba la globalización (ONU 2002).

3.2.3.9. Río + 20

Todas las cumbres internacionales sobre ambiente y desarrollo despertaron grandes expectativas y esperanza en que las políticas globales y los patrones de explotación y uso de los recursos del planeta cambiarían a favor de mejorar la calidad de vida de todos los habitantes del planeta. Sin embargo, desde la cumbre de 1972 y en particular, como se mencionó, después de la cumbre de Río de Janeiro, las expectativas y esperanzas se habían convertido en decepción ante los pobres resultados alcanzados en materia de desarrollo sustentable, la falta de cooperación internacional y la continuidad de políticas y prácticas de extracción y uso de recursos cada vez más agresivas, que generaron una inequidad cada vez mayor entre los países y que continuaron degradando los ecosistemas.

De modo que cuando llegó el tiempo de la siguiente conferencia mundial sobre el ambiente, la Conferencia de Río + 20 casi nadie tenía confianza en que esta reunión generara resultados alentadores. Y desafortunadamente así fue.

La Conferencia Río + 20 sobre Desarrollo Sustentable se celebró del 20 al 22 de junio de 2012 y en ella, los países participantes renovaron (otra vez) su compromiso en favor del desarrollo sustentable considerando los aspectos económicos, sociales y ambientales para el planeta y para las generaciones presentes y futuras. También generaron (otra vez) un documento con medidas para alcanzar este desarrollo. En este documento, titulado “El futuro que queremos” se proponían medidas para impulsar la transición hacia economías más verdes sin dejar de centrarse en la erradicación de la pobreza, evitar la pesca excesiva, la destrucción de los ecosistemas marinos y los efectos perjudiciales del cambio climático; así como para mejorar la calidad de vida, reducir la deforestación, mejorar la



gestión de los recursos hídricos y extender el uso de las fuentes de energía renovable con el fin de reducir las emisiones de carbono y la contaminación sin dejar de promover el crecimiento económico (ONU 2012).

En este documento se enfatiza el concepto de economía verde, la cual, considera que se debe contribuir a la erradicación de la pobreza y al crecimiento económico sostenido, aumentando la inclusión social, mejorando el bienestar humano y creando oportunidades de empleo y trabajo decente para todos, al mismo tiempo que se mantiene el funcionamiento saludable de los ecosistemas de la Tierra. Esta conferencia tuvo resultados poco alentadores, no se logró ninguno de los acuerdos que se esperaba alcanzar con los países que generan la mayor cantidad de gases de efecto invernadero, ni acuerdos para reducir la deforestación ni la protección de los mares y océanos de la contaminación, ni la sobreexplotación pesquera (CEMDA 2012).

Además, se incluye la noción de economía verde, definida como aquella que permite el crecimiento del empleo y el ingreso impulsados por la inversión pública y privada (y favorecida por reformas políticas y cambios en la regulación) que reduce las emisiones de carbono, mejora la eficiencia energética y de uso de recursos, y previene la pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos. En este modelo la ruta del desarrollo puede mantener, mejorar y, de ser necesario, reconstruir el capital natural como un valor económico crítico de beneficio público, en especial para los pobres cuyo bienestar y seguridad depende en gran medida de la naturaleza (UNEP s/f).

Sin embargo, para muchos sectores académicos y sociales, el concepto de economía verde es opuesto al del desarrollo sustentable, porque no cuestiona el modelo de desarrollo, no considera la interdependencia de todos los seres humanos con los ecosistemas (no sólo los pobres), ni cuestiona el sobreconsumo ni la inequidad en el manejo de los recursos o las relaciones de poder y la explotación de las personas (Federal Coordination of Internationalism 2012). Además, ve a la naturaleza sólo como un bien económico, dejando



de lado su importancia biológica y cultural, así como muchas cuestiones éticas que se han discutido durante los últimos 20 años.

Todas estas definiciones, propuestas de acción y documentos desarrollados alrededor del concepto de desarrollo sustentable y luego de sustentabilidad (que primero se usaba como sinónimo, pero con el tiempo se fue separando conceptualmente) forman las bases de las propuestas y visiones actuales de la sustentabilidad. Sin embargo, todas las visiones comparten un origen común, pues todas se desprenden de la definición de desarrollo sustentable contenida en el Informe Brundtland.

La importancia de conocer el origen del concepto de sustentabilidad radica en que permite la reflexión sobre el contexto en el que surge y lo reciente de su aparición. Además permite entender que este concepto no ha estado exento de críticas, pero que en su evolución se han generado discusiones sobre lo que significa desarrollo y se han ido incluyendo aspectos sociales que no se habían considerado en sus inicios.

La idea de sustentabilidad sigue evolucionando y enriqueciéndose de las experiencias de distintos lugares, ideas y la información que se sigue generando alrededor de los sistemas socio-ecológicos y en torno a los impactos de las actividades humanas sobre los sistemas del planeta. Conocer el origen y evolución del concepto nos permite ponerlo en perspectiva y nos ayuda a comprender su complejidad y la incertidumbre asociada, así como sus debilidades y fortalezas.

3.2.4. Uso y abuso del término. Distintas visiones de sustentabilidad

En este apartado se hace referencia al uso cotidiano y, a veces indiscriminado, de términos como desarrollo sustentable y sustentabilidad, lo que ha generado confusión y evita que las personas relacionen estos conceptos con alternativas de desarrollo o con espacios de participación. También se presentarán diferentes enfoques y aproxi-



maciones de la sustentabilidad, resaltando que no existe consenso sobre el término y que para algunos autores ha perdido su sentido y no representa una alternativa viable.

A partir de su aparición, primero en la Estrategia Global de Conservación y luego en el Informe Brundtland, el concepto de desarrollo sustentable se fue convirtiendo en un término común y muy utilizado. Desde entonces las frases desarrollo sustentable, sustentabilidad, sostenibilidad, se han vuelto palabras cotidianas en los discursos políticos, discusiones entre científicos, conferencias, cursos, propuestas de ley, en las aspiraciones sociales, libros, artículos y tesis, entre muchos otros (Adams 2006).

A partir de la Cumbre de Río el desarrollo sustentable como concepto, meta y movimiento creció rápidamente, convirtiéndose en la misión central de numerosas organizaciones internacionales y nacionales, corporaciones, ciudades y empresas “sustentables”, entre otros (Kates et al. 2005). La sustentabilidad puede señalarse como meta de una institución, una política, una ley, pero también puede referirse a que un proceso o producto tiene un menor impacto ambiental con respecto a otros (Adams 2006).

En una búsqueda en Google se encontraron 7,650,000 resultados que corresponden a una gran diversidad de tipos de documentos, unos más serios que otros (criterio de búsqueda: sustentabilidad, acceso 16 de abril de 2015), mientras que en las bases de datos de la UNAM se reportan 74 libros y 131 tesis que incluyen la palabra sustentabilidad en temas como desarrollo comunitario, desarrollo de tecnología, suelo de conservación, pobreza, producción de alimentos, minería, educación, energía, economía, globalización, agua, políticas públicas, servicios, planeación y zonas urbanas, desarrollo humano y turismo, entre otros (<http://bc.unam.mx/>).

Una de las críticas a los conceptos de sustentabilidad y desarrollo sustentable es que aunque se utilizan para expresar la manera en la que la economía y ambiente deben ser visualizados y manejados, no siempre se cuestiona la idea tradicional de desarrollo, que se refiere al incremento de la producción y el consumo a través de



un mayor poder adquisitivo. Esta visión basada en cubrir todas las “necesidades” del consumidor (y generar nuevas necesidades para incentivar el consumo) lleva al consumismo, lo que se traduce en una mayor explotación de recursos, generación de desechos y degradación ambiental, y que va en la dirección contraria a lo que se considera sustentable.

Además, en muchos casos estos términos se han empleado de manera laxa y excesiva o incluso contradictoria. Este uso indiscriminado, sin explicar su significado (porque el que habla tal vez no lo entiende) ni crear espacios para discutir y reflexionar sus alcances y limitaciones ha generado un sentimiento de confusión alrededor de estos conceptos y los ha desgastado. Muchas veces el uso del término muestra una percepción incompleta sobre la pobreza y la degradación ambiental y confusión sobre el papel del crecimiento económico. Tampoco se ha enfatizado (nuevamente porque probablemente no es claro) la importancia de la participación ciudadana y del concepto de responsabilidades compartidas pero diferenciadas, ni su complejidad o las diferentes dimensiones desde las cuales puede abordarse.

La sustentabilidad también puede verse como movimiento social donde un grupo de personas con una ideología común busca lograr ciertas metas (Kates *et al.* 2005). Lamentablemente también se ha usado como estrategia de mercadotecnia con el fin de atraer consumidores a un producto o marca particular, sin que esto implique que tiene un menor impacto ambiental, lo que lo convierte en **greenwashing** (Adams 2006).

Esto, lejos de ayudar a crear un marco común desde donde se pueda construir un futuro diferente ha generado desconfianza y desinterés en esta propuesta de desarrollo alternativa. Incluso, para algunos académicos el concepto ha perdido su sentido y debería discontinuarse su uso. Según estas visiones debe buscarse un nuevo concepto capaz de referirse a la estrategia para transformar la sociedad, la cultura, los procesos económicos y políticos para vivir con bienestar dentro de los límites del planeta.



Sin embargo, hay muchos otros autores que consideran que el concepto de sustentabilidad debe mantenerse y depurarse, y reconocen que una de sus virtudes más grandes es precisamente la flexibilidad y la capacidad de incluir propuestas y acciones en una gran cantidad de líneas, permitiendo que muchas personas y organizaciones construyan estrategias de sustentabilidad desde diferentes visiones para resolver problemas específicos.

A lo largo de las últimas décadas se han escrito muchos documentos sobre lo que significa el desarrollo sustentable y la sustentabilidad, mostrando una gama de visiones bastante amplia. En estos estudios y publicaciones existen diversas aproximaciones sobre lo que debe sustentarse (en el sentido de conservar), lo que debe desarrollarse y la manera en la que estos elementos se relacionan entre sí (Kates *et al.* 2005).

Por ejemplo, en cuanto a lo que debe mantenerse se hace referencia, por un lado, a los sistemas de la Tierra, la naturaleza, los sistemas de soporte de la vida y las comunidades, con categorías intermedias como la tierra, el ambiente, las culturas y los recursos. En algunos casos se enfatiza la conservación de los sistemas de soporte de la vida por los servicios ecosistémicos que brindan a las personas, mientras que otras propuestas parten del valor que tiene la naturaleza por sí misma, independientemente de los servicios ecosistémicos que pueda brindar a las poblaciones humanas. Otras visiones enfatizan el mantenimiento a largo plazo de la diversidad cultural o los estilos de vida (Kates *et al.* 2005).

En cuanto a lo que debe desarrollarse diferentes visiones de sustentabilidad consideran el desarrollo humano, la economía y la sociedad. En las visiones que enfatizan el desarrollo económico se considera que a partir de éste se generarán empleos, capacidad adquisitiva y salud, lo que redundará en el bienestar de las personas, mientras que las visiones en las que se privilegia el desarrollo humano se enfatizan la equidad, mayor expectativa de vida, educación, valores y oportunidades. Finalmente, las visiones que privilegian el desarrollo social incluyen la seguridad, el bienestar y el capital social que surge



y se fortalece a través de las interacciones sociales y los lazos comunitarios como metas de la sustentabilidad (Kates *et al.* 2005).

La flexibilidad del concepto de sustentabilidad le permite mantenerse como una idea abierta, dinámica y en evolución que puede adaptarse para caber en distintas situaciones y contextos a lo largo del espacio y el tiempo. De igual manera, su interpretación tan amplia permite que participantes de diversos niveles desde lo local hasta lo global, de diversos sectores productivos, empresarios y sociedad civil interpreten el concepto desde sus particulares situaciones: la crítica constructiva, el diálogo, la negociación y los ejercicios prácticos en comunidades y situaciones particulares son fundamentales para que el concepto de sustentabilidad siga evolucionando (Kates *et al.* 2005, Adams 2006).

3.3. La sustentabilidad hoy

Actualmente es casi imposible que alguien dude de la crisis en la que nos enfrentamos como civilización. Las evidencias y los datos sobre la decrepita degradación de los ecosistemas, la contaminación, la extinción de especies y el cambio climático son abundantes... y abrumadoras.

Hasta ahora en este fascículo hemos revisado la situación ambiental global y nacional para explicar el contexto ambiental en el que nos encontramos y las razones por las que hemos llegado a este punto. Se presentaron datos sobre el estado de los sistemas del planeta y el riesgo de que la modificación de las dinámicas planetarias nos lleve a una etapa de elevados riesgos socio-ecológicos cuyos efectos para la especie humana no somos capaces de visualizar.

Asimismo se ha mencionado a México como país megadiverso por el número de especies y ecosistemas presentes en su territorio, la proporción de especies endémicas y la diversidad de relaciones culturales entre los mexicanos y sus ecosistemas (como el uso de plantas medicinales y la variedad de insectos comestibles); y se han



brindado datos sobre algunos de los retos ambientales que enfrentamos como nación.

Ante los retos de la civilización humana hacia el futuro hemos presentado a la sustentabilidad y el desarrollo sustentable como conceptos que surgen como base para un tipo de desarrollo diferente, capaz de brindar condiciones de vida dignas para todos los habitantes del planeta y sin causar la degradación irreversible de los ecosistemas de los que dependemos como especie.

Hemos presentado a la sustentabilidad como un concepto poderoso de origen reciente que no tiene una definición única y que no ha estado exento de críticas, abusos y malas interpretaciones. También hemos explicado que existen diversas visiones sobre el significado de sustentabilidad y que es un término que se ha utilizado de manera laxa y muchas veces contradictoria.

Pero también hemos visto que esta ambigüedad del concepto le otorga una flexibilidad que permite conjuntar personas de muy diversas ideologías bajo el objetivo común de lograr un desarrollo distinto e incluyente para todos. Es en este contexto, en una visión optimista de la sustentabilidad que se enmarca este fascículo.

La sustentabilidad es un proceso de transformación social, económica, política y cultural para que las personas del presente y las generaciones futuras alcancen el bienestar a partir de la satisfacción de sus necesidades básicas, dentro de los límites de los ecosistemas y en condiciones de equidad y justicia para todos y todas.

Aunque grandes sectores sociales tienen el interés y la motivación para llevar a las sociedades a otro estado de desarrollo, no hemos avanzado como se esperaba, incluso a pesar de que cada vez sabemos y entendemos más las causas, procesos e interacciones de estos problemas, y de que la información sobre estos temas es cada vez más accesible.

La complejidad inherente a los sistemas socio - ecológicos junto con el esfuerzo que se requiere para transformar las estructuras políticas y económicas hacen de la tarea algo muy difícil, que impone retos muy grandes que requieren la participación organizada y coordinada de grupos inter- y multidisciplinarios para establecer



estrategias locales, nacionales y globales cuyos resultados se verán en el mediano y largo plazo.

Precisamente uno de los retos actuales es la dificultad de convencer a diversos sectores de la población de realizar acciones cuyo efecto está pensado en una escala espacial mayor y en horizontes temporales de mediano y el largo plazo, lo que se contrapone con las perspectivas humanas que generalmente se enfocan en espacios puntuales y periodos de tiempo cortos. De manera que necesitamos lograr que más personas pasen de perspectivas de vida que generalmente se ubican en cuestiones que afectan únicamente a su familia o amigos en un periodo de tiempo corto, hacia una perspec-

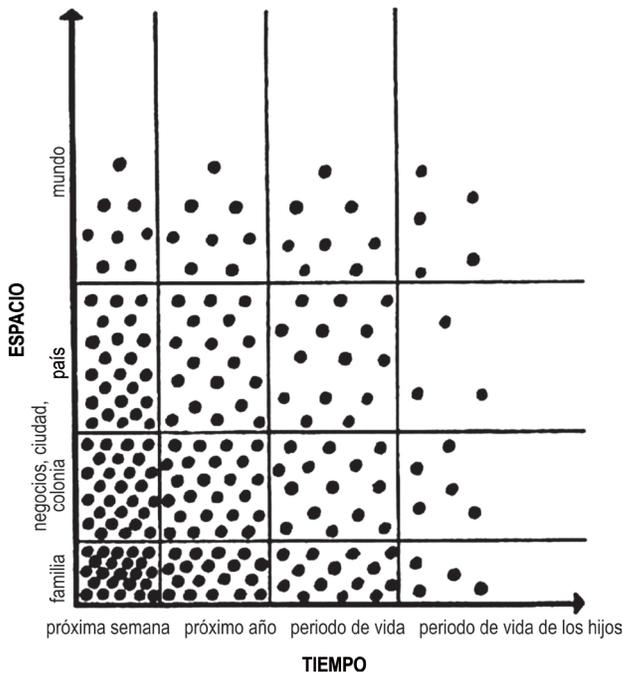


Figura 9

Gráfica para ejemplificar las perspectivas humanas en el tiempo y el espacio. Los puntos representan personas y sus perspectivas en el espacio y el tiempo (tomado de Meadows et al. 1973)



tiva global que se proyecte en un futuro lejano (en 30 o 50 años o hacia el siguiente siglo) (figura 9).

Esta es una tarea compleja, dado que la mayoría de las personas ocupa casi todos sus esfuerzos en conseguir su sustento diario y el de sus familias (aunque esto no significa que no se preocupen por el entorno y los problemas ambientales). Sólo las personas que han resuelto estos problemas inmediatos pueden pensar y actuar acerca de problemas más alejados en los ejes de tiempo y espacio, de manera que consideren los impactos en toda la comunidad de la que forman parte o con la que se identifican y en donde el alcance de sus acciones involucra meses o años futuros (Meadows *et al.* 1973).

Otra de las cosas que debemos tener en cuenta para aproximarnos a las relaciones entre los problemas ambientales a distintas escalas es la complejidad de los sistemas socio-ecológicos del planeta, la falta de conocimiento detallado de muchos de ellos y la incertidumbre asociada a esta complejidad. Es importante superar la visión de los sistemas biológicos como “máquinas” que pueden separarse y analizarse de manera independiente, pensando que al sumar el conocimiento de cada parte podremos entender por completo su funcionamiento, vulnerabilidades y límites.

Los temas ambientales nos han demostrado la ineficacia de esta visión. El todo es mucho más que la suma de sus partes, de hecho, incluso definir el todo es complicado. Debido a esta complejidad, las soluciones nunca serán fáciles ni las mismas para todos y todas. Cada caso debe examinarse de manera independiente, cada solución tiene que ser particular para la situación específica, el contexto y el lugar en donde estamos.

Para poder avanzar hacia sistemas socio-ecológicos sustentables también es necesario superar dos creencias muy arraigadas: 1) la que supone que la degradación de los ecosistemas es inevitable, pues es parte del crecimiento económico y 2) la que considera que el crecimiento económico es la única opción para mitigar la pobreza. A lo largo del siglo xx el crecimiento sólo ha beneficiado a algunos, no se ha mitigado la pobreza, la degradación ambiental se ha incre-



mentado y algunos grupos de personas se han visto más afectados que otros. A esto debe sumarse lo que ya se ha mencionado en este fascículo, que los países y los sectores sociales con mayor poder adquisitivo generan mayores impactos ambientales (gases de efecto invernadero, residuos, mayor consumo de agua y energía).

Actualmente se considera que para transitar hacia la sustentabilidad es necesario terminar con la inequidad en todos sus sentidos e incrementar el bienestar humano dentro de los límites planetarios, por ejemplo, estrategias para incrementar el acceso a la educación a niños y niñas en zonas rurales, para mejorar los servicios de salud para mujeres indígenas, así como desarrollar tecnologías más eficientes (que consuman menos energía y/o generen menos residuos), y establecer programas para sensibilizar a los ciudadanos de los sectores más adinerados sobre el impacto ambiental del consumo entre otros. Para poder comprender las implicaciones de este concepto y proponer estrategias para construir y transitar hacia un futuro más sustentable es necesario tener presentes los siguientes aspectos:

1. La capacidad del planeta para producir bienes de consumo humano, absorber desechos humanos y brindar servicios ecosistémicos es limitada.
2. Los problemas ambientales nos impactan a todos (cambio climático, agujero en la capa de ozono).
3. La creencia de que podemos consumir sin límite en un mundo limitado ecológicamente es un camino a la degradación ambiental y al incremento de los riesgos ambientales.
4. La estructura y los componentes del ambiente se pueden modificar por la acción de las sociedades, pero puede existir sin ellas. Por el contrario, las sociedades NO pueden existir sin el ambiente.
5. La diversidad biológica es fundamental para el bienestar humano (y de otros seres vivos).
6. La degradación de los ecosistemas daña a las personas (y a otros seres vivos).



7. La inequidad en el acceso a los beneficios del desarrollo es incompatible con la sustentabilidad.
8. La participación de todos los sectores sociales en la construcción de un futuro distinto es indispensable.

La sustentabilidad se basa en una nueva interpretación de las aspiraciones y logros humanos, en donde el bienestar alcanzado (no necesariamente los bienes materiales adquiridos o la cantidad de servicios utilizados) por unidad de extracción de recursos o de transformación de la naturaleza debe ser el indicador de avance (Adams 2006).

Un elemento clave en esto es el vínculo entre el bienestar y la seguridad humanos. La calidad, diversidad y funciones del ambiente apuntalan la salud, solidaridad y seguridad humanas. De hecho, la seguridad de las personas depende sobre todo de la equidad intra e inter-generacional (Adams 2006). La sustentabilidad es la ruta que permitirá a la humanidad mantener y expandir la calidad de vida por medio de la diversidad (Adams 2006). Según David Orr (2006) ningún ser humano tiene derecho de menospreciar la vida ni el bienestar de otro y ninguna generación tiene el derecho de dañar a las generaciones por venir.

3.3.1 Dimensiones y escalas de sustentabilidad

Se presentarán las dimensiones y escalas de la sustentabilidad. Se explicarán las interacciones entre las dimensiones y la importancia de trabajar en distintas escalas desde la global hasta la local. Se enfatiza la importancia de la participación y el concepto de responsabilidad compartida pero diferenciada.

A lo largo del desarrollo del concepto de desarrollo sustentable y después de sustentabilidad, se han generado diversas representaciones gráficas para mostrar la relación entre los aspectos am-



bientales, sociales y económicos involucrados. Uno de las primeras mostraba las dimensiones del desarrollo sustentable como pilares, cada uno con la misma importancia (figura 10a). Sin embargo, esta representación fallaba al no hacer evidentes las relaciones entre cada una de las dimensiones (Adams 2006).

Otra de las representaciones del desarrollo sustentable es la de círculos concéntricos, en donde se enfatiza la dependencia de los aspectos sociales y económicos hacia el ambiente. Además se presenta a la dimensión económica como producto de la dimensión social (figura 10b). Finalmente la representación más común sobre desarrollos sustentable es la que lo representa como círculos entrelazados, mostrando que el desarrollo sustentable es posible sólo en el área en la que convergen los tres niveles (figura 10c).

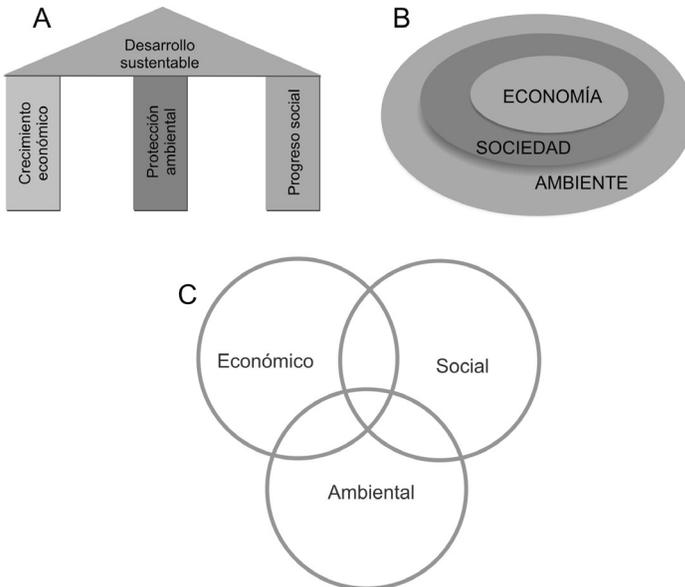


Figura 10

Las dimensiones de la sustentabilidad a) la representación con base en pilares. En este modelo parece que los componentes son independientes entre sí. b) representación con base en círculos concéntricos para enfatizar la dependencia entre la dimensión social y la económica y la ambiental c) representación con círculos entrelazados para evidenciar las relaciones entre las tres dimensiones (con base en Adams 2006).



Una propuesta muy interesante y que para el enfoque de este fascículo es mucho más adecuada es la realizada por Marcel Achkar en 2005. En ella agrega una cuarta dimensión: la política, para dejar muy clara la importancia de las relaciones de poder y las negociaciones en el logro de consensos sobre el uso y la conservación de los recursos, y entre los sectores de las sociedades (figura 11).

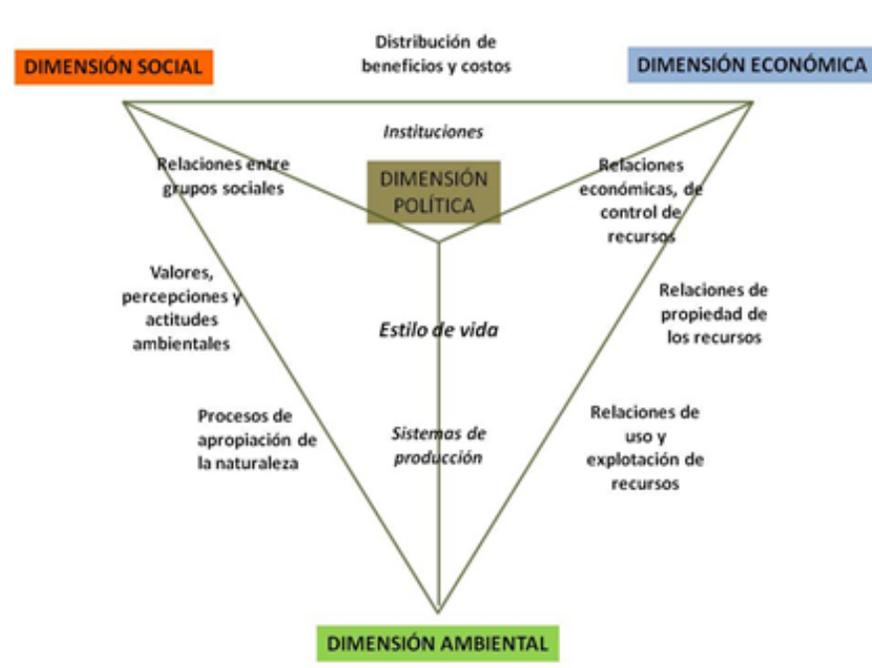


Figura 11

Las dimensiones de la sustentabilidad (a partir de Achkar 2005).

Así en la dimensión ambiental se incluyen aspectos biológicos como el estudio y la conservación de la biodiversidad, las teorías sobre diversidad funcional y genética, los ciclos biogeoquímicos, la productividad primaria y todos los procesos ecológicos al interior



de los ecosistemas y entre ellos. En la dimensión social se incluyen aspectos como el acceso equitativo a los bienes de la naturaleza, la responsabilidad inter e intra-generacional, las relaciones entre géneros, culturas, grupos sociales e individuos; la justicia social y las acciones colectivas en defensa de los recursos entre otras.

En la dimensión económica están incluidas todas las actividades humanas relacionadas con la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. Así como los procesos para satisfacer necesidades materiales e inmateriales, sociales e individuales. Finalmente, en la dimensión política se consideran los procesos de participación directa de las personas en la toma de decisiones y el establecimiento de acciones para el futuro, la gestión de bienes públicos y la democracia.

Además, en este esquema se pueden explicitar algunas interacciones entre las distintas dimensiones que componen el modelo de sustentabilidad. Por ejemplo, entre la dimensión ambiental y la social se generan los procesos de apropiación social de la naturaleza (qué les significa a los distintos grupos) y la definición de los valores y actitudes asociados. Entre la dimensión ambiental y la económica ocurren los patrones de explotación y uso de recursos, el desarrollo de tecnologías productivas y las relaciones de propiedad de los recursos (tierras, minerales, agua, etc.). Entre la dimensión ambiental y la política entran los sistemas de producción, el apoyo y los subsidios a los procesos productivos.

Las relaciones de la dimensión social y la económica incluyen la distribución de los costos y beneficios de las actividades productivas, mientras que con la dimensión política se encuentran las relaciones entre distintos grupos sociales, así como la conformación y operación de instituciones. Finalmente, la dimensión económica se conecta con la dimensión política por medio de las relaciones de control de recursos y políticas de comercialización.

Las estrategias de sustentabilidad pueden desarrollarse a distintas escalas, desde lo global hasta lo local (figura 12). Estas escalas se interrelacionan y en cada una se pueden (y deben) establecer estrategias y acciones concretas. Durante las décadas siguientes



a la reunión de Estocolmo se consideraba que lo más importante eran los acuerdos y políticas a nivel global, ya que se pensaba que éstos irían permeándose hacia los otros niveles (el nacional y el local) dando origen a estrategias y acciones a nivel nacional y luego a nivel local.

Con el tiempo se observó que esto no necesariamente ocurría así, causando que la degradación ambiental y los problemas sociales y económicos asociados se incrementaran. Sin embargo, existían cada vez más experiencias locales, basadas en estrategias y acciones construidas por las instituciones y los ciudadanos locales que empezaron a tener éxito en mejorar la calidad de vida de sus habitantes y lograron reducir los impactos ambientales a ese nivel. Ahora se considera que para construir sociedades y un futuro más sustentable es deseable y necesario trabajar en ambas direcciones de lo global a lo local (*top-down*) y también de lo local a lo global (*bottom-up*).

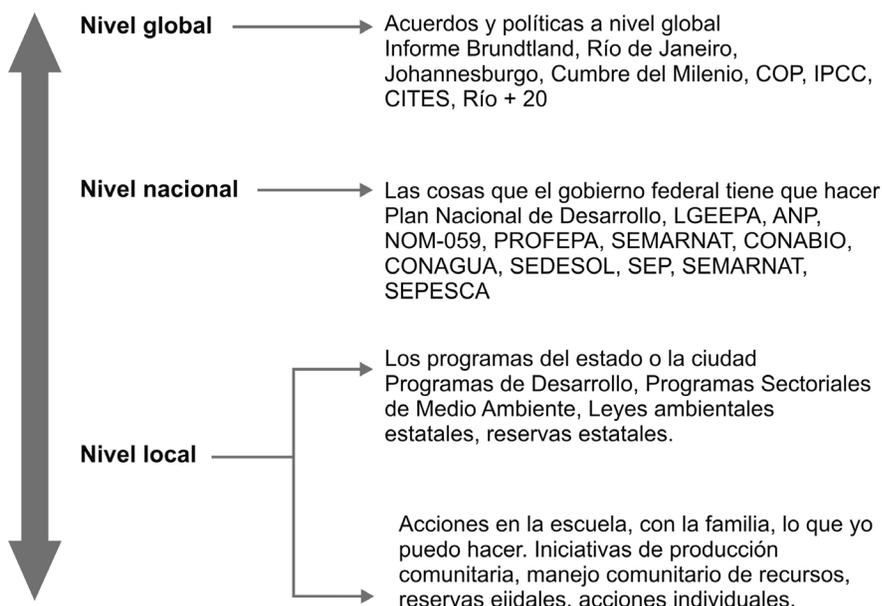


Figura 12

Escalas de la sustentabilidad y ejemplos de estrategias y acciones



3.3.2. Temas de la sustentabilidad

En este apartado se mencionarán los temas que pueden ser tratados desde la óptica de la sustentabilidad, como biodiversidad, cambio climático, género, consumo y residuos, valores, actitudes y participación ciudadana, herramientas económicas e indicadores como huella ecológica, hídrica y de carbono.

Como se ha mencionado, una de las fortalezas del concepto de sustentabilidad es su flexibilidad, pues muchas iniciativas, estrategias y actividades pueden articularse en su visión general como un proceso de transformación de los sistemas socio-ecológicos de los que somos parte. Éstos se hacen muy evidentes al observar el esquema de las dimensiones de la sustentabilidad y sus relaciones.

Por ello, los temas que pueden abordarse desde la perspectiva de la sustentabilidad son muy diversos, desde estrategias puntuales para el consumo eficiente y sin despilfarro de agua, energía y otros recursos, el estudio de especies y ecosistemas que nos permitan tener un mejor conocimiento sobre los procesos ecológicos, sus servicios ecosistémicos, estado de conservación y los límites para su explotación; pasando por el análisis y propuestas de leyes, acuerdos y otros instrumentos legales para regular actividades productivas o de otro tipo en un país, estado o municipio; hasta la programación de cursos y actividades educativas para formar consumidores responsables.

También puede abordarse el desarrollo de indicadores como la huella ecológica, hídrica y de carbono, los estilos de vida y su impacto ambiental asociado; las diferentes visiones de la naturaleza, la construcción de relaciones con base en el género o características culturales, así como las relaciones entre los valores y actitudes de las personas y la interacción con su entorno, por mencionar algunos (figura 13).

Sin embargo, para mantener el sentido de una acción dentro del contexto de la sustentabilidad el requisito es no perder de vista que cualquier cosa que hagamos (y las que no hagamos) tendrá un



impacto ambiental que puede o no abonar para la solución de un problema específico en una comunidad (y elevar la calidad de vida en diferentes grados), contribuir al desarrollo de estrategias innovadoras para la sustentabilidad o bien, volverse parte de programas de sensibilización y concienciación sobre temas ambientales locales, regionales o globales. En un contexto más amplio las acciones que emprendamos en el contexto de la sustentabilidad pueden fortalecer la cultura ambiental de las personas y su capacidad de participar de manera informada y consciente en la generación de propuestas y la toma de decisiones a distintos niveles.

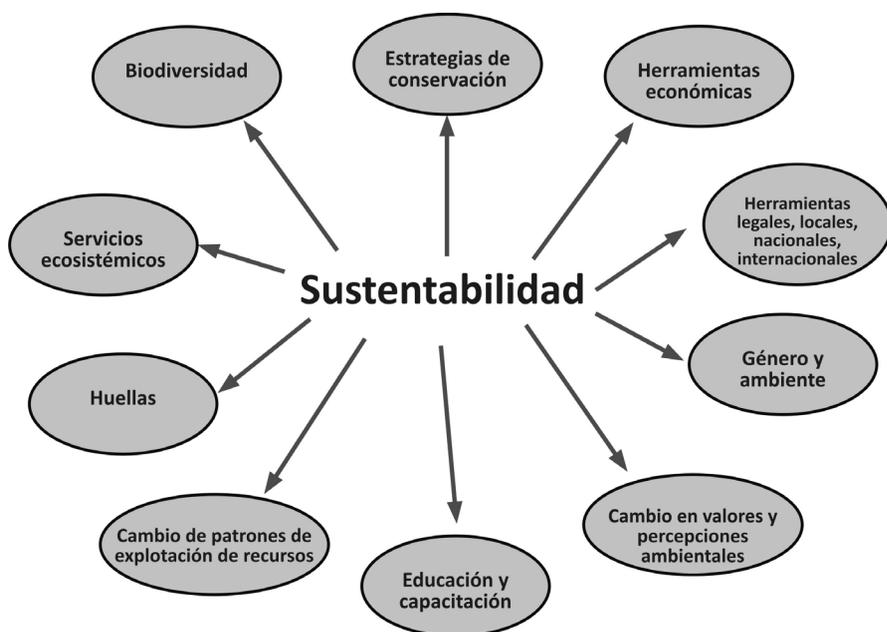


Figura 13

Los temas de la sustentabilidad (elaboración propia).



3.3.3. Diseño de estrategias y proyectos de sustentabilidad

La flexibilidad del concepto de sustentabilidad permite que diversas instituciones estatales, educativas, grupos de investigación, sociedad civil, empresas e industrias, articulen sus programas proyectos, esperanzas y aspiraciones en escalas locales, nacionales o globales en el marco de esta alternativa. Esto no está mal, porque como hemos visto, existen muchas maneras de aproximarse a la sustentabilidad, sin embargo, para que un proyecto, programa o actividad pueda considerarse una estrategias para transitar a la sustentabilidad, debería incluir uno o más de los siguientes aspectos:

- Establecer medidas para el conocimiento y la conservación de la biodiversidad y los recursos naturales.
- Diseñar o implementar procesos productivos que respeten los procesos de los ecosistemas y eviten la degradación ambiental local o en comunidades alejadas de los centros de producción.
- Implementar estrategias que garanticen el acceso a los beneficios de los procesos productivos a todos los participantes de un proyecto o a todos los miembros de una comunidad.
- Establecer medidas globales, nacionales y locales para reducir la pobreza.
- Incluir medidas contra la explotación de personas.
- Incluir estrategias de equidad en donde todos puedan participar y ser escuchados.
- Generar opciones de desarrollo económico para todos los participantes de los proyectos o miembros de una comunidad.
- Hacer uso eficiente de la energía y los materiales, de manera que se evite el despilfarro y/o se generen ahorros económicos.



- Disminuir la generación de residuos de cualquier tipo.
- Implementar estrategias de participación en temas ambientales.
- Incluir indicadores de sustentabilidad para evaluar sus avances.
- Mejorar el conocimiento de las personas sobre temas ambientales, sociales y económicos relacionados con la sustentabilidad.

Es necesario despertar la inquietud y el interés por los temas relacionados con la sustentabilidad, de manera que ofrezcan a las personas herramientas para fortalecer su capacidad de participación a través del trabajo en equipo, la comunicación y el sentido crítico en la búsqueda y análisis de la información sobre estos temas. Uno de los grandes retos es lograr movilizar a las personas para que se alejen del lugar de inmovilidad impuesto por la mirada de datos con visiones catastrofistas y de culpabilidad con las que los medios de comunicación las han abrumado y que las dejan incapaces de actuar, sintiendo que no pueden hacer nada para cambiar las cosas (Adams 2006).

Por supuesto que el impacto de las acciones individuales debe verse en su justa proporción. La sola participación de las personas de manera aislada y desarticulada no tiene impacto directo en la sustentabilidad. Sin embargo, la suma de acciones, el ejercicio de los derechos y la exigencia de transparencia sí pueden ir conformando una masa crítica con capacidad de transformación. A la pregunta de ¿podemos cambiar las tendencias sociales, políticas y económicas del mundo a partir de acciones individuales? La respuesta es no. No podemos.

Pero estas acciones individuales tienen que verse desde otro lugar. A partir de ellas podemos cambiar la manera en la que NOSOTROS (cada uno) percibe, experimenta y construye su realidad y las relaciones con el entorno. Podemos tener una visión distinta, mucho más consciente de la manera en la que las acciones coordinadas tienen impacto a nivel local y producir grupos organizados



que, sumados a otros grupos organizados en otras partes del país y del planeta, puedan comenzar a presionar a nivel local primero y luego a nivel regional (e incluso nacional) para que ocurran cambios en la dirección de la sustentabilidad. De manera que en el mediano (un par de décadas) y largo plazos (hacia el siglo xxii) se logren transformaciones cada vez más profundas que nos brinden como especie la oportunidad de transitar hacia la sustentabilidad.

Aunque los resultados de nuestras acciones se manifiesten en el mediano y largo plazo puede parecer desalentador, es más desalentador (e ingenuo) tratar de resolver problemas globales a partir de acciones locales solamente. Una parte del fortalecimiento de la ciudadanía y de las capacidades de participación de las personas es tener claro que las acciones y responsabilidades para transitar a la sustentabilidad deben ser compartidas por todos los sectores sociales del planeta pero diferenciadas, es decir, que no todos tenemos que hacer lo mismo. Esta idea es parte de los discursos globales de sustentabilidad desde la década de los 90 (está contenida en la Agenda 21), sin embargo, es uno de los conceptos que menos han permeado en la sociedad.

Otra cosa que debemos tener clara es que las soluciones para los retos en el manejo de los sistemas socio-ecológicos son diversas, y están en función de las características biológicas, geográficas, culturales, educativas, económicas y políticas a nivel local. Por ello, las propuestas deben ser locales, y considerar las percepciones, necesidades y opiniones de los habitantes de cada sitio.

La búsqueda de la sustentabilidad puede ser entendida como una trayectoria social, una elección de caminos, la cual debe ser ofrecida dentro de un sistema estructurado de alternativas. El desafío es racionalizar y reconciliar los logros del progreso humano y proporcionar opciones que permitan a las personas separar los fines (felicidad, libertad, satisfacción, una diversidad de opciones) de los medios (trabajo, ingresos, riquezas, posesiones, consumo, poder) (Adams 2006).

El lenguaje con el que nos aproximamos a la sustentabilidad y con el que la presentamos a estudiantes y otros miembros de la so-



ciudad pueden ser la diferencia entre lograr el cambio o ir directo al fracaso. La comunicación basada en la promesa del infierno por venir y la visión de humanos como plaga no fomenta el pensamiento creativo y la apertura al cambio que son necesarios para redefinir la ruta hacia la sustentabilidad, al contrario, sólo genera desconfianza, inconformidad y desinterés (Adams 2006).

3.4. La sustentabilidad hacia el futuro

En este apartado se hará una síntesis de las ideas revisadas y los nuevos enfoques para aproximarse a la sustentabilidad (por ejemplo el surgimiento de las ciencias de la sustentabilidad). Se enfatiza que la sustentabilidad es un proceso no una meta, que es una idea en evolución y que la participación de todos los sectores sociales para su desarrollo es fundamental.

Las transformaciones que debemos emprender a partir de los retos ambientales, sociales y culturales que tenemos enfrente no pueden generarse sólo con la información y las ideas actuales, es necesario desarrollar nuevos conceptos, nuevas ideas, nuevas maneras de participación y compromiso de los ciudadanos y los líderes (Adams 2006).

Transitar hacia la sustentabilidad requiere cambios profundos en la manera en la que nos percibimos como parte del mundo, la posición desde la que lo interpretamos, el valor que le damos a otras personas y a otros seres vivos, la extensión de lo que denominamos nuestra comunidad y la manera en la que participamos dentro de ella para lograr acuerdos y resolver situaciones concretas.

La sustentabilidad requiere asumir que los sistemas socio - ecológicos son complejos y tienen cierta incertidumbre asociada, por ello debemos dejar atrás la necesidad del determinismo para poder establecer nuevas maneras de aproximarnos a los problemas ambientales y sociales y económicos y avanzar en la construcción de un futuro en donde la diversidad en todos sentidos es la principal



fortaleza, la fuente de inspiración y la base de nuestras relaciones con otras personas y otros seres vivos con los que compartimos el planeta.

Como respuesta a estas preocupaciones, en los últimos años ha emergido y se ha ido desarrollando un área del conocimiento para investigar las interacciones entre los sistemas naturales y sociales y cómo esas interacciones influyen en el tránsito hacia la sustentabilidad: las Ciencias de la Sustentabilidad.

Las Ciencias de la Sustentabilidad son obligadamente interdisciplinarias. Como parte de su desarrollo deben crear metodologías para manejar las numerosas fuentes de incertidumbre derivadas de la creciente conectividad entre los sistemas de la Tierra, y las relaciones de los procesos socioeconómicos y culturales, así como la creciente complejidad de las sociedades y sus impactos en los sistemas naturales. Es importante señalar que aun en el caso de sistemas relativamente simples, al menos en las esferas de la ecología y lo humano, entender y visualizar no son sinónimos de capacidad para predecir (Gallopín 2004).

Para que la sustentabilidad se mantenga como un modelo alternativo de desarrollo debemos invertir en la generación de conocimiento sobre los sistemas biológicos del planeta, impulsar estrategias productivas de bajo impacto ambiental, definir indicadores para evaluar el avance en las estrategias de sustentabilidad.

De igual manera, es necesario generar espacios y estrategias para formar ciudadanos informados, responsables y comprometidos con su comunidad; que cuenten con herramientas para participar y trabajar en equipo para la construcción de resiliencia y la adaptación a las nuevas condiciones ambientales derivadas del cambio climático; que sean capaces de organizarse y exigir transparencia y rendición de cuentas de las políticas públicas en aras de la sustentabilidad.

Finalmente, no debemos olvidar que es en la diversidad en todas sus expresiones en donde yace nuestra esperanza hacia el futuro.





Estrategia didáctica para la enseñanza de la sustentabilidad



Como era de esperarse, la enseñanza de la sustentabilidad puede hacerse desde distintas aproximaciones, temas y estrategias. La flexibilidad del concepto y la multitud de temas desde los que puede abordarse ofrecen una gran diversidad de posibilidades y técnicas didácticas para hacerlo. El objetivo último de estas estrategias es fomentar la reflexión y el análisis que en última instancia lleven a modificar la conducta de los estudiantes. ¿Qué conductas debemos considerar cambiar en el contexto de la sustentabilidad? ¿de qué manera se pueden aplicar estrategias para fomentar la reflexión y el análisis? ¿de qué manera podemos articular los temas de la sustentabilidad con los contenidos de nuestros programas? ¿qué impacto tendrían estas estrategias en nuestros estudiantes?

Estas son preguntas que considero que muchos docentes se hacen al acercarse al concepto de la sustentabilidad, en el marco del interés que despierta en la población en general los temas ambientales y a partir de la necesidad, evidente la mayoría de las veces, de contribuir a la formación de ciudadanos responsables que sean agentes de cambio para nuestro país. Las actividades que los docentes diseñen y apliquen para acercar a los estudiantes a estos temas y que les ayuden a resolver dudas, ampliar y complementar conocimientos son muy relevantes para la construcción de un futuro diferente.

En el caso particular de la sustentabilidad, queremos motivar a los estudiantes a que reflexionen sobre las actitudes y hábitos relacionados con el cuidado del ambiente, el uso eficiente de los recursos, con reducir el consumismo, con la búsqueda o el ejercicio de la equidad, el respeto a otras maneras de pensar, de vivir y de experimentar el mundo, las que reconozcan el valor de otros seres vivos, así como las que favorezcan la participación (organizada, consciente y responsable) y el trabajo en equipo, entre otras.

Cuando las personas han tenido acceso a la información adecuada y suficiente, y han reflexionado sobre sus actitudes y hábitos pueden generarse cambios en la conducta, los cuales pueden manifestarse de diversas maneras, desde acciones muy puntuales como



dejar de utilizar popotes, eliminar el uso de unicel en una barra de alimentos, cambiar las luminarias de un edificio, establecer sistemas de separación y manejo de residuos en una escuela o separar los residuos en casa, hasta organizar grupos de voluntarios para limpiar una barranca o un parque, o bien organizar a la comunidad para gestionar que el municipio destine un predio como parque público o para demandar a una empresa que contaminó un cuerpo de agua, entre muchas otras. Además, estas personas muestran un mayor interés en temas ambientales y buscan información ambiental y social como parte de las decisiones de consumo (por ejemplo, si un producto es artesanal, hecho en el país o con algún certificado de comercio justo).

Considerando la diversidad de acciones que pueden imaginarse, diseñarse y aplicarse con el objetivo de contribuir al cambio de conductas, existe el riesgo de querer abarcar demasiado y perder a los alumnos (y a nosotros mismos) en un mar de ideas y propuestas educativas invirtiendo recursos (tiempo, trabajo, dinero, materiales) en actividades cuyo enlace con la sustentabilidad ha dejado de ser claro y que terminan por ser acciones aisladas o, en el peor de los casos, nos alejan de la sustentabilidad.

Cuando se diseñan y planifican actividades relacionadas con la sustentabilidad es indispensable tener claro a qué escala pueden tener impacto. Esto es importante porque, como se ha mencionado en el fascículo, el impacto de las acciones en pro de la sustentabilidad se da a nivel local, y la manera en la que se construyan y apliquen éstas tiene que ver con el tipo de localidad (espacio geográfico, infraestructura, condiciones ambientales) y el tipo de comunidad (edades, tradiciones, condiciones socio-económicas) que las realiza. Asumir que las acciones locales pueden tener impactos inmediatos a escala nacional (“apaga la luz o se inunda Tabasco”) o global (“frena el cambio climático, usa menos el coche”) es incorrecto y sólo abruma a las personas y genera frustración.

Así que lo primero es tener claro que las acciones que podemos emprender en el aula tienen que estar ancladas a las condiciones locales: biológicas (qué tipos de ecosistemas se encuentran en la lo-



calidad, su estado de conservación, problemas ambientales), sociales (es una comunidad organizada en la que las personas se conocen y se apoyan o es una comunidad poco organizada; qué tipo de servicios existen, qué grupos de edad, qué tipo de infraestructura urbana hay, ingreso, nivel de pobreza y marginación etc.), culturales (tradiciones, roles de género), económicas (principales actividades productivas, estilos de consumo, niveles de ingreso) y políticas (qué instituciones existen además de las oficiales, como un club de lectura, una organización voluntaria, un grupo de padres de familia, etc.).

Recordemos que las acciones individuales cambian la manera en la que pensamos e interactuamos con nuestro entorno, además de que se vuelven ejemplo para otros. Como se mencionó anteriormente, la suma de acciones individuales va a ir construyendo una masa crítica con capacidad de incidir y comenzar a transformar a otros grupos sociales que al sumarse a otros grupos permita que en conjunto podamos iniciar el tránsito, en otras escalas y en el mediano y largo plazo, hacia la sustentabilidad.

Esa es la contribución de los docentes a la sustentabilidad, brindar los espacios que permitan a los estudiantes desarrollar el pensamiento resiliente del que se habló al inicio del fascículo, ese tipo de pensamiento que les permite a las personas adaptarse para generar respuestas innovadoras que permitan vivir con bienestar, dentro de los límites de los ecosistemas y del planeta mismo y que además, incluyan en sus perspectivas de vida escalas temporales y espaciales mayores, en donde consideren a las personas y otros seres vivos del lugar en el que viven, pero también de otros sitios del planeta, en el presente y hacia el futuro.

Ahora, ¿qué tipo de actividades y estrategias podemos planear para que los alumnos comprendan el valor de la colaboración y de la información en el marco de la sustentabilidad? ¿O para que los alumnos comprendan la relación entre equidad de género y sustentabilidad? Una vez que tenemos claras las condiciones locales podemos construir propuestas de actividades considerando los aspectos señalados en el apartado de diseño de estrategias y proyectos de sustentabilidad (3.3.3). Por ejemplo, nuestras actividades pueden



enfocarse al análisis conceptual y propuestas teóricas como promover conocimiento de la biodiversidad local y sus valores, a la reflexión sobre las condiciones de equidad en nuestra comunidad, a conocer el tipo y cantidad de residuos sólidos que generamos, los retos para su manejo a nivel local y los impactos ambientales que generan; o enfocarse a propuestas de acciones concretas como reducir el consumo de energía o de agua en la escuela, a desarrollar un proyecto productivo (algunas escuelas que he visitado han desarrollado proyectos de hidroponía o huertos para cultivar hortalizas y obtener recursos económicos para la escuela), o a profundizar sobre algún otro tema de la sustentabilidad y analizar la manera en la que se relaciona con alguna característica de nuestra comunidad, entre otras. En el siguiente apartado se describirán los pasos de la estrategia propuesta.

4.1. Actividad introductoria sobre la sustentabilidad

Uno de los elementos fundamentales para desarrollar una estrategia didáctica sobre estos temas es contar con un objetivo bien delimitado y claro (o un par máximo) para no perdernos y lograr un aprendizaje significativo. A continuación se desarrollaran paso a paso las actividades propuestas como parte de la estrategia didáctica para introducir el concepto de sustentabilidad, sus temas y escalas, a partir de la reflexión y el trabajo en equipo. Se plantea una secuencia de actividades que permiten que los alumnos reflexionen sobre lo que saben y lo que no saben sobre el tema. Esta estrategia es el corazón del fascículo y en donde confluyen todos los conceptos presentados a lo largo del fascículo. Las actividades y su secuencia se presentan a continuación:

- 1) Elaboración de un mapa cognitivo sobre el concepto de sustentabilidad y las palabras o temas que los alumnos asocian con ella.
- 2) Análisis del mapa cognitivo guiado por el docente utili-



zando preguntas guía. El docente analiza dos o tres de las palabras asociadas del mapa cognitivo. Por equipos, los estudiantes analizan el resto y presentan a sus compañeros su análisis en el formato de mapa cognitivo (ver figura 14).

- 3) A partir de este análisis y la presentación de los alumnos, el docente retoma elementos para explicar la complejidad de los sistemas socio-ecológicos, los impactos de las actividades humanas en estos sistemas, las escalas y niveles de sustentabilidad y el concepto de responsabilidades compartidas pero diferenciadas.
- 4) Discusión grupal con base en lo expuesto en clase sobre el significado de la sustentabilidad y la manera en la que problemas y acciones locales se articulan con otras escalas de la sustentabilidad.



Figura 14
Formato de mapa cognitivo propuesto.



4.1.1. Elaboración del mapa cognitivo

La primera etapa de la estrategia es construir un mapa cognitivo sobre las ideas, conceptos, y actividades que los estudiantes asocian con la sustentabilidad usando un esquema como el de la figura 14. En el centro del esquema se coloca la palabra sustentabilidad y se pide a los estudiantes que mencionen cosas que asocian a esa palabra. El docente debe anotar todas las palabras que los alumnos mencionen, el filtrado y el análisis de la información del mapa se hace después. Lo que buscamos con este mapa es por un lado, conocer qué tanto conocen los alumnos el concepto de sustentabilidad y por el otro, obtener ideas asociadas que puedan analizarse para identificar los elementos (dimensiones, escalas, complejidad) del concepto de sustentabilidad.

El mapa cognitivo resultante dependerá del tipo de información y nivel de comprensión que nuestros alumnos tengan sobre estos temas (y también de su interés). Podemos terminar con mapas muy interesantes por la diversidad de ideas que incluyen (figura 15a) o pobres, con apenas unas cuantas ideas y poco claras (Figura 15b).

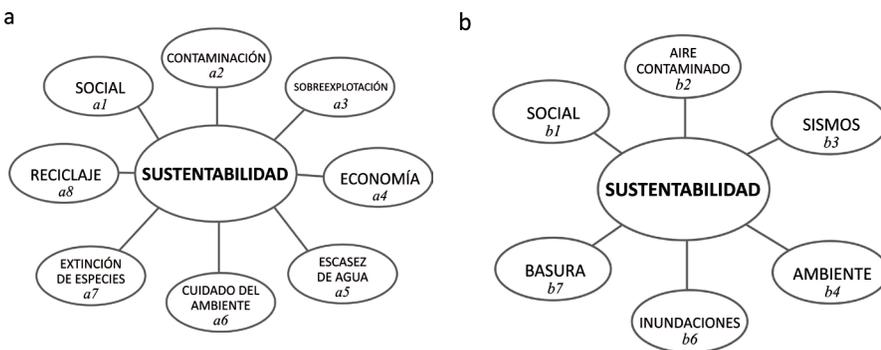


Figura 15

Ejemplos de mapas cognitivos sobre sustentabilidad, a) mapa con ideas más claras b) mapa con menos ideas, incluso algunas que no se relacionan con la sustentabilidad.



Además de la abundancia, o no, de ideas plasmadas en los mapas cognitivos es importante que el docente identifique si todo lo que aparece en el mapa está realmente relacionado con la sustentabilidad, así como las dimensiones y escalas representadas. Con base en lo que se ha explicado a lo largo del fascículo, ¿todas las ideas plasmadas en el mapa 15a se relacionan con la sustentabilidad? ¿Y en el mapa 15b? ¿Qué dimensiones y escalas se encuentran representadas en el mapa? ¿Qué temas de la sustentabilidad aparecen en el mapa? ¿De qué manera cada una de las ideas del mapa se expresa a escala local? Para resolver estas preguntas y favorecer la reflexión necesitamos la segunda etapa de la actividad en donde analizamos el mapa conceptual.

4.1.2. Análisis del mapa cognitivo

Considerando la amplitud y flexibilidad del concepto de sustentabilidad, casi cualquier idea que se presente en el mapa podría relacionarse con ella, sin embargo, el docente debe tener muy claro de qué manera se articulan estas ideas, a qué escalas y dimensiones corresponden. ¿Cómo se relacionan con la sustentabilidad la sobreexplotación (figura 15, a3), la escasez de agua (figura 15, a5), la extinción de especies (figura 15, a7) o la basura (figura 15, b7)? ¿A qué dimensiones corresponden cada una de estas ideas? ¿Cuáles son sus impactos ambientales y sociales en las distintas escalas de la sustentabilidad? ¿Qué problemas y soluciones pueden desprenderse de estas ideas, y a qué escala se manifiestan o inciden? A pesar de esta flexibilidad, también podemos terminar con ideas que no tienen que ver con la sustentabilidad, en cuyo caso el docente deberá tener la habilidad de identificarlas y ayudar a sus alumnos a entender por qué no se relacionan (por ejemplo, sismos, ver figura 15 b3).

A manera de ejercicio para explicar estas relaciones se presenta el análisis de algunas de las palabras de los mapas cognitivos de la figura 15 (a y b). Primero se explicarán las relaciones entre la sustentabilidad y algunas de las ideas y conceptos de los mapas



ejemplificados como guía para el docente y posteriormente se explicará la manera en la que el docente puede guiar a sus alumnos en el análisis del mapa cognitivo utilizando preguntas que les permitan ir analizando las ideas. La información presentada en el capítulo 3 es el referente para este análisis, ya que brinda la información base para que el docente tenga los elementos que le permitan guiar a sus alumnos a lo largo del análisis.

Social (figura 15 a1). Es claro que esta es una de las dimensiones de la sustentabilidad y que tiene componentes en todas las escalas (figuras 11 y 12). Ahora, si bien es una idea correcta, es muy general, pues en esta palabra se engloban un sinnúmero de condiciones y procesos a distintas escalas. Lo mismo aplica para “cuidado del ambiente (figura 15 a6)” “ambiente (figura 15 b4)” y “economía (figura 15 a4)”. Con estas palabras se pueden hacer muchas asociaciones, por lo que para evitar perdernos es mejor acotarlas a una condición particular. ¿Qué pregunta o preguntas guía podrían plantearse para acotar la idea de lo social a un componente de manera que su análisis sea más fácil?

A manera de ejemplo y sin perder de vista que es un concepto amplio y discutido por sí mismo, podemos decir que lo social involucra a todas las personas y la manera en la que se relacionan, incluyendo su organización en comunidades, la división de las actividades, las reglas de convivencia, tradiciones, características culturales y el significado y valor que le dan a otros seres vivos. Para analizar las relaciones con la sustentabilidad e ir acotando el concepto de lo social a las escalas de la sustentabilidad podemos partir de preguntas como ¿a quiénes nos referimos cuando hablamos de lo social? ¿Qué aspectos de las personas o sus comunidades se consideran como parte de lo social? ¿Por qué lo social se relaciona con la sustentabilidad? ¿Todas las sociedades son iguales? ¿Cuáles son sus diferencias? ¿Nosotros somos parte de lo social? ¿Por qué? ¿Los problemas ambientales afectan de igual manera a todas las personas o grupos sociales? ¿Por qué? ¿Qué problemas ambientales afectan más a nuestra comunidad? ¿Qué problemas ambientales les afectan más a ustedes? ¿De qué manera la generación y



acumulación de basura (u otro problema ambiental) afecta a las personas?

Es importante iniciar con una pregunta y a partir de las respuestas de los alumnos elegir otras preguntas que permitan ir acotando lo general del significado “social” (o ambiente, economía, cuidado ambiental etc.) a un tema más concreto (mi comunidad, las mujeres, la inequidad, las poblaciones costeras, etc.), a partir del cual podamos enunciar e identificar relaciones con otros temas e ideas. El objetivo es lograr que los alumnos reflexionen sobre la importancia de acotar los temas de la sustentabilidad para lograr un mejor entendimiento sobre sus dimensiones y escalas e incluso para entender por qué distintas acciones tienen efectos a distintas escalas.

Un ejemplo del proceso para acotar lo social podría ser el siguiente: lo social se refiere a las personas y sus comunidades (como una dimensión de la sustentabilidad), los problemas ambientales como la basura afectan a las personas de diversas maneras, como en la salud, lo que reduce su calidad de vida y capacidad de trabajo, además genera costos que pueden ser excesivos para una familia (relación con la dimensión económica, escala local); la basura puede contaminar el suelo de la comunidad lo que limita la capacidad para sembrar alimentos (dimensiones ambiental y económica, escala local), reduciendo aún más la calidad de vida. A veces las comunidades no tienen la capacidad tecnológica para establecer sistemas de manejo de basura adecuados y los gobiernos locales no los ayudan o incluso autorizan tiraderos de basura en localidades pobres (dimensión política). La basura mal manejada puede llegar a grandes distancias y perjudicar a otras personas en otras comunidades (escalas nacional y global).

Si el docente ha realizado el ejercicio para sí mismo con anterioridad, podrá construir preguntas guía más útiles para los alumnos y que realmente les faciliten llegar a identificar asociaciones relevantes. Además, las preguntas guía pueden ayudar al docente a preparar el tema, pues le permiten explorar su propia comprensión sobre los temas relacionados con la sustentabilidad y reforzar aquellos que sienta débiles o poco claros. Con este ejercicio también es



más fácil identificar de qué manera se ligan los temas de la sustentabilidad con los contenidos curriculares de su materia.

Contaminación (figura 15 a2). Si bien en esta palabra reconocemos un problema ambiental (y que es parte de los temas de las dimensiones ambiental y social), los tipos, causas, consecuencias y soluciones relacionadas con la contaminación son muy amplios, por ello se debe tener cuidado con palabras como ésta. Podemos asociar la palabra contaminación con las dimensiones y escalas de la sustentabilidad y con causas y efectos particulares.

Por ejemplo, consideremos la contaminación del agua por el uso excesivo de fertilizantes, en este caso la dimensión ambiental se relaciona en la escala local con el daño a los ecosistemas y sus servicios si se afecta el río que pasa cerca de la comunidad; a escala nacional o regional con la contaminación de cuencas hidrológicas y su impacto en los ecosistemas del país (como se mencionó en el apartado 3.1.3, en México al menos 21 cuencas hidrológicas están fuertemente contaminadas) y a escala global se puede considerar el efecto acumulativo en ecosistemas muy alejados del sitio (por ejemplo cuando los fertilizantes que no pueden ser absorbidos por las plantas son arrastrados por corrientes de agua y terminan en zonas marinas en donde se acumulan y generan zonas muertas) o la interrupción de los ciclos biogeoquímicos (que tiene relación con uno de los límites planetarios revisados en la sección 3.1.2).

En la dimensión social se relaciona a escala local, por ejemplo, con los problemas de salud asociados al consumo de agua contaminada, la degradación de la calidad de vida de las personas que no tienen acceso a agua limpia o el riesgo para la producción de alimentos; a escala nacional puede reflejarse si, por ejemplo, derivado de la contaminación de agua se incrementa la migración interna generando impactos en otras comunidades del país. Finalmente a escala global se relaciona con los impactos en comunidades alejadas de la fuente de contaminación debido a las zonas muertas en el mar que resultan de la contaminación con fertilizantes.

En la dimensión política puede relacionarse con los conflictos sociales generados por la contaminación de un río (demandas, ac-



ciones colectivas, disputas por las fuentes de agua no contaminadas) a nivel local e incluso nacional, la identificación de responsabilidades y los mecanismos de compensación de daños, las acciones legales derivadas de responsabilidades penales, las acciones emprendidas por los diferentes niveles de gobierno para mejorar las condiciones de la población afectada, etc. A escala global estos conflictos pueden influir en las propuestas de políticas globales de sustentabilidad e incluso tener impacto en las relaciones comerciales internacionales de un país.

Finalmente, la relación de la contaminación del agua con la dimensión económica tiene que ver con la pérdida de actividades productivas (pesca, turismo, agricultura), la pérdida de empleos, los costos económicos para remediar la contaminación y el impacto de estos costos en las economías locales y nacionales por mencionar algunos. A escala global se relaciona con la alteración de flujos de productos que se comercializaban a nivel internacional (como productos pesqueros) y los costos que se generarían de acciones globales para restaurar las zonas muertas.

Cada palabra o idea del mapa cognitivo se puede analizar para ir señalando las relaciones con las dimensiones ambiental, social, política y económica en cada una de las escalas de la sustentabilidad (local, nacional o regional y global). En cada una de estas dimensiones y escalas se presentan problemáticas, impactos particulares y soluciones posibles, además de que existen actores con responsabilidades compartidas pero diferenciadas. El análisis del mapa cognitivo le brinda al docente elementos y ejemplos con los cuales puede explicar el concepto de sustentabilidad a sus alumnos. Veamos un par de palabras más con base en los mapas cognitivos de la figura 15 (a y b).

Inundaciones (figura 15 b6). En este caso la palabra se articula con las dimensiones de la sustentabilidad principalmente a escalas local y nacional. Encontrar la manera en la que lo hace a nivel global puede ser más complicado. ¿De qué manera se relacionan las inundaciones con la sustentabilidad a nivel local? y ¿a nivel nacional? ¿por qué, cuándo y en dónde ocurren inundaciones?



Las inundaciones ocurren por causas diversas, por ejemplo, por lluvias muy intensas que rebasan la capacidad de los sistemas de drenaje en las ciudades, porque se desbordan ríos como resultado de la lluvia o por efecto de huracanes en zonas costeras. Los factores que participan en cada uno de estos tipos de inundaciones son diferentes.

Consideremos las inundaciones producidas por un huracán, pero antes de continuar aclaremos un punto muy importante. Los huracanes son parte de los sistemas climáticos del planeta y por lo tanto NO son causados por las actividades humanas, sin embargo, el incremento de gases de efecto invernadero provoca el aumento de la temperatura promedio de la atmósfera y los mares, lo que entre otras cosas modifica los patrones de precipitación y de eventos como sequías y huracanes a nivel global. Estos últimos se presentan con mayor frecuencia e intensidad, es decir, que cada año tenemos más huracanes de categorías 4 y 5. Es por la relación entre las actividades humanas y el incremento en los gases de efecto invernadero y sus consecuencias que las inundaciones provocadas por huracanes se relacionan con la sustentabilidad. En este punto es importante recomendarle al docente que evite dar la información directamente y que en cambio genere preguntas guía para que los alumnos lleguen a estas conclusiones como parte de su proceso de investigación y aprendizaje. La información que se presenta tiene el objetivo de servir de referente.

Ahora, regresando al análisis de “inundaciones” en el contexto de la sustentabilidad, la dimensión ambiental de la sustentabilidad a escala local tiene que ver con la destrucción de manglares en la zona costera (los manglares son como esponjas, tienen una gran capacidad de absorber agua) lo cual reduce la capacidad de estos ecosistemas de mitigar los efectos de fenómenos climáticos extremos, aunado a la desaparición de especies que habitan en los manglares y el daño a otros ecosistemas cercanos por el efecto directo del agua de la inundación o por contaminación de aguas negras, basura y compuestos químicos que pudieran llegar a ellos. A escalas nacional y global las consecuencias ambientales como la pérdida de



biodiversidad, podrían sumarse a las afectaciones de la integridad de la biosfera (que es un límite planetario).

En este caso, la dimensión social a escala local tiene que ver con los riesgos sanitarios por la acumulación de agua en zonas pobladas, los impactos por la suspensión de servicios como agua o luz, la destrucción de casas y otros edificios de la comunidad, la capacidad de organización de los habitantes afectados para crear redes de apoyo (por ejemplo, albergar a damnificados en sus casas o brindarles ayuda). A escala nacional y global una inundación como consecuencia de un huracán puede tener impacto si, por ejemplo, en la zona inundada existen plantas de producción de sustancias que de ser liberadas pueden tener efectos muy graves a mayor escala (como pesticidas o la radiación de un reactor nuclear).

La dimensión política se manifiesta a través de existencia y eficiencia de las políticas locales (y nacionales) de prevención y respuesta ante desastres, la capacidad de respuesta de las instituciones para desalojar el agua y llevar ayuda a las personas afectadas y otros. Los costos de reparación, limpieza y reconstrucción de la zona afectada, los costos derivados de la pérdida de empleos o de horas-hombre, la pérdida de medios de subsistencia (botes, redes, equipo, etc.) y qué sector o sectores tienen que hacerse cargo de estos costos, entre otros, son elementos de la dimensión económica de la sustentabilidad que se relacionan con las inundaciones causadas por un huracán.

En este ejemplo en particular queda claro que la importancia o el impacto de un evento o problema ambiental no es igual en todas las escalas, ni se manifiesta de la misma manera en cada una, ya que en este caso la escala local era más relevante que las otras. Si hubiéramos analizado otro tipo de inundación (por falta de capacidad del drenaje o por el desbordamiento de un río) las relaciones entre componentes ambientales, sociales, políticos y económicos, así como su expresión en las tres escalas serían distintas. Como se ha mencionado en otros apartados de este fascículo, cada situación debe analizarse de manera particular, por lo que es complicado (y no sirve de mucho) hacer generalizaciones.



A lo largo del análisis de algunas palabras se hace evidente que los aspectos de cada una de las dimensiones de la sustentabilidad están interrelacionados y son distintos para cada situación ejemplificada. Como se explicó anteriormente, la interdependencia, complejidad e incertidumbre forman parte del concepto de sustentabilidad.

Sismos. ¿Un sismo se relaciona con la sustentabilidad? Tal vez alguien considere que las personas damnificadas pierden calidad de vida por el daño en casas e infraestructura (por ejemplo de servicios) que puede ocasionar un sismo. Sin embargo, los sismos se producen como parte de la dinámica natural de las placas tectónicas del planeta y los seres humanos no ejercemos ningún efecto en ésta, por lo que los sismos NO son provocados por las actividades humanas ni su frecuencia y magnitud están influidas por éstas. Por lo tanto, no son un tema de la sustentabilidad (actualmente existe evidencia que el fracking puede generar sismos de baja intensidad en los sitios en donde se aplica este proceso de extracción de gas, pero éstos obedecen a causas distintas que no tienen que ver con la dinámica de las placas).

Como puede verse en los ejemplos de ideas y conceptos analizados a partir de la figura 15a y b, al analizar cada una de las palabras plasmadas en un mapa cognitivo se van haciendo evidentes las dimensiones y escalas de la sustentabilidad, así como la complejidad e incertidumbre asociadas a ella, por ejemplo, cuando queda claro que no todas las inundaciones tienen las mismas causas e impactos, ya que están en función del contexto local.

Para que el ejercicio del mapa cognitivo realmente sirva como introducción al tema y genere un espacio de reflexión y aprendizaje sobre la sustentabilidad en los alumnos, el docente debe ser capaz de motivarlos y guiarlos para identificar y describir la manera en la que las ideas plasmadas en el mapa se relacionan con la sustentabilidad. Para ello es indispensable que el docente tenga claras dichas relaciones.

La manera en la que el docente puede guiar a los alumnos hacia estas reflexiones es partiendo de preguntas concretas, por ejemplo,



retomando los mapas cognitivos de la figura 15, ¿por qué el reciclaje (figura 15 a8) se relaciona con la sustentabilidad? ¿Qué es el reciclaje? ¿Qué se recicla? ¿De dónde viene lo que se recicla? ¿Para qué sirve reciclar? ¿Quiénes reciclan? ¿Reciclar contamina? ¿A quién o a quiénes beneficia el reciclaje y por qué? ¿Cuáles son los beneficios del reciclaje a escala global?

Usar preguntas guía para una discusión permite a los estudiantes movilizar lo que saben y generar nuevas relaciones entre conocimientos previos, así como con la información nueva que reciban a partir del diálogo con sus compañeros y el profesor. Al inicio del análisis el docente toma un par de palabras del mapa cognitivo y las analiza con el grupo. A continuación se presenta un ejemplo de análisis que el docente puede hacer con sus alumnos partiendo de la palabra sobreexplotación (figura 15 a3):²

La primera pregunta guía puede ser:

Pregunta guía: ¿Qué se sobreexplota?

Respuesta alumnos: los recursos naturales.
(Como esto no es muy concreto, podemos hacer otra pregunta)

Pregunta guía: ¿Qué recursos?

Respuesta alumnos: árboles (madera), peces, agua, animales.

Pregunta guía: ¿Cómo sabemos que están siendo sobreexplotados estos recursos?

Respuesta alumnos: Porque se están acabando

² El ejercicio que se presenta es parte del trabajo realizado por los participantes de un curso sobre sustentabilidad impartido por el Programa Universitario de Medio Ambiente de la UNAM. Los asistentes al curso fueron estudiantes de diversas carreras así como docentes de diversos niveles educativos.



Pregunta guía: ¿Cómo sabemos que se están acabando?

Respuesta alumnos: Hay menos bosques, muchas personas no tienen agua, han desaparecido/se han extinguido especies.

Pregunta guía: ¿Qué pasaría si se acaban estos recursos?

Respuesta alumnos: habrá más pobreza, no tendremos qué comer, no tendremos agua, nos morimos (¿Quiénes nos morimos? ¿Quiénes son todos?), inventaríamos nueva tecnología para usar otros recursos.

Pregunta guía: ¿Quién está sobreexplotando los recursos?

Respuesta alumnos: Las empresas, los gobiernos, algunos países, las empresas multinacionales, todos (¿quiénes son todos?).

Pregunta guía: ¿Por qué se están sobreexplotando los recursos?

Respuesta alumnos: para satisfacer nuestras necesidades, porque somos muchos, porque consumimos cosas que no necesitamos, porque hay intereses económicos o políticos, porque las empresas quieren ser más ricas, por la corrupción.

Pregunta guía: ¿A quién afecta la sobreexplotación de los recursos?

Respuesta alumnos: a todos

Pregunta guía: ¿Quiénes son todos?

Respuesta alumnos: los pobres, a las personas de países subdesarrollados, todos los seres vivos del planeta.



Pregunta guía: ¿Deberíamos hacer algo para evitar la sobreexplotación de los recursos? ¿por qué?

Respuesta alumnos: Sí porque es lo correcto, porque dependemos de estos recursos, porque es lo justo. No porque es necesario seguir creciendo económicamente, no podemos hacer nada, las empresas/gobiernos son muy poderosos.

Pregunta guía: ¿Qué se tendría que hacer para combatir/controlar la sobreexplotación de recursos?

Respuesta alumnos: Hacer más leyes, cambiar nuestros hábitos, consumir menos cosas, ser más responsables, multar a las empresas, informarnos mejor, más educación, educación ambiental, obligar a las empresas a cuidar el ambiente y sus recursos.

Pregunta guía: ¿Quién o quiénes son responsables de combatir la sobreexplotación de recursos?

Respuesta alumnos: Todos (¿quiénes son todos?), la sociedad (¿qué sector o sectores?), el gobierno, las empresas.

Pregunta guía: ¿La responsabilidad es igual para todos los sectores de la sociedad (niños, jóvenes, profesores, empresarios, comerciantes, investigadores, políticos, gobernantes, legisladores, etc.)? ¿Es la misma para todos los países? ¿Y para todos los estados de un país? ¿Por qué?

Respuesta alumnos: Sí porque nos afecta a todos, porque el planeta es de todos, porque todos consumimos. No, porque no todos consumimos lo mismo, porque los pobres no son consumistas, porque hay países que usan más recursos, porque cada sector tiene distintas funciones, porque los niños no saben.



Una vez que el docente ha hecho el ejercicio de análisis con el grupo, forma equipos y cada uno analiza el resto de las palabras del mapa con base en las preguntas guía elegidas por el docente, aunque pueden generar sus propias preguntas guía. Durante el proceso el docente apoya a los equipos proponiendo preguntas guía específicas para cada uno de los conceptos, ideas o acciones analizadas. Esto permite que los estudiantes identifiquen en primer lugar qué conceptos plasmados en los mapas tienen que ver con la sustentabilidad y cuáles no (y por qué). Una vez que han identificado los que sí están relacionados pueden determinar a qué dimensión pertenecen, así como la escala y la manera en la que se manifiestan las relaciones.

Cuando los equipos han terminado el análisis de su palabra exponen sus resultados frente al grupo utilizando un diagrama o una tabla con las preguntas y las respuestas (figura 16). Cada equipo explica qué preguntas guía utilizó y por qué. Tanto el docente como el resto de los alumnos pueden aportar otras relaciones e incluso otras preguntas para enriquecer los análisis.

Sobre el proceso de análisis de las palabras, el docente cuestiona a los equipos acerca de las dificultades que tuvieron para analizar su palabra (¿era claro el significado de la palabra? ¿Qué tan difícil fue encontrar las preguntas para hacer las relaciones? ¿Les costó trabajo ponerse de acuerdo? ¿Habían considerado la complejidad de los temas de sustentabilidad?).

Cada equipo escribe su análisis en hojas de rotafolio y los pega en las paredes del salón para que el docente los tenga a la vista en la siguiente etapa de la estrategia, en la que el docente ayuda a los alumnos a explicar (o construir) el significado de la sustentabilidad a partir de los análisis de los equipos. (Ver la figura 16 en la siguiente página).



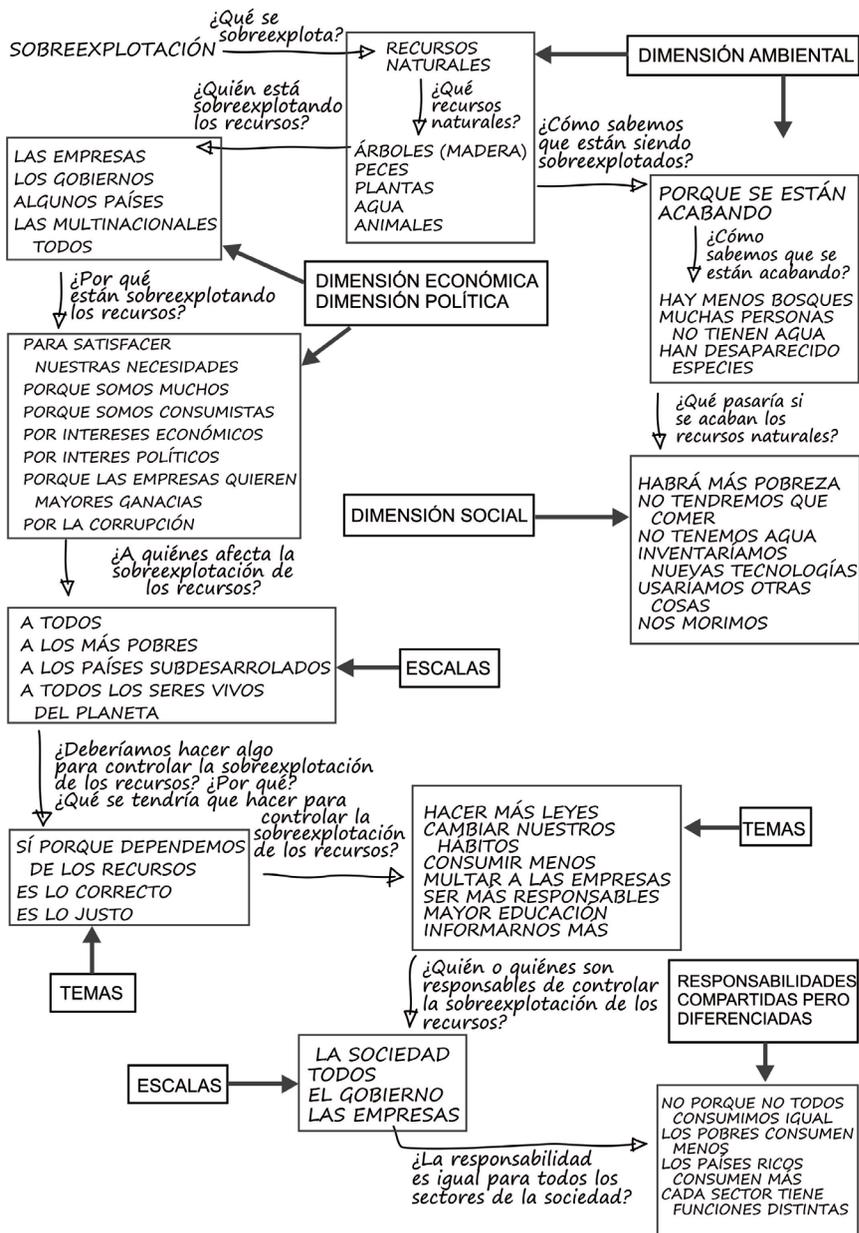


Figura 16

Síntesis del análisis de la palabra en formato de mapa cognitivo.



4.1.3. Construcción del concepto de sustentabilidad

El mensaje clave sobre la sustentabilidad que debe enfatizarse es que la sustentabilidad es un proceso de transformación social, cultural, política y económica. Que es un proceso complejo y flexible que puede abordarse desde una gran diversidad de temas y que tiene cuatro dimensiones (ambiental, social, económica y política). Además de enfatizar que las estrategias y actividades para abordar alguno de sus temas pueden desarrollarse a escala local, nacional o regional, y global.

También es importante enfatizar que la mayoría de las personas podemos incidir en el nivel local, en donde podemos participar en el diseño y desarrollo de proyectos que mejoren algún aspecto de nuestra comunidad (la escolar o la de la colonia en la que vivimos) para mejorar o recuperar un área verde, recuperar y acopiar residuos reciclables, hacer una campaña para el uso eficiente del agua y la energía, hacer un catálogo de las plantas medicinales que se usan en la comunidad, organizar un huerto comunitario o instalar un sistema de captación de agua pluvial para riego, uso en los sanitarios o para consumo humano, entre otros.

Nuestra incidencia a otras escalas surge de la participación colectiva que se suma a la de otros grupos organizados para impulsar algún cambio a nivel regional o nacional, en el ejemplo de las cooperativas de producción de miel en la península de Yucatán que mencionamos al principio de este fascículo, los apicultores se organizaron para mejorar el proceso de producción de miel orgánica lo que les ha generado mayores ganancias y la posibilidad de exportar sus productos (<http://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/SPSB/apicultura.html>).

Ahora, ¿cómo explicar el concepto de sustentabilidad a partir de los análisis de las palabras del mapa cognitivo? ¿Qué relaciones ejemplifican las dimensiones y escalas de la sustentabilidad? ¿Con base en cuáles podemos retomar el concepto de responsabilidades compartidas pero diferenciadas? Para ejemplificar la manera en la



que se pueden retomar los análisis de las palabras partamos del ejemplo de sobreexplotación que se analizó con los alumnos.

Primero debemos hablar del contexto actual, sobre la crisis civilizatoria que enfrentamos. ¿En qué preguntas y respuestas aparecen elementos o características de la crisis de civilización? El docente puede partir de las preguntas y respuestas relacionadas con agotamiento de recursos (¿todos los recursos del planeta son renovables? ¿De qué manera se renuevan los recursos? ¿Un recurso renovable nunca deja de estar disponible? ¿Hay límites a la explotación de recursos renovables? ¿Qué recursos no son renovables? ¿Por qué no son renovables?), contaminación (¿la contaminación afecta la disponibilidad de recursos? ¿Por qué?), extinción de especies (¿es grave que se extinga una especie? ¿Es lo mismo si se extingue una especie de mosquito que una planta?), la basura (¿cuál es la relación entre la basura y los recursos? ¿Entre la basura y la contaminación existe alguna relación? ¿Cuál?), etc.

En el caso del ejemplo que estamos usando se toma como base la pregunta sobre qué recursos se sobreexplotaban, en ella los alumnos enlistaron una serie de elementos de la biodiversidad (árboles, plantas, animales, peces) y de otros sistemas del planeta (agua, minerales). Este es nuestro inicio para hablar de que todo lo que usamos viene de los sistemas del planeta y todo lo que desechamos termina en alguno de estos sistemas. De modo que nuestra existencia depende de la naturaleza (en donde podemos incluir los ecosistemas y sus procesos ecológicos, así como todos los demás sistemas y procesos del planeta).

A continuación podemos retomar las respuestas a las preguntas ¿cómo sabemos que se están acabando? y ¿por qué se están sobreexplotando? para hablar sobre el impacto de las actividades humanas sobre los sistemas del planeta y sus efectos en los ecosistemas y las poblaciones humanas (retomando las respuestas a la pregunta ¿a quiénes afecta la sobreexplotación de los recursos?). Aquí también se puede empezar a hablar sobre las escalas, por ejemplo, con las respuestas “a los países subdesarrollados” y a “los pobres”



en donde aparece el reconocimiento de impactos para algunos países (los subdesarrollados) y algunas personas (los pobres). Se puede profundizar en este aspecto con otras preguntas como ¿los impactos de la sobreexplotación son iguales para todos los sectores productivos (pesca, agricultura, ganadería, turismo, construcción, etc.)? ¿Los impactos de la sobreexplotación son iguales para todas las personas del planeta?

El docente puede ir escribiendo en el pizarrón las conclusiones que van resultando de este análisis, para no perder la secuencia de la explicación sobre sustentabilidad. Hasta ahora del análisis han surgido tres mensajes importantes:

- 1) Hay una crisis ambiental en el planeta que nos pone en riesgo. Preguntas adicionales como ¿todos corremos el mismo riesgo? ¿El riesgo es el mismo para todos o tiene que ver con el lugar en el que vivimos? ¿Pobres y ricos tienen el mismo riesgo? ¿Hombres y mujeres tienen el mismo riesgo? pueden ayudar a visualizar las dimensiones y escalas de la sustentabilidad.
- 2) Las actividades humanas son las causantes de esta crisis, pero no todos contribuimos de la misma manera y,
- 3) Los problemas ambientales nos afectan a todos pero no de la misma manera (otra vez se refuerzan escalas y la importancia de las características locales).

A partir del reconocimiento de nuestra dependencia de los sistemas biológicos y los impactos que generan las actividades humanas, el docente puede hablar de la sustentabilidad como una propuesta de desarrollo alternativa para que todas las personas puedan vivir con bienestar dentro de los límites de los sistemas del planeta.

Para explicar las otras dimensiones de la sustentabilidad se puede partir de las respuestas a la pregunta ¿qué pasaría si se acabaran los recursos naturales? porque el incremento en la pobreza, la escasez de agua y de alimentos corresponden a aspectos de la dimensión social. Las dimensiones económica y política aparecen en



las respuestas a la pregunta ¿por qué se están sobreexplotando los recursos? que incluyen la satisfacción de necesidades, el consumo y los intereses económicos, así como la corrupción e intereses políticos. Con este ejercicio los alumnos no sólo se están familiarizando con el concepto de sustentabilidad y reflexionando sobre sus implicaciones, están ejercitando sus habilidades para analizar un tema desde distintas perspectivas.

Generalmente, en estos ejercicios, las respuestas de preguntas sobre los problemas ambientales y sus efectos se expresan en un nivel global, mientras que en las respuestas a preguntas sobre las acciones y estrategias para cambiar el rumbo de las sociedades y resolver los problemas aparecen también la escala nacional y la local. En nuestro ejemplo, las preguntas base para hablar de las distintas escalas son ¿a quiénes afecta la sobreexplotación de los recursos? ¿Qué se tendría que hacer para controlar o combatir la sobreexplotación de los recursos? y ¿quiénes son responsables de controlar la sobreexplotación de los recursos?

En las respuestas a estas preguntas se mencionan “a los más pobres” (escala global, todos los pobres del planeta) “a los países subdesarrollados” (escala nacional, sólo algunos países) como los afectados por la sobreexplotación. Se puede guiar la discusión para profundizar en este tema con preguntas como ¿a los pobres de qué países? ¿Todos los habitantes de un país subdesarrollado se ven igualmente afectados? ¿A los países desarrollados no les afecta la sobreexplotación de recursos? En este momento de la discusión es importante incluir la pregunta ¿a ustedes cómo los afecta la sobreexplotación de recursos? De esta manera los alumnos pueden empezar a reconocer los impactos a nivel local y sus efectos en la comunidad de la que son parte.

Las escalas también se hacen evidentes en las respuestas sobre lo que tendría que hacerse para reducir o controlar la sobreexplotación de los recursos: “hacer más leyes” (escala nacional y global), “multar a las empresas”, “mayor educación” (nacional, aunque también hay estrategias globales para estos temas), “cambiar nuestros hábitos”, “consumir menos” “ser más responsables”, “informar-



nos más” (escala local).

Aquí es importante notar que existen cruces o vínculos entre cada escala, es decir, cambiar nuestros hábitos es una acción local que puede verse favorecida por políticas nacionales e incluso internacionales que impulsen la producción y acceso a bienes con menos impactos ambientales. De igual manera, ofrecer educación es una actividad propia del Estado, pero también de los gobiernos locales (por ejemplo estatales) y además, los programas educativos puede reforzarse o ampliarse a través de programas de educación no formal ofrecidos por diversas organizaciones civiles e instituciones educativas.

En este punto del análisis el docente puede abordar la necesidad de transformar la sociedad, la cultura, la economía y la política si queremos transitar hacia la sustentabilidad, para lo cual puede apoyarse en preguntas como ¿cuáles serían los hábitos adecuados para reducir la sobreexplotación de recursos? ¿Qué tipo de educación se requiere? ¿Qué tipo de información necesitamos para ser más responsables? ¿Cuáles deben ser las fuentes de esta información? ¿Quién o quiénes son responsables de hacer leyes? ¿Quién o quiénes tienen la responsabilidad de multar a las empresas? ¿Qué otras cosas podrían o deberían hacerse para reducir la sobreexplotación de los recursos y sus impactos?

Finalmente, las preguntas ¿por qué deberíamos hacer algo para controlar la sobreexplotación de recursos? y ¿la responsabilidad de controlar la sobreexplotación es igual para todos los sectores de la sociedad? nos brinda la oportunidad de hablar sobre responsabilidades compartidas pero diferenciadas, por ejemplo, al mencionar que hay personas que consumen menos (los pobres) y otras que consumen más (los ricos). Estas respuestas también son la base para enfatizar la importancia de la participación informada y responsable y el papel que cada uno de nosotros tiene como agentes de cambio para la transformación social, cultural, política y económica de la sociedad para transitar hacia la sustentabilidad.

De esta manera, a través de sus propias respuestas y análisis



los alumnos pueden construir el concepto de sustentabilidad apoyados por el o la docente, haciendo posible que los alumnos lo comprendan mejor y sean capaces de identificar de qué manera sus acciones se conectan con otras acciones locales para articularse a escalas cada vez mayores. Se debe hacer hincapié en que el primer paso para esta transformación es la reflexión sobre nuestros estilos de vida y sus impactos ambientales, así como la necesidad de hacernos conscientes del espacio y escala en los que podemos incidir de manera directa.

Durante la presentación de los alumnos y sus experiencias trabajando en equipo y logrando acuerdos para hacer el análisis de la palabra asignada, se puede hablar sobre cómo la diversidad de puntos de vista enriquece el resultado, el trabajo en equipo requiere diálogo y negociación, y sobre la manera en la que un ejercicio colectivo puede tener mejores resultados en el aprendizaje.

Al final de esta actividad se debería tener una lista de mensajes clave que permitan la comprensión sobre el concepto de sustentabilidad, dimensiones, escalas y temas relacionados. A continuación se presenta una lista de las conclusiones posibles derivadas del análisis (el docente puede llegar a otras conclusiones, esta lista se presenta como ejemplo y guía):

1. Hay una crisis ambiental en el planeta que nos pone en riesgo
2. Las actividades humanas son las causantes de esta crisis
3. Los problemas ambientales nos afectan a todos pero no de la misma manera
4. La sustentabilidad es una propuesta alternativa de desarrollo para que todas las personas del planeta (del presente y del futuro) puedan vivir con bienestar (equidad, justicia) dentro de los límites del planeta
5. Para transitar hacia la sustentabilidad se requieren transformaciones sociales, culturales, económicas y políticas
6. La sustentabilidad tiene cuatro dimensiones (ambiental,



- social, económica y política)
7. Se pueden desarrollar estrategias y acciones de sustentabilidad a escala global, nacional o regional y local. Entre estas escalas existen interrelaciones
 8. La participación y el trabajo en equipo de todos los sectores es indispensable para transitar hacia la sustentabilidad
 9. Todas las personas del planeta compartimos la responsabilidad de actuar por la sustentabilidad, pero estas responsabilidades son diferenciadas, es decir, no todos tenemos el mismo nivel de responsabilidad ni tenemos que hacer las mismas cosas

En caso de que alguno de estos mensajes no haya quedado claro o no haya surgido en esta etapa, el docente puede desarrollarlo para que no quede fuera.

4.1.4. Discusión de cierre

Para cerrar el tema, el docente guía una discusión grupal para que los estudiantes expliquen el resultado de la experiencia ¿cambiaron las ideas que tenían sobre la sustentabilidad al inicio de la sesión? ¿Qué ideas cambiaron? ¿Les parece que la sustentabilidad es viable? ¿Creen que sus acciones pueden aportar a la sustentabilidad? ¿Creen que vale la pena participar en la transición hacia la sustentabilidad? ¿Qué cosas pueden hacer para participar en las acciones de sustentabilidad? ¿Qué espacios tienen para participar? ¿Qué espacios les gustaría tener? ¿Están dispuestos a participar? ¿Cuáles son los obstáculos para la sustentabilidad que ustedes perciben? ¿Cómo podrían superarse?

La meta de esta actividad es que los alumnos sean capaces a través del análisis y la reflexión, de identificar si un tema dado puede ser parte de la sustentabilidad, la dimensión o dimensiones en



las que se articula, así como las escalas en las que se expresa y las relaciones entre las dimensiones, escalas y con otros temas de la sustentabilidad. Cuando los alumnos han logrado una aproximación al concepto de sustentabilidad, esperamos que puedan desarrollar un mapa conceptual como el de la figura 17, en la que se observan en la parte superior las dimensiones de la sustentabilidad, en la inferior las escalas y en la parte intermedia los temas de la figura 15a y b acomodados y mostrando las relaciones con otros temas (por ejemplo, contaminación como un problema que incluye varias formas, ligado con contaminación del aire, que es una de éstas).

En la tabla 3 (páginas 116-119) se presenta una carta descriptiva que resume la actividad descrita, en ella se incluyen materiales y tiempos estimados para cada etapa de la actividad:

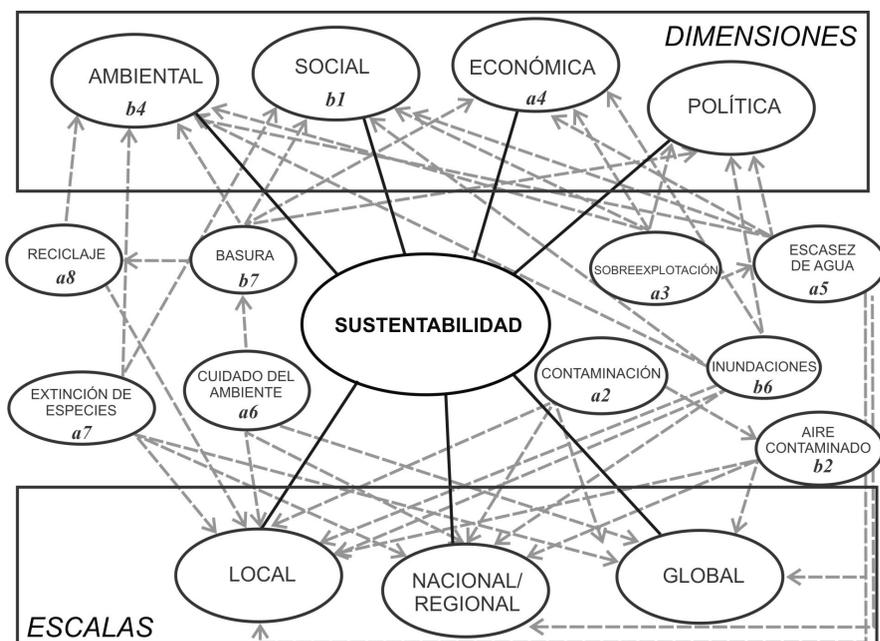


Figura 17

Mapa cognitivo ordenado en donde se identifican las dimensiones y escalas de la sustentabilidad, así como diversos temas y sus relaciones entre escalas, dimensiones y con otros temas (elaboración propia).



Tabla 3
Carta descriptiva para la estrategia didáctica sobre la sustentabilidad

Título de la actividad: Introducción a la sustentabilidad						
Subtítulo	Presentación	Objetivo	Materiales	Procedimiento	Duración	Evaluación
1. Mapa cognitivo sobre la sustentabilidad	Actualmente, términos como desarrollo sustentable y sustentabilidad son utilizados cotidianamente en diversos contextos, desde artículos periodísticos, revistas, discursos políticos, programas de desarrollo, propuestas de leyes entre otros. Sin embargo, pocas personas tienen claro el significado e implicaciones de este concepto. Conocerlas es importante para entender el contexto ambiental en el que vivimos y la manera en la que podemos participar para mejorarlo.	Que los alumnos reflexionen sobre lo que saben acerca del concepto de sustentabilidad a través de la elaboración de un mapa cognitivo.	Pizarrón Plumones	El docente explica a los estudiantes el tema y objetivo de la actividad. De manera grupal, se elabora un mapa cognitivo sobre la sustentabilidad. Se pide a los alumnos que con base en lo que saben, han escuchado o leído sobre el significado de la sustentabilidad mencionen palabras o ideas que relacionen con este concepto. Preguntas guía: ¿Qué han escuchado/leído sobre la sustentabilidad? ¿Qué aspectos incluye? ¿Qué problemáticas? ¿Qué soluciones?	Presentación del tema: 10 minutos. Elaboración del mapa cognitivo sobre sustentabilidad: 10 a 15 minutos.	Participación en la elaboración del mapa cognitivo. Se evalúa si las ideas mencionadas por los alumnos se relacionan con la sustentabilidad. Si los alumnos reconocen y mencionan dimensiones y escalas de la sustentabilidad.



Tabla 3
Carta descriptiva para la estrategia didáctica sobre la sustentabilidad

Título de la actividad: Introducción a la sustentabilidad						
Subtítulo	Presentación	Objetivo	Materiales	Procedimiento	Duración	Evaluación
2. Análisis del mapa cognitivo	Actualmente, términos como desarrollo sustentable y sustentabilidad son utilizados cotidianamente en diversos contextos, des- de artículos periodísticos, revistas, discursos políticos, programas de desarrollo, propuestas de leyes entre otros. Sin embargo, pocas personas tienen claro el significado e implicaciones de este concepto. Conocerlas es importante para entender el contexto ambiental en el que vivimos y la manera en la que podemos participar para mejorarlo.	Que los alumnos analicen una de las palabras del mapa cognitivo.	Hojas de rotafolio Plumones de colores Cinta adhesiva	A manera de ejemplo, el docente analiza dos o tres palabras del mapa cognitivo. Divide al grupo en equipos y a cada uno les asigna una de las palabras del mapa cognitivo para que la analicen. Los equipos presentan el resultado de su análisis en una tabla o en un mapa cognitivo (ver figura 16) y lo exponen ante el grupo.	Análisis por equipo: 30 - 35 minutos. Presentación por equipos: 10 minutos por equipo.	Los alumnos entregan el análisis de la palabra o idea que se les asignó. Se evalúa la claridad de la exposición, el lenguaje utilizado y la capacidad de trabajar en equipo. Estructura del cuadro, capacidad de síntesis para presentar los resultados a los que llegaron. La capacidad de encontrar relaciones que conecten las ideas de manera lógica y ordenada. La pertinencia de las preguntas y relaciones mostradas en el mapa.



Tabla 3
Carta descriptiva para la estrategia didáctica sobre la sustentabilidad

Título de la actividad: Introducción a la sustentabilidad						
Subtítulo	Presentación	Objetivo	Materiales	Procedimiento	Duración	Evaluación
3. Explicación de cierre del significado del concepto de sustentabilidad y discusión final sobre la sustentabilidad y sus implicaciones	Actualmente, términos como desarrollo sustentable y sustentabilidad son utilizados cotidianamente en diversos contextos, desde artículos periodísticos, revistas, discursos políticos, programas de desarrollo, propuestas de leyes entre otros. Sin embargo, pocas personas tienen claro el significado e implicaciones de este concepto. Conocerlas es importante para entender el contexto ambiental en el que vivimos y la manera en la que podemos participar para mejorarlo.	Que los alumnos apoyados por el docente expliquen el concepto de sustentabilidad y sus implicaciones a partir de los análisis de las palabras del mapa cognitivo inicial realizado por el grupo.	Pizarrón Plumones o Tablas o mapas cognitivos del análisis de las palabras del mapa elaborado en la primera parte Opcional: Presentación de Power Point.	A partir de los conceptos e ideas presentados en el análisis de las palabras del mapa cognitivo el docente ayuda a los alumnos a explicar el significado de la sustentabilidad, sus dimensiones y las escalas en las que pueden realizarse acciones.	30 - 45 minutos.	Se evalúa la participación de los alumnos durante la explicación. La capacidad de los alumnos de retomar conceptos e ideas para construir el significado de la sustentabilidad, la capacidad de identificar dimensiones y escalas.



Tabla 3
Carta descriptiva para la estrategia didáctica sobre la sustentabilidad

Título de la actividad: Introducción a la sustentabilidad						
Subtítulo	Presentación	Objetivo	Materiales	Procedimiento	Duración	Evaluación
4. Discusión grupal	Actualmente, términos como desarrollo sustentable y sustentabilidad son utilizados cotidianamente en diversos contextos, de artículos periodísticos, revistas, discursos políticos, programas de desarrollo, propuestas de leyes entre otros. Sin embargo, pocas personas tienen claro el significado e implicaciones de este concepto. Conocerlas es importante para entender el contexto ambiental en el que vivimos y la manera en la que podemos participar para mejorarlo.	Que los alumnos intercambien puntos de vista sobre la sustentabilidad, su viabilidad, la relación con su vida diaria y lo que cada uno de ellos puede hacer para participar en el marco de la sustentabilidad.	Pizarrón Plumones	Como cierre el docente guía una discusión con los alumnos sobre la experiencia derivada de los ejercicios. Preguntas guía: ¿Cambiaron las ideas que tenían sobre la sustentabilidad al inicio de la sesión? ¿Qué ideas cambiaron? ¿Les parece que la sustentabilidad es viable? ¿Green que vale la pena participar en la transición hacia la sustentabilidad? ¿Qué cosas pueden hacer para participar en las acciones de sustentabilidad? ¿Qué espacios tienen para participar? ¿Qué espacios les gustaría tener? ¿Cuáles son los obstáculos para la sustentabilidad que ustedes perciben? ¿Cómo podrían superarse?	15 – 20 minutos.	Se evalúa la participación de los alumnos en la discusión (las ideas que presentan y las respuestas y actitudes hacia los puntos de vista de sus compañeros. Si las respuestas a las preguntas guía expresan motivación para participar más activamente. Si reconocen el valor de la participación. Si pueden, apoyar sus ideas con argumentos adecuados y suficientes.



4.2. Otros apoyos didácticos

Existen muchas actividades que sirven de apoyo para la revisión de temas relacionados con la sustentabilidad. El tipo de actividad que seleccionemos depende de las características de nuestro grupo, del tema a revisar y de nuestras propias preferencias como docente. Sin embargo, las mejores actividades son aquellas que promueven el trabajo en equipo, el análisis y la reflexión. En este apartado mencionaremos tres actividades complementarias que pueden apoyar la comprensión de temas de la sustentabilidad: un ensayo a partir de la lectura de un texto, una investigación documental y un proyecto escolar.

4.2.1 Elaboración de un ensayo a partir de una lectura

El ensayo es una herramienta muy útil en los procesos de enseñanza-aprendizaje para que los alumnos desarrollen la capacidad de análisis y de construcción de argumentos que les permitan explicar sus ideas alrededor de un tema. En contenidos relacionados con sustentabilidad los ensayos son ejercicios muy útiles como parte de las reflexiones que nos lleven al cambio de actitudes, hábitos y en última instancia cambios en la manera en la que nos relacionamos con los otros (otras personas, otros seres vivos, otras maneras de pensar, etc.) y en nuestros estilos de vida.

Para el tema de la sustentabilidad puede partirse de la lectura en la clase del capítulo de la Primavera Silenciosa “Elíxires de la muerte” en el que Rachel Carson discute sobre el uso indiscriminado de pesticidas y su bioacumulación en animales, desde peces hasta aves, incluyendo los seres humanos. Así mismo menciona los efectos nocivos de estos químicos en el metabolismo y algunas de sus propiedades químicas.

A partir de la lectura de este capítulo los alumnos elaboran un ensayo sobre los riesgos asociados al uso de pesticidas y otros compuestos que se producen industrialmente, como plásticos que



pueden bioacumularse, tener impactos negativos en la salud e incrementar la contaminación del agua, del suelo e incluso del aire. La estructura del ensayo incluye una parte introductoria para establecer el contexto, el desarrollo de las ideas y opiniones (informadas) de los alumnos sobre el tema y, por último, un par de párrafos a manera de conclusión en la que cierren el tema.

El docente entrega algunas preguntas guía como base para el ensayo. Entre las preguntas pueden incluirse ¿qué tipo de pesticidas se usan en México? ¿Qué tipo de pesticidas se utilizan en zonas cercanas a la comunidad en dónde vives? ¿Se han identificado efectos dañinos para la salud asociados a su uso? ¿Cuáles? ¿De qué manera estas sustancias interactúan con los seres vivos? ¿Qué institución regula su uso en el país? ¿Existen leyes federales o locales para regular el uso de estas sustancias? ¿Este tipo de sustancias se bioacumulan? ¿En México se usan sustancias que están prohibidas en otros países? ¿Cuáles? ¿Qué cantidad de estas sustancias se produce en el país? ¿Qué cantidad se usa? ¿Qué efectos tienen estas sustancias en los ecosistemas? ¿Existen otros compuestos menos dañinos disponibles? ¿Los ciudadanos tenemos derecho a saber qué sustancias se están utilizando en los cultivos y liberando al ambiente? ¿Quién o qué institución tendría que darnos esa información?³

4.2.2. Investigación documental sobre aditivos en alimentos

Las investigaciones documentales son otra herramienta adecuada para el estudio de la sustentabilidad, pues permiten que los estudiantes profundicen sus conocimientos sobre un tema. También es un ejercicio para que aprendan a discriminar fuentes de información y para mejorar su capacidad de análisis y de síntesis.

³ Para mayor información se puede consultar el fascículo de Pellicer, A. titulado: "Proyectos de investigación" que publicó la SEMS de la SEP, 2014.



Aquí se sugiere como otra actividad complementaria que los estudiantes realicen una investigación por equipos sobre los aditivos químicos que se incluyen en alimentos procesados como yogurt, jugos, sopas, galletas y frituras. Los alumnos analizan las etiquetas de algunos de estos productos e investigan sobre sus ingredientes. Las preguntas guía pueden ser: ¿Cuántos ingredientes contienen los productos que revisaron? ¿Cuántos ingredientes no conocen? ¿Qué tipo de sustancias son estos ingredientes? ¿Se ha identificado algún efecto adverso a la salud asociado al consumo de estas sustancias? ¿Conocer más sobre las sustancias que se adicionan a los alimentos te motiva a modificar hábitos de consumo? ¿Ahora que sabes qué tipo de sustancias se agregan al producto que analizaste, volverías a consumirlo? ¿Los ciudadanos tenemos derecho a saber qué sustancias se agregan a la comida? ¿Las empresas deberían dar más información sobre los aditivos químicos? ¿El gobierno debería obligarlas a dar esa información?⁴

Lo que se espera de esta investigación es que los alumnos analicen los impactos potenciales a la salud de los consumidores derivados del uso de ciertos aditivos en los alimentos. En años recientes diversas investigaciones han encontrado relaciones entre algunos aditivos y el desarrollo de enfermedades. Otro aspecto que los alumnos deben desarrollar en la investigación es el derecho de los consumidores a conocer lo que contienen los productos disponibles en el mercado y la obligación de las empresas de brindar esa información.

Cada equipo entrega un reporte de investigación con extensión máxima de 15 páginas que contenga los siguientes apartados:

1. Título del trabajo.
2. Integrantes del equipo.
3. Fecha.

⁴ Estas son preguntas guía. Para mayor información se puede consultar el fascículo de Pellicer, A. titulado: "Presentación escrita de ensayos" que publicó la SEMS de la SEP, 2014.



4. Resumen (máximo 200 palabras que resuman el objetivo, el proceso y los resultados de su investigación).
5. Introducción al tema (de qué se trata la investigación, cómo se articula con la sustentabilidad).
6. Objetivo de la investigación (concreto, en una o dos líneas).
7. Desarrollo de la investigación (cómo se obtuvo la información, cómo se analizó, qué productos se revisaron).
8. Resultados de la investigación (qué encontró el equipo, tipos aditivos que se usan en México, para qué se usan, en qué alimentos se incluyen, efectos a la salud descritos, etc.). Las preguntas guía ayudan a estructurar este capítulo.
9. Conclusiones y reflexiones del equipo (qué aditivos se usan en México, cuáles pueden tener efectos perjudiciales para la salud, cuál es el consumo recomendado para evitar estos efectos, qué leyes o normas existen en México para regular el uso de aditivos y cuál es su eficiencia, debemos o no exigir que se nos informe claramente sobre estas sustancias, qué efecto tiene lo que aprendimos en nuestra vida diaria, qué cosas deberían cambiar para proteger la salud de las personas, de qué manera deberían informarnos sobre los aditivos en la comida).
10. Referencias (lista de las fuentes de información consultadas).

Además de entregar el reporte se puede hacer una exposición por equipos (por ejemplo, si cada equipo investigó un tipo aditivo particular). Al final de las presentaciones se hace una discusión sobre el derecho a saber y los mecanismos en los que la población puede exigir y acceder a la información sobre estos compuestos y su impacto en la salud y el ambiente.



4.2.3. Elaboración de proyectos escolares como estrategia de enseñanza - aprendizaje de la sustentabilidad

Otra estrategia de enseñanza - aprendizaje que favorece la comprensión de los temas de la sustentabilidad es la elaboración de proyectos escolares que los alumnos desarrollan a lo largo del ciclo escolar o durante un periodo de tiempo menor. Los temas de estos proyectos pueden ser muy diversos, como analizar las condiciones de acceso y calidad del agua a nivel local y proponer estrategias para mejorarlo, la generación y manejo de residuos en la escuela, elaborar un catálogo sobre los usos tradicionales de la biodiversidad en la localidad o una guía de las especies de plantas y animales presentes. También proyectos para darle mantenimiento a un área verde, establecer un huerto escolar, instalar sistemas de captación de agua de lluvia y campañas para el uso eficiente de recursos y evitar su desperdicio (agua, energía, papel, etc.).

El proyecto debe presentarse por escrito, definiendo objetivos claros y metas realistas. La estructura del documento puede contener estos apartados:⁵

1. Introducción: Relación del proyecto con la sustentabilidad. Por qué es necesario el proyecto, qué beneficios traerá a la comunidad. Datos sobre otras experiencias similares y sobre la relevancia de este tipo de temas y proyectos.
2. Objetivo: Debe ser claro y responder qué se quiere lograr y a quién beneficiará. Por ejemplo: el objetivo del proyecto es instalar un huerto escolar para producir hortalizas que se utilicen para elaborar los alimentos de la cafetería de estudiantes.

⁵ Para mayor información se puede consultar el fascículo de Pellicer, A. titulado: "Proyectos colaborativos" que publicó la SEMS de la SEP, 2014



3. **Metas.** Las metas deben ser realistas, que sean viables de lograrse en el tiempo establecido. Las metas permiten establecer el alcance del proyecto, es decir, cuánto se va a hacer y, por lo tanto, son los indicadores de avance de un proyecto. Por ejemplo, se instalará un huerto de 20m², se sembrarán acelgas, zanahorias y lechuga; se formarán tres equipos de voluntarios para darle mantenimiento al huerto, se instalará un sistema de riego por goteo, se solicitará a la escuela la ampliación de la tubería de agua para el sistema de riego, con lo producido en el huerto se espera cubrir el 20% del consumo de verduras de la cafetería de la escuela.
4. **Metodología.** Definir las etapas del proyecto y las actividades específicas que deben llevarse a cabo para alcanzar las metas y lograr el objetivo. En este apartado se enlistan las acciones que se realizarán para dar a conocer el proyecto en la comunidad escolar y los mecanismos de participación en el mismo.
5. **Cronograma.** En el que se presenten de manera organizada y secuencial las actividades del proyecto durante el tiempo que durará éste.
6. **Materiales y presupuesto.** Contar con una lista de materiales antes de iniciar el proyecto permite analizar su viabilidad y hacer ajustes, de ser necesario.
7. **Resultados obtenidos.** Aquí se describe si se lograron las metas y se alcanzó el objetivo, así como los obstáculos encontrados y la manera en la que se resolvieron, los ajustes que se hicieron en el proyecto y la manera en la que la comunidad escolar se sumó al proyecto. También se presentan las perspectivas futuras del proyecto.
8. **Conclusiones y reflexiones.** Además de listar de forma breve lo que se logró con el proyecto los alumnos explican los procesos de aprendizaje que vivieron y la manera en la que el proyecto cambió (o no) su visión de la comu-



nidad escolar, la capacidad e importancia de participar y la pertinencia de este tipo de proyectos.

Los proyectos escolares pueden tener resultados muy positivos no sólo en la formación académica de los alumnos, sino como mecanismos para formar y fortalecer la comunidad, contribuyendo a las habilidades de trabajo en equipo, comunicación y participación que son fundamentales para la transición hacia la sustentabilidad. En última instancia, este tipo de proyectos contribuyen a la formación de ciudadanía.

4.3 Materiales de apoyo

Una de las necesidades más grandes para la enseñanza de la sustentabilidad es la escasez de materiales de apoyo didáctico adaptados a las condiciones de nuestro país (o para distintas regiones del país que presentan condiciones y características distintas). Los materiales que existen no siempre se conocen (porque no hay muchos canales de comunicación para compartirlos o no son accesibles a todos), no están sistematizados en una base de datos o un catálogo, o incluso son muy costosos.

Por ello los docentes muchas veces tienen que utilizar los recursos didácticos disponibles (muchas veces elaborados en otros países e incluso en idiomas diferentes al español) y adaptarlos a sus necesidades. Sin embargo, antes de integrarlos a nuestras actividades docentes es necesario identificar y describir en la planeación de nuestras actividades la manera en la que un recurso particular abona a la comprensión del tema y asegurarnos de que realmente contribuye con los objetivos de aprendizaje. Tampoco se debe perder de vista el contexto del que el tema forma parte (dimensión, nivel de sustentabilidad).

Entre los recursos que pueden ser útiles para los procesos de enseñanza-aprendizaje de la sustentabilidad se encuentran calculadoras de huellas ecológica, de carbono e hídrica, que permiten que



los alumnos calculen el impacto ambiental de sus patrones de consumo y estilos de vida (véase tabla 4). También existen simuladores sobre cambio climático y videos que pueden utilizarse como apoyos didácticos. Encontrar materiales y fuentes de información puede ser una tarea larga y a veces frustrante. Para facilitar esta labor de los docentes en la tabla 4 se ofrece una serie de fuentes y recursos disponibles.

Tabla 4.
Recursos y fuentes de información de apoyo para la enseñanza de la sustentabilidad

Recursos digitales		
Nombre de la página	URL	Temas
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad	http://www.conabio.gob.mx/index.html	Información sobre biodiversidad y ecosistemas en México. Videos, juegos, publicaciones de acceso gratuito.
Revista Biodiversitas	http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/biodiversitas.php	Publicación de la CONABIO sobre temas ambientales.
Comisión de Áreas Naturales Protegidas	http://www.conanp.gob.mx/	Información sobre Áreas Naturales Protegidas de México. Mapas de ubicación, planes de manejo, fichas técnicas, videos y programas de conservación de especies.
Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)	www.conafor.gob.mx/web/	Manejo y conservación de bosques, servicios ecosistémicos, plantaciones forestales, reforestación, materiales educativos sobre la prevención de incendios. Documentos y audios disponibles para descarga.
Comisión Nacional de Agua	http://www.conagua.gob.mx/	Información sobre el agua en México, publicaciones sobre estadísticas de agua, videos, entrevistas y foto-galerías disponibles.



Recursos digitales

Nombre de la página	URL	Temas
Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)	http://www.inegi.org.mx/	Información sobre población, actividades productivas, estadísticas económicas (empleo, PIB), estadísticas ambientales, mapas de vegetación de México, entre otros.
Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)	http://www.inecc.gob.mx/	Información sobre cambio climático, preservación y restauración ambiental en México, publicaciones sobre una gran variedad de temas ambientales disponibles para descargar.
Procuraduría Federal del Consumidor	http://www.profedco.gob.mx/	Revista del consumidor, materiales sobre consumo responsable (folletos, videos, carteles).
Programa de Naciones Unidas	http://www.unesco.org/new/es	Portal de la UNESCO, publicaciones, notas de prensa e información sobre proyectos disponibles.
Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente	http://www.pnuma.org/	Documentos sobre acuerdos internacionales en materia ambiental, programas de educación ambiental, manejo de ecosistemas, gobernanza ambiental, entre otros.
Escalas del Universo	http://www.freewebarcade5.net/media/the-scale-of-the-universe-2.swf	Sitio en donde se pueden ver todas las escalas del universo, desde el espacio hasta el interior de una célula. Requiere estar conectado a Internet todo el tiempo que se use.
Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo	http://www.undp.org/content/undp/es/home.html	Este programa se enfoca a la erradicación de la pobreza, la reducción de las desigualdades y de la exclusión. Documentos y noticias sobre los proyectos en distintas regiones del planeta disponibles.



Recursos digitales		
Nombre de la página	URL	Temas
Revista Ciencias	http://www.ejournal.unam.mx/cuadros2.php?r=5	Revista de la Facultad de Ciencias de la UNAM, trata diversos temas de las ciencias (también en edición impresa).
Revistas de la UNAM	http://www.revistas.unam.mx/	En este sitio se pueden encontrar revistas publicadas por la UNAM en formato electrónico. Abarca una diversidad de temas como biología, química, biotecnología, ciencias sociales, matemáticas, ciencias de la Tierra, ingeniería, humanidades y medicina.
Revista Tunza	http://www.unep.org/Publications/contents/Tunza.asp	Revista del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente enfocado a jóvenes. Abarca diversos temas relacionados con la sustentabilidad como agua, suelo, comercio sustentable, residuos, agua, deportes y sustentabilidad, género entre muchos otros.
Portal de videos YouTube	http://www.youtube.com/	Se pueden obtener videos interesantes sobre temas ambientales –algunos malos–, hay que buscar.
Ciencia UNAM	http://www.ciencia.unam.mx/	Portal con información sobre el desarrollo científico en la UNAM. Abarca todas las ramas del desarrollo científico.
¿Cómo ves?	Revista de divulgación sobre temas relacionados con la ciencia como fracking, adicciones, biodiversidad, genética, geología, medicina, matemáticas, psicología y salud entre otras.	Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM.



Recursos digitales		
Nombre de la página	URL	Temas
Fondo Mundial para la Naturaleza en México	http://www.wwf.org.mx/	Portal de la wwf en México. Información sobre programas de conservación de la biodiversidad, deforestación, océanos.
El poder del consumidor	http://elpoderdelconsumidor.org/	Portal de la asociación civil el poder del consumidor, infografías, videos y publicaciones relacionados con el consumo (riesgos a la salud, impactos ambientales, aditivos, estudios de calidad, etc.).
Consejo Consultivo del Agua	http://aguas.org.mx/sitio/	Portal con información sobre el agua, problemas y sus soluciones. Cuenta con materiales descargables sobre estos temas.
Calculadoras de huella ecológica	http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/calculators http://www.planverde.df.gob.mx/component/content/article/71-miscelanea/60-calcula-tu-huella-ecologica.html http://www.tuhuellaeologica.org/ http://www.miliarium.com/formularios/huellaeologica.asp http://footprint.wwf.org.uk/ (en inglés)	Calculadoras de huella ecológica.



Recursos digitales		
Nombre de la página	URL	Temas
Calculadores de huella de carbono	http://calculator.carbonfootprint.com/calculator.aspx?lang=es http://ww21.calculatusemisiones.com/ http://www.neotropica.org/article/calcule-su-huella-de-carbono/	Calculadoras de huella de carbono.
Calculadoras de huella hídrica	http://fandelagua.com/huella_hidrica.php http://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/personal-water-footprint-calculator/ (en inglés).	Calculadoras de huella hídrica. En el portal waterfootprint.org también se pueden encontrar datos sobre la huella hídrica de diversos productos cotidianos.
Página de teledocumentales	http://www.teledocumentales.com/	Documentales sobre diversos temas (no sólo relacionados con la sustentabilidad) gratis. Se pueden descargar o ver en línea.
TED talks	http://www.ted.com/	Conferencias y pláticas sobre diversos temas, hay que buscar. Conferencias en inglés, algunas con subtítulos.



Revistas impresas		
Título	Temas	Editor
Especies	Biodiversidad, conservación	Naturalia A. C.
Ciencia y Desarrollo	Diversos temas científicos incluyendo ecología, desarrollo de vacunas, astronomía, inteligencia artificial, contaminación, etc.	Consejo Nacional para la Ciencia y la Tecnología (Conacyt).
Ciencia	Ciencias y humanidades, incluyendo inmunología, ciudades sustentables, comunicación, adicciones, parásitos, computación, entre otros.	Academia Mexicana de Ciencias.

4.4. Los contenidos curriculares y los temas de la sustentabilidad

Los temas relacionados con la sustentabilidad pueden ligarse y complementar varias de las asignaturas y módulos del Mapa curricular de la EMS, no sólo de las materias de la áreas físico-químicas, sino también para asignaturas sociales. Aquí se mencionarán algunas de las asignaturas básicas y los temas de la sustentabilidad que pueden incluirse, dejando claro que las posibilidades de inclusión de estos temas en las asignaturas dependen de la capacidad e interés de los docentes para desarrollarlas en sus clases. Como se verá el



tema toca muchas áreas y asignaturas:

Química I. Bloque VII. El estudio de las reacciones químicas sirve como base para abarcar temas como la destrucción de la capa de ozono de la estratósfera de la Tierra, la acumulación de compuestos tóxicos en distintos ecosistemas y componentes de los sistemas biológicos, así como los efectos ambientales y sociales de la producción y consumo de algunos materiales.

Introducción a las Ciencias Sociales. Bloque VIII. Los impactos ambientales, sociales y económicos derivados de los patrones de explotación y consumo de los sistemas biológicos y otros recursos del planeta no son homogéneos, en particular varían dependiendo del género y su contexto social y cultural (por ejemplo los roles de género).

Ética y valores I. Bloques II, III y IV. En estos bloques se incluye a la sustentabilidad al tratar temas relacionados con los valores, la participación y el reconocimiento y respeto a la diversidad cultural. Se pueden incluir lecturas sobre la ética ambiental y discutir el trabajo de Aldo Leopold y Rachel Carson en el contexto de los valores y los derechos humanos.

Química II. Bloque II. En este bloque se estudia la contaminación, uno de los temas de la sustentabilidad cuyas relaciones entre dimensiones y escalas son más conocidas y fácilmente identificables.

Química II. Bloque IV. Los temas de la sustentabilidad que pueden revisarse en este bloque se relacionan con la dimensión ambiental, la conformación química de los seres vivos y el papel del ciclo del carbono en el cambio climático.

Química II. Bloque V. Los temas de este bloque abordan la sustentabilidad desde la dimensión ambiental (qué compuestos contribuyen a la degradación ambiental) y social (cuál es la responsabilidad de los sectores productivos que fabrican o que usan estas sustancias,



así como el papel de los gobiernos para regular la producción y manejo de estas sustancias).

Biología I. Bloque I. La Biología es una de las ciencias en las que se comenzaron a realizar estudios sobre la dimensión ambiental de la sustentabilidad, incluyendo los problemas ambientales, la sobreexplotación y la conservación de los recursos. Incluso, la Estrategia Mundial de Conservación de la IUCN en 1980 fue de los primeros documentos en mencionar el desarrollo sustentable (ver apartado 3.3.3. Sobre la evolución del concepto de sustentabilidad).

Biología I. Bloque III. Durante el estudio del metabolismo de los seres vivos pueden incluirse una comparación entre los ciclos de vida de los seres vivos y los ciclos de vida de los objetos que utilizamos en la vida cotidiana, así como la importancia de desarrollar tecnología para mejorar los procesos de reciclaje y recuperación de materiales (cerrar los ciclos).

Biología I. Bloque V. La biodiversidad es un componente fundamental de la dimensión ambiental de la sustentabilidad. Se pueden incluir un análisis de la diversidad cultural de México como parte del patrimonio biológico y cultural de nuestro país.

Biología II. Bloque III. En este bloque se pueden abordar todas las dimensiones de la sustentabilidad a través del análisis de los desarrollos de la biotecnología, sus aportaciones para mejorar la calidad de vida y los impactos negativos que pueden generarse cuando se privilegian intereses económicos y políticos.

Biología II. Bloque VI. En este bloque se puede abordar la dimensión ambiental de la sustentabilidad desde el estudio de la biodiversidad, los procesos ecológicos y servicios ecosistémicos en los que participan las plantas.



Ética y valores II. Bloques III y IV. Se aborda la sustentabilidad desde la Educación Ambiental, por lo que pueden explorarse los procesos para cambiar actitudes y desarrollar comportamientos pro-ambientales. Además, se pueden abordar temas relacionados con la formación de ciudadanía y su papel en la construcción de un futuro más sustentable.

Geografía. Bloques III, IV y V. En estos bloques se aborda la dimensión ambiental de la sustentabilidad al tratar los procesos geológicos e hidrológicos. Se puede abordar el enfoque de los límites planetarios, en particular los ciclos biogeoquímicos y el uso de agua dulce para las actividades humanas. En el módulo V se puede hablar del cambio climático y las emisiones de gases de efecto invernadero provocadas por las actividades humanas.

Geografía. Bloques VI y VII. Los temas de estos bloques se articulan con las dimensiones social, económica y política de la sustentabilidad a partir del estudio de los recursos naturales, su distribución y los procesos económicos alrededor de su explotación y patrones de uso. Se puede discutir la diferencia entre recursos naturales y patrimonio natural en el marco de la sustentabilidad.

Ecología y Medio Ambiente. Bloques I, II y III. Todo el contenido de esta asignatura se relaciona con la sustentabilidad. Los bloques I y II con la dimensión ambiental, mientras que el III se enfoca al desarrollo sustentable. En este último se puede presentar la evolución del concepto y las discusiones alrededor de su viabilidad, fortalezas y debilidades.







Reflexiones y sugerencias de evaluación



En esta sección se explicarán algunas herramientas de evaluación que pueden utilizarse como parte de las estrategias de enseñanza - aprendizaje sobre temas de la sustentabilidad. Se enfatiza el valor de la evaluación para fortalecer el trabajo y aprendizaje de los docentes y de los alumnos, así como la manera en la que esta visión se articula con la sustentabilidad.

La evaluación es una etapa necesaria en cualquier actividad educativa y está destinada a conocer y corroborar el resultado del aprendizaje, que puede consistir en nuevos comportamientos, habilidades o alguna otra actividad. Es una herramienta indispensable de retroalimentación que favorece la consecución de los objetivos planteados y permite detectar nuevas necesidades. Como parte de la actividad educativa, puede motivar a los participantes de un proyecto o curso a alcanzar los objetivos. La evaluación es una parte esencial de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Cuando se trabaja con temas relacionados al concepto de sustentabilidad pueden utilizarse herramientas de evaluación que ayuden a los estudiantes a reflexionar sobre el tema y movilizar sus conocimientos sobre éste. También se recomiendan estrategias de evaluación (y didácticas) que involucren trabajar en equipo. De esta manera la evaluación es a la vez, una estrategia de fortalecimiento de ciudadanía.

En este apartado mencionaremos la manera en la que podemos evaluar las actividades propuestas para la enseñanza de la sustentabilidad a partir de las herramientas utilizadas: mapas cognitivos, ensayos, investigación documental y proyecto escolar. Además, se incluye una herramienta que ayuda a identificar los conocimientos previos sobre un tema, los intereses y el resultado al final de la o las sesiones.



5.1. Mapas cognitivos

Los mapas cognitivos son esquemas que permiten que los estudiantes, de manera individual o, por equipo, organicen las ideas y datos que tienen sobre un tema y las relaciones entre éstos. Los mapas cognitivos funcionan muy bien al inicio de una sesión, al final o en ambos momentos (Pimienta 2008). En la figura 18 se muestran diferentes formatos de mapas cognitivos que pueden emplearse como parte de la evaluación.

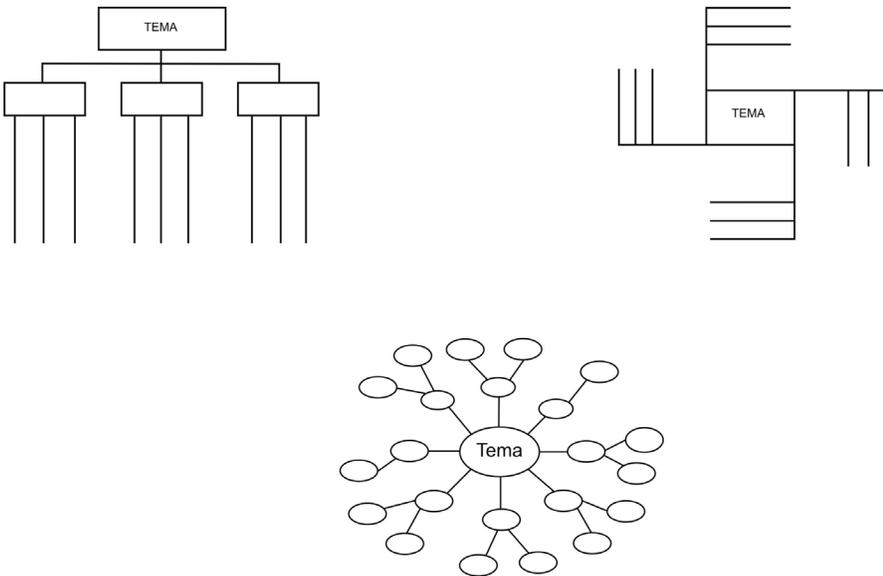


Figura 18

Diferentes formatos de mapas cognitivos
(elaboración propia a partir de Pimienta 2008)



Como parte de la evaluación (diagnóstica o al final de un tema) se pide a los estudiantes que elaboren un mapa cognitivo sobre el tema particular en donde consideren las relaciones entre las diferentes ideas que se plasman. Por ejemplo, en el caso del análisis de la sustentabilidad desarrollado en el apartado 4.1 (p.93). El concepto central se escribe en la parte superior, inferior o en el centro de una hoja de rotafolio, a continuación se escriben las ideas relacionadas con el tema, conectando con líneas de colores aquellas que están relacionadas.

En el siguiente nivel se escriben soluciones para el problema en particular y se conectan a las causas sobre las que inciden las soluciones. Al final del ejercicio los equipos exponen el contenido de su mapa cognitivo y el proceso que siguió el equipo para construirlo. Con esta herramienta el docente no sólo puede evaluar el conocimiento de sus estudiantes sobre un tema, sino que brinda un espacio para la colaboración, la negociación y el liderazgo en sus alumnos.

La evaluación de mapas cognitivos debe incluir una revisión de los conceptos plasmados para identificar si son adecuados y pertinentes (por ejemplo, si se incluyen temas que no tienen que ver con la sustentabilidad), si las relaciones cruzadas entre los temas son adecuadas (por ejemplo, que no se establezca una relación entre el consumo de agua y el derretimiento de los polos) y si la información está presentada de manera jerárquica y bien estructurada (que no pongan en el mismo nivel dimensiones y escalas).

Otros aspectos a evaluar son el orden y la fluidez de los conceptos en el mapa cognitivo, esto permite determinar las habilidades de los alumnos para identificar las relaciones entre los conceptos presentados en el mapa. Además se pueden hacer comparaciones entre mapas diagnósticos y mapas realizados como actividad de cierre de un tema y contrastar los contenidos, relaciones identificadas y jerarquía de los conceptos para determinar si hubo un cambio en la comprensión del tema tratado. La evaluación de mapas cognitivos permite al docente identificar las deficiencias en la comprensión de los temas, desarrollar actividades que ayuden a mejorarla y mo-



dificar o cambiar algunos contenidos de sus clases para profundizar en la comprensión de los temas de la sustentabilidad.

5.2. Ensayo

El ensayo permite evaluar la integración y profundidad del conocimiento a través de un documento en donde los estudiantes plasman sus reflexiones y opiniones sobre un tema a partir de un ejercicio de investigación individual o en equipo, o bien, partir de ejercicios colectivos (como elaborar un mapa mental) o una discusión grupal con base en preguntas guía y dirigidas por el docente. Pero también ayuda a que los alumnos ejerciten su creatividad y capacidad de organizar y sustentar sus opiniones sobre un tema determinado de una manera libre y personal, lo cual también incrementa la motivación de aprender más sobre los temas desarrollados en un ensayo.

La evaluación de un ensayo incluye determinar si el contenido es pertinente al tema correspondiente (por ejemplo, producción y uso de fertilizantes y pesticidas), si las asociaciones entre datos e ideas que el alumno establece son adecuadas y pertinentes (por ejemplo, que establezca que el uso excesivo de fertilizantes y pesticidas contribuye a la contaminación del agua), si los datos son adecuados y fidedignos (evita usar datos sin citar la fuente o de fuentes dudosas como blogs o páginas de tareas en línea), si es capaz de construir argumentos que apoyen las opiniones planteadas, si las ideas de la introducción se relacionan con el desarrollo y si en las conclusiones logra reconocer las implicaciones del tema y hace una reflexión sobre el tema desarrollado. Además deben evaluarse la redacción, ortografía, la coherencia del texto y la cohesión entre sus partes.⁶

⁶ Para profundizar sobre este instrumento se puede consultar el fascículo de Pellicer, A. titulado: "Presentación escrita de ensayos" que publicó la SEMS de la SEP, 2014.



5.3 Investigación documental

La investigación documental se basa en que los alumnos busquen y sistematicen información sobre un tema específico utilizando libros, revistas, materiales digitales y otras fuentes (audios, videos, etc.) y la presenten de manera ordenada, sumando sus puntos de vista sobre el tema al final del documento de la investigación. La evaluación de la investigación documental debe considerar la estructura del documento (si contiene todas las secciones o apartados solicitados) si el texto es claro y bien organizado (los capítulos tienen un orden lógico y jerárquico) y la calidad de la información presentada, así como la redacción del documento.

También debe evaluarse si el marco teórico presentado es relevante para el tema a desarrollar, la calidad de la información contenida, si las fuentes de información son adecuadas (en general, blogs y Wikipedia no siempre son fuentes adecuadas), si se citan en el texto las fuentes (de otra manera se están plagiando contenidos) si la profundidad del análisis es adecuada (por ejemplo, si los alumnos sólo enlistan una serie de datos pero no los relacionan entre sí ni discuten sobre las implicaciones de estos datos, la profundidad no es adecuada) y si en la discusión final se presenta una reflexión sobre la importancia del tema para los alumnos, su relación con la sustentabilidad (o con el tema central con el que se articula la investigación), las implicaciones del tema y algunas ideas sobre la manera en la que el tema se vincula con los estudiantes (si tiene que ver con su desarrollo y formación, si tiene impactos directos en su comunidad o si influye en su bienestar de alguna manera, por ejemplo) y algunas preguntas que les quedan sobre el tema y les gustaría investigar.

Una investigación documental es menos personal que un ensayo y debe basarse en datos y las diferentes relaciones entre éstos y los conceptos presentados, generando un documento informativo pero que incluye el análisis de la información y sus implicaciones. En una investigación documental citar las fuentes de las que se obtuvo la información que se presenta es indispensable y todos los datos deben estar respaldados por una referencia verificable.



5.4 Proyectos escolares

Los proyectos escolares son actividades que favorecen el desarrollo de diversas habilidades y fortalecen el conocimiento sobre el tema que tratan al motivar a los alumnos a proponer acciones puntuales para resolver un problema dado. Además se vuelven espacios de colaboración, negociación y resolución de conflictos, no sólo para los alumnos encargados del proyecto, sino también para otros estudiantes involucrados en el desarrollo del mismo.

Los aspectos a evaluar en un proyecto incluyen si el objetivo está definido claramente, si las metas son realistas y alcanzables en el tiempo propuesto, si las actividades desarrolladas corresponden con el objetivo, la estructura del documento (objetivos antes que resultados, discusión después de resultados), si se apoyaron en una búsqueda bibliográfica, si citan correctamente las fuentes bibliográficas.

Otro aspecto que se evalúa es si los alumnos lograron cumplir el objetivo y alcanzar todas las metas propuestas, si la distribución de actividades fue adecuada y se realizaron en el tiempo propuesto, si lograron superar los obstáculos que se les presentaron y de qué manera, si involucraron a otros miembros de la comunidad, si el proyecto representa una mejora para su comunidad escolar y si genera en los alumnos la motivación y el interés por los temas ambientales, la participación y el trabajo colaborativo para resolver problemas puntuales.

Cuando se trabaja con proyectos escolares, una herramienta de evaluación que integra todo el proceso y permite evaluar todas las etapas de un proyecto es la rúbrica. Este instrumento se basa en criterios de desempeño claros y concretos, además de que permiten evaluar competencias complejas (Díaz y Hernández 2010). Con las rúbricas se puede evaluar en un solo instrumento todas las etapas del desarrollo de un proyecto, desde su diseño, su aplicación y los resultados obtenidos después de un tiempo. En general las rúbricas corresponden a una evaluación cualitativa, pero pueden incluir-



Nombre del proyecto:				
Integrantes del equipo				
Grupo:				
ESTRUCTURA DEL PROYECTO	Nivel de desempeño			
	1 Insuficiente	2 suficiente	3 bueno	4 excelente
Estructura general del proyecto (introducción, objetivos, metas, cronograma)				
La relación con la sustentabilidad es clara y está bien desarrollada				
Objetivo claro y concreto				
Metas viables y medibles, relacionadas con el objetivo				
Las actividades planteadas se corresponden con el objetivo y las metas				
Actividades propuestas en el cronograma adecuadas a los tiempos				
Se alcanzaron las metas propuestas en el tiempo propuesto				
RESULTADOS DEL PROYECTO	Nivel de desempeño			
	1 insuficiente	2 suficiente	3 bueno	4 excelente
La comunidad escolar recibió información sobre el proyecto				
Se involucró a la comunidad escolar en el proyecto				
El equipo logró trabajar de manera organizada y responsable				
El equipo entregó el reporte final del proyecto				
Reporte final organizado y completo				
Presentan perspectivas de desarrollo del proyecto a futuro				
Exposición de los resultados del proyecto ante el grupo				

Tabla 5
Ejemplo de rúbrica de evaluación.



se criterios cuantitativos. La tabla 5 es un ejemplo de este instrumento (no incluye todas las secciones posibles):

5.5. Lo que sé - lo que quiero saber - lo que aprendí

Otro instrumento muy interesante por la reflexión que genera es la tabla “lo que sé - lo que quiero saber - lo que aprendí” (figura 19) (Díaz y Hernández 2010). En este caso al inicio de una clase o tema se pide a los estudiantes que escriban lo que saben (o creen que saben) sobre el tema a tratar y que además incluyan algunas preguntas sobre lo que les gustaría saber o profundizar sobre dicho tema.

Al terminar la clase se les pide que escriban en la última columna lo que hayan aprendido (o la información nueva que adquirieron) como resultado de la sesión. Este ejercicio puede hacerse para temas de una o dos sesiones. En caso de tener más de una sesión los estudiantes entregan sus tablas al profesor, quien se las entrega al final de la revisión del tema para que llenen la tercera columna.

Con este instrumento no sólo se ayuda a los estudiantes a clarificar sus conocimientos previos sobre el tema, sino que el docente puede usar las primeras columnas como evaluación diagnóstica y detectar inquietudes y dudas concretas de sus estudiantes sobre el tema, de modo que pueda enriquecer los contenidos de sus sesiones y planificar las siguientes sesiones sobre el tema.

Con la tercera columna el docente puede evaluar si los estudiantes lograron apropiarse de los mensajes más importantes sobre el tema revisado. Como ejercicio adicional los estudiantes pueden exponer a sus compañeros lo que aprendieron y generar una discusión a partir de la diversidad de enfoques y visiones sobre el tema revisado. Es importante enfatizar que este recurso no debe ser sobre-utilizado y que debe elegirse con cuidado en qué temas es adecuado utilizarlo.



Nombre del alumno:		
Fecha:		
Tema a revisar: DIMENSIONES DE LA SUSTENTABILIDAD		
Lo que sé:	Lo que me gustaría saber:	Lo que aprendí:
La sustentabilidad está enfocada al cuidado del ambiente, a que no desperdiciemos recursos, a cuidar la energía y el agua. También tiene que ver con áreas verdes y con leyes en el país para que las empresas no contaminen. Los problemas ambientales son globales.	Qué cosas podemos hacer para evitar el daño ambiental, qué productos son menos contaminantes, por qué las leyes no se cumplen.	Después de la clase aprendí que la sustentabilidad es más que las cuestiones ambientales, que tiene que ver con el bienestar de las personas y que todos (los ciudadanos, los políticos, los economistas, los gobiernos) somos responsables, pero no de la misma manera.

Figura 19

Formato para el ejercicio
 “lo que sé - lo que me gustaría saber - lo que aprendí”







A manera de cierre

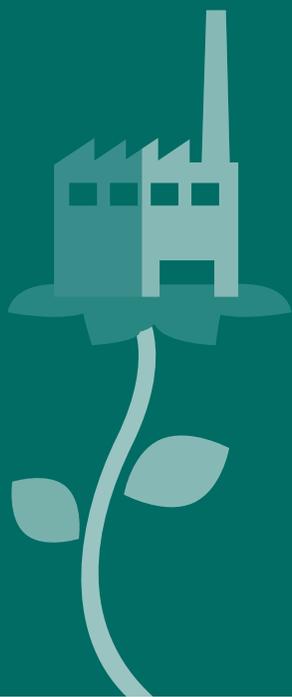


Para cerrar este fascículo, quiero enfatizar que la sustentabilidad es el tema de este tiempo, una alternativa prometedora (a pesar de todos los retrocesos y obstáculos con los que sus promotores han enfrentado, enfrentan en la actualidad y enfrentarán en el futuro) para transformar nuestras sociedades y construir un futuro diferente. Sin embargo, esto sólo es posible si contamos con ciudadanos bien informados y críticos, con habilidades para desarrollar propuestas de colaboración y participación, capaces de ser agentes de cambio en sus comunidades.

Los docentes y profesionistas involucrados en temas de sustentabilidad debemos trabajar por la formación de ciudadanos que sean parte de las transformaciones para la construcción de sociedades resilientes capaces de adaptarse a las nuevas condiciones sociales y de un futuro diferente en el que las sociedades humanas dejen de ser el principal agente de degradación ambiental y se logre la equidad y la justicia para todos y todas.

Parte de nuestro trabajo es ayudar a los jóvenes a visualizar la responsabilidad individual en su justa proporción, reconociendo el papel de los individuos y las comunidades en la transformación de pensamiento sobre el entorno y el mejoramiento de la calidad de vida de las personas, pero reconociendo igualmente la responsabilidad de los sectores productivos, gubernamentales y educativos en el proceso de transformación necesario para transitar hacia la sustentabilidad. Sólo iniciando las transformaciones hoy, ese futuro será posible.





Glosario



Agua azul. Se refiere al volumen de agua que se encuentra en los cuerpos de agua superficiales (como ríos, lagos, lagunas, esteros y pantanos) y subterráneos.

Aragonita. Es una de las formas cristalinas de carbonato de calcio que, junto con la calcita, forma parte de las estructuras de corales, las conchas y los esqueletos de diversos organismos marinos. Este compuesto participa en el ciclo biogeoquímico del carbono.

Bioacumulación. Es un proceso por el que ciertas sustancias químicas (como pesticidas, metales pesados, hidrocarburos y otras) alcanzan mayores concentraciones en los tejidos de los seres vivos (como el grasa) que las que existen en el ambiente. Las fuentes de estas sustancias pueden ser bióticas (a través de las cadenas tróficas) o abióticas (por exposición a agua, suelos o aire).

Biodiversidad. Se define como la variación de todo tipo entre los seres vivos, incluyendo entre otras cosas, ecosistemas marinos, acuáticos y terrestres, así como los complejos ecológicos de los que son parte. Incluye la diversidad dentro de una especie, entre especies y entre ecosistemas (Convención de Diversidad Biológica de la Organización de Naciones Unidas).

Capas estratigráficas. Acumulaciones de sedimentos, rocas, minerales, fósiles y otros materiales que “narran” los cambios en los sistemas del planeta desde que se originó la Tierra y que son la base que los geólogos han utilizado para dividir la historia del planeta en eras, periodos y épocas.

Cetáceo. Los cetáceos son un orden de mamíferos placentarios cuyas especies habitan exclusivamente en ecosistemas acuáticos y que no necesitan ir a tierra firme para dar a luz a sus crías. Este grupo incluye a los delfines, orcas, ballenas y marsopas.



Ciclos biogeoquímicos. Los ciclos biogeoquímicos son los procesos a través de los cuales elementos químicos como carbono, nitrógeno, fósforo y azufre, esenciales para la vida, circulan entre los seres vivos y su entorno (rocas, suelo, agua, etc.).

Clorofluorocarbonos (CFC's). Compuestos no tóxicos, no inflamables y no carcinogénicos que se desarrollaron en la década de los 30 y fueron ampliamente usados en sistemas de refrigeración y aire acondicionado, como disolventes en limpiadores, para la producción de espumas y como propulsores de aerosoles. Cuando son liberados a la atmósfera alcanzan la estratósfera, en donde interactúan químicamente con la capa de ozono y la degradan. El tiempo de permanencia en la atmósfera de estos compuestos es de 20 a 100 años.

Diversidad genética. Es el número total de características genéticas (genes y arreglos de los genes en el ADN y los cromosomas) dentro de cada especie o grupos de especies. A mayor diversidad genética, la probabilidad de una especie de sobrevivir a cambios ambientales es mayor.

Efecto invernadero. El efecto invernadero es un proceso natural del planeta por el que cierta cantidad de la energía del sol que llega a la Tierra es retenida en la atmósfera por su interacción con los gases de efecto invernadero, como el bióxido de carbono (CO_2), el vapor de agua y el metano, entre otros. Este proceso es lo que permitió el desarrollo de la vida en el planeta al mantener una temperatura promedio de 15°C en su superficie. El incremento en la concentración de gases de efecto invernadero provocado por la quema de combustibles fósiles para las actividades humanas, ha incrementado la cantidad de energía que permanece atrapada en la atmósfera terrestre, aumentando la temperatura y causando modificaciones en los patrones climáticos globales.



Estratósfera. Es una de las capas más externas de la atmósfera terrestre. Se localiza a una altura de entre 10 y 50 kilómetros de la superficie del planeta. En ella se encuentra la capa de ozono que evita que la radiación ultravioleta tipo B, proveniente del sol y perjudicial para los seres vivos, alcance la superficie.

Eutrofización. Ocurre cuando grandes cantidades de nutrientes como nitratos y fosfatos ingresan a ambientes acuáticos como mares, lagos y embalses, lo que provoca un crecimiento poblacional de fitoplancton, en particular algas, reduciendo la cantidad de oxígeno disuelto en el agua y en algunos casos provocando el colapso de los ecosistemas de agua dulce o la aparición de zonas muertas en los mares y océanos.

Fracking. El fracking es un proceso para extraer gas shale (o gas pizarra por el tipo de rocas que lo contiene) a grandes profundidades (de 400 a 5000m de profundidad, debajo de los acuíferos) utilizando una mezcla líquida que se inyecta a gran presión en el subsuelo para romper las rocas sedimentarias que contienen pequeñas burbujas de este gas, muchas veces microscópicas y no conectadas entre sí.

El proceso consiste en hacer un pozo vertical hasta llegar a la capa de rocas que contienen el gas y entonces continuar la perforación de manera horizontal, por lo que los campos de fracking ocupan grandes extensiones de terreno. En la perforación se mete un tubo y se refuerza con cemento. A través de este tubo se inyecta una mezcla líquida a gran presión que rompe las rocas y libera las burbujas de gas que contienen. Tanto el gas como la mezcla salen por el tubo de inyección.

Existen estudios que han demostrado que esta técnica de extracción tiene riesgos importantes para el ambiente y la salud humana, ya que la mezcla líquida que inyectan incluye sustancias tóxicas y cancerígenas que afectan la salud de las poblaciones cercanas y pueden filtrarse hacia el suelo y los mantos acuíferos contaminándolos e imposibilitando el uso de esta agua. También se ha detecta-



do que el fracking genera sismos en las zonas de extracción y otras áreas cercanas.

Greenwashing. Se define como una acción o un grupo de acciones encaminadas a hacer creer a las personas que un producto o una actividad cumplen con criterios de sustentabilidad sin serlo. El greenwashing es una estrategia para engañar a los consumidores. Cuando una empresa u organización gasta más tiempo y dinero para publicitar que es “verde” que lo que invierte en implementar prácticas que realmente disminuyan su impacto ambiental está haciendo greenwashing. Un ejemplo es el hotel que se dice verde porque le pide al huésped que reutilice sábanas y toallas, pero no instala un sistema de reciclaje de aguas grises o tiene focos incandescentes o una empresa que se dice comprometida con el ambiente porque dedica una muy pequeña fracción de sus ganancias a proyectos de conservación, pero no fomenta el uso eficiente de agua, energía y materiales en sus sistemas de producción o en sus oficinas.

Isótopo radioactivo. Los isótopos son átomos de un mismo elemento pero que tienen diferente número de neutrones en el núcleo y, por consiguiente, diferente masa atómica. Algunos de los isótopos de los elementos son radioactivos, es decir, que su núcleo es inestable por la diferencia entre protones y neutrones, por lo que emiten energía para volverse estables. Esta energía se conoce como radioactividad. Los isótopos radioactivos se utilizan en la medicina y para fechar objetos en estudios arqueológicos y paleontológicos.

Obsolescencia programada. Es la estrategia de muchas empresas para que sus productos tengan vidas útiles cortas, de manera que los consumidores se vean forzados a comprar otro de sus productos frecuentemente. Es parte de las estrategias para mantener patrones de consumo elevados y se favorece por la dificultad para encontrar repuestos (por ejemplo, para teléfonos celulares y computadoras) y las presiones ejercidas por la publicidad para estar a la “moda”.



País megadiverso. Los países megadiversos son aquellos en los que se han registrado un mayor número de especies de los que se esperarían con base en su extensión territorial (en general, mientras más grande es un país tiene más especies). Los países megadiversos en conjunto concentran casi el 70% de la diversidad mundial de especies. Se considera que existen 12 países megadiversos en el mundo: México, Colombia, Ecuador, Perú, Brasil, Congo, Madagascar, China, India, Malasia, Indonesia y Australia (algunos autores mencionan 17 para incluir a Papúa, Nueva Guinea, Sudáfrica, Estados Unidos, Filipinas y Venezuela).

Potencial de Hidrógeno (pH). Es una medida del nivel de acidez o alcalinidad de una solución. El pH de cualquier solución está definido por la concentración de iones hidronio en relación con la concentración de iones hidróxido. Estos iones están presentes en cualquier solución que incluya agua u otros disolventes como alcoholes. La escala del pH en soluciones con agua va de 0 a 14, en donde los valores menores a 7 se consideran ácidos (su concentración de iones hidronio es mayor) y los superiores alcalinos (en los que la concentración de iones hidróxido es mayor). Un pH de 7 significa que la solución es neutra, es decir, que la concentración de iones hidronio está en equilibrio con la de iones hidróxido.

Resiliencia. Es la capacidad de un sistema (un organismo, un ecosistema, una población humana o un sistema económico) de lidiar con el cambio, adaptarse y seguir existiendo y desarrollándose.

Servicios ecosistémicos. Son los beneficios que las personas y las comunidades reciben derivados de los procesos y funciones de los ecosistemas del planeta. Se clasifican en cuatro tipos: los de provisión, que incluyen alimentos, agua dulce, madera, fibras y combustibles; los de regulación, incluyendo la protección de eventos climáticos extremos, los regímenes de lluvia, el control de erosión, la polinización, el control de enfermedades y plagas y la purificación de agua; los de soporte, que son la base de los de provisión y regulación e incluyen



el reciclado de nutrientes, la formación de suelo, y la productividad primaria (biomasa) y finalmente los culturales, dentro de los que se encuentran los beneficios estéticos, espirituales y recreativos, el conocimiento y los valores educativos.

Tasa de extinción de especies. Es la velocidad a la cual una especie, un grupo de especies o incluso categorías taxonómicas más grandes como géneros, familias y órdenes desaparecen de la Tierra (se extinguen).

Tasa de extinción natural estimada. Dado que la extinción es un proceso natural que forma parte de la evolución de la vida en el planeta para algunos grupos (como los mamíferos y las aves) se ha estimado una tasa de extinción natural. Sin embargo, como resultado de las actividades humanas esta tasa de extinción natural ha sido superada entre 100 y 1000 veces, es decir, que actualmente y como resultado de las actividades los seres humanos se están perdiendo muchas más especies que las que desaparecen de manera natural.

Ventilas hidrotermales. Las ventilas hidrotermales son fisuras del piso oceánico de las que sale agua calentada geotérmicamente. Se encuentran cerca de sitios volcánicamente activos en los que las placas tectónicas se están separando y dejan espacios por los que se filtra agua oceánica con temperaturas de 2 a 4 °C. Al calentarse el agua por su proximidad con la cámara magmática, la diferencia de densidad ocasiona su expulsión a manera de géiser submarino (con temperaturas mayores a 300 °C), disolviendo a su paso los contenidos minerales de rocas de la propia corteza.

Las ventilas hidrotermales ocurren a profundidades de más de 1500 metros y presión de más de 300 atmósferas. En éstas se encuentran ecosistemas cuya base de la cadena alimentaria está formada por bacterias que fabrican sus propios alimentos utilizando como fuente de energía el ácido sulfúrico, sulfato de hidrógeno y otros compuestos a través de la quimiosíntesis. Además de las



bacterias, en las ventilas hidrotermales hay crustáceos (camarones, langostas), pogonóforos (que son gusanos largos, que viven fijos al sustrato y tienen un tubo protector), almejas, mejillones, medusas e incluso pulpos.







Referencias



- ACHKAR, M. 2005. Indicadores de sustentabilidad, pp 51-70. En: Achkar, M., Canton, V., Cayssials, R., Domínguez, A., Fernández, G. y F. Pesce. Ordenamiento Ambiental del Territorio. Comisión Sectorial de Educación Permanente. DIRAC, Facultad de Ciencias. Montevideo.
- ADAMS, W.M. 2006. The future of sustainability. Re-thinking Environment and Development in the Twenty-first Century. The World Conservation Union. 18 P.
- BAENA, M.L., G. Halffter *et al.* 2008. Extinción de especies. En Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pp.263-282.
- CARSON, R. 2002. The Silent Spring. Fortieth Anniversary Edition. Houghton Mifflin Co. Estados Unidos. 378 P.
- CEMDA. 2012. Resultados y compromisos de la Cumbre de Río + 20. Centro Mexicano de Derecho Ambiental. Disponible en: <http://www.cemda.org.mx/06/resultados-y-compromisos-de-la-cumbre-de-rio-20/>
- CHALLENGER, A. 1998. Utilización y Conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. CONABIO, Instituto de Biología UNAM, Sierra Madre. Pag.123.
- CHALLENGER, A., R. Dirzo *et al.* 2009. Factores de cambio y estado de la biodiversidad, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, pp. 37-73
- CHALLENGER, A., y Soberón, J. 2008. Los ecosistemas terrestres, pp. 37-73. En: CONABIO. Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México.
- CONABIO. (Sin fecha). Aprovechamiento sustentable. Miel. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/cbmm/miel.html>
- CONAGUA. 2014. Atlas del Agua en México 2014. Comisión Nacional del Agua. México.
- CRUTZEN, P. y E. F. Stoermer. 2000. The Anthropocene. IGBP Newsletter 41: 17-18.
- CRUTZEN, P. 2002. Geology of mankind. Nature 415:23.



- DÍAZ, B.A. F. y G. Hernández R. 2010. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. Tercera edición. Mc Graw - Hill, México. 405 P.
- DOF. (30 de diciembre de 2010). "Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT- 2010, Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo". Diario Oficial de la Federación, México.
- ENCC. 2013. Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40. 2013. Gobierno de la República, México.
- FAO. 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Informe principal. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.346 P.
- FAO. 2015. Pérdida y desperdicio de alimentos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en: <http://www.fao.org/food-loss-and-food-waste/es/>
- FEDERAL Coordination of Internationalismus. 2012. Ten theses of a critique of the Green Economy. Disponible en: <http://rio20.net/en/documentos/ten-theses-of-a-critique-of-the-green-economy/>
- FOLEY, J. 2010. Boundaries for a healthy planet. Scientific American, vol. 302 num.4 pp. 54-57.
- GALLOPIN, G. 2004. What Kind of System of Science (and Technology) Is Needed to Support the Quest for Sustainable Development? En: Earth System Analysis for sustainability, Schellnhuber, H.J., et al editors, 367-386 pp. Massachusetts Institute of Technology and Freie Universitat, Berlin.
- HAUGE, S. S. , R. Biggs, et al. 2014. Applying resilience thinking. Seven principles for building resilience in social - ecological systems. Stockholm Resilience Centre. Disponible en: <http://www.stockholmresilience.org/21/research/research-news/4-22-2014-applying-resilience-thinking.html>.
- INEGI. 2011. Sistema de Cuentas Nacionales de México: Cuentas



- económicas y ecológicas de México 2005 - 2009. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México, 170P. (pag 18)
- INEGI. 2013. Sistema de Cuentas Nacionales de México: Cuentas económicas y ecológicas de México 2007 - 2011: año base 2003. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México, 159P. (pág. 17 - 25).
- IUCN. 1980. World Conservation Strategy. International Union for Conservation of Nature, WWF, UNEP. 77 P.
- KATES, R. W., T. M. Parris y A. A. Leiserowitz. 2005. What is sustainable development? Goals, indicators, values, and practice. *Environment: Science and policy for sustainable development*. 47 (39):8-21
- KOLEFF, P. *et al.* 2009. Identificación de prioridades y análisis de vacíos y omisiones en la conservación de la biodiversidad de México, pp. 651-718. En *Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México.
- LEOPOLD, A. 2005. Una ética de la Tierra. (Traducción de Lucio-Villegas U. y J. Riechmann). Los Libros de la Catarata, España. 160 P.
- LEWIS, S. y M.A. Maslin. 2015. Defining the Anthropocene. *Nature* 519:171-180.
- LLORENTE-Bousquets, J., y S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota, En: *Capital natural de México*, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pp. 283-322.
- LÓPEZ, L. Víctor M. 2012. Sustentabilidad y desarrollo sustentable. Origen, precisiones conceptuales y metodología operativa. Trillas. México. 220 P.
- MEADOWS, D. H., D. L. Meadows, J. Randers y W. W. Behrens III. 1973. Los límites del crecimiento. Fondo de Cultura Económica. México 253 P.
- MEADOWS, D.H., D. L. Meadows y J. Randers. 1993. Más allá de los límites del crecimiento. El País Aguilar. Madrid 353 P.
- MILLENNIUM Ecosystem Assessment, 2005a. Ecosystems and Human well-being: wetlands and water synthesis. World Resources



- Institute, Washington, DC. 68 P.
- MILLENNIUM Ecosystem Assessment, 2005b. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.
- MUÑETÓN, P. P. 2009. Plantas medicinales: un complemento vital para la salud de los mexicanos. Entrevista con el Dr. Estrada Lugo. *Revista Digital Universitaria* 10(9): 1-9. Disponible en <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num9/art58/art58.pdf>
- NASA. 1996. Atmospheric Aerosols: What Are They, and Why Are They So Important? disponible en: <http://www.nasa.gov/centers/langley/news/factsheets/Aerosols.html>.
- ONU. 1973. Informe de la Conferencia sobre el Medio Humano. Organización de Naciones Unidas Nueva York. 83 P.
- ONU. 1987. Our common future. Report of the World Commission on Environment and Development. United Nations, New York.
- ONU. 2000. Declaración del Milenio. Asamblea General de las Naciones Unidas. Naciones Unidas 10 P.
- ONU. 2014. Objetivos de Desarrollo del Milenio. Informe de 2014. Organización de Naciones Unidas. 56 P.
- ONU. 2015. Datos del hambre. Programa Mundial de Alimentos de la Organización de Naciones Unidas. Disponible en. <http://es.wfp.org/hambre/datos-del-hambre>
- ORR, D., 2006. Framing sustainability. *Conservation Biology* 20: 265-266.
- PÉREZ G. M. y G. Hernández C. 1998. Desarrollo sustentable y globalización. *Revista Ciencias* julio septiembre. Pags. 44-49.
- PIMIENTA, J. 2008. Constructivismo. Estrategias para aprender a aprender. Tercera Edición. Pearson Educación. 140 P.
- PNUMA/UNCTAD. 1975. Declaración de Cocoyoc. *Revista de Comercio Exterior* 25(1): 20-24.
- POSTEL, S. L.; G. C. Daily; P. R. Ehrlich. 1996. Human Appropriation of Renewable Fresh Water. *Science*. Vol. 271, Num. 5250, pp. 785-788
- PRIMACK, R. B. 2006. *Essentials of Conservation Biology*. Fourth Edition. Sinauer Associates Inc. Estados Unidos. 585 P.
- ROCKSTRÖM, J., *et al.* 2009. A safe operating space for Humanity.



- Nature num. 461: 472-475.
- ROMEU, E. 1996. Insectos comestibles, ¿una dieta para el futuro?. CO-NABIO. Biodiversitas 5:6-9
- SARUKHÁN, J. (12 de junio de 2007). Una visión ecológica de la ética ambiental. Diálogos de bioética. Extraída el 12 de septiembre de 2014 de www.dialogos.unam.mx
- SEMARNAT. 2013. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental. Edición 2012. México.
- SEMARNAT. 2014. Versión de Difusión del Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 (PECC 2014-2018). Gobierno de la República, México.
- STEFFEN, W., K. Richardson, J. Rockström, S. E. Cornell, I. Fetzer, E. M. Bennett, R. Briggs, S. R. Carpenter, W. de Vries, C.A. de Wit, C. Folke, D. Gerten, J. Heinke, G. M. Mace, L. M. Persson, V. Ramanathan, B. Reyers y S. Sörlin. 2015. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. Science 347 (6223): 10.1126/science. 1259855.
- STEFFEN, W; P. J. Crutzen y J. R McNeill. 2007. The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature? Ambio Sciences Module vol.36, num. 8, pp 614-62.
- THE LIFE and legacy of Rachel Carson. Disponible en <http://www.rachelcarson.org>
- UN. 1992. Agenda 21. United Nations. Sustainable Development. Disponible en: <https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&nr=23&type=400&menu=35>
- UN. 2013. World Population Prospects The 2012 Revision. Volume I. Comprehensive tables. Department of Economic and Social Affairs Population Division United Nations. New York. Disponible en: http://esa.un.org/unpd/wpp/Documentation/pdf/WPP2012_Volume-I_Comprehensive-Tables.pdf
- UNEP. s/f. Green Economy. Disponible en: <http://www.unep.org/greeneconomy/AboutGEI/WhatisGEI/tabid/29784/Default>.



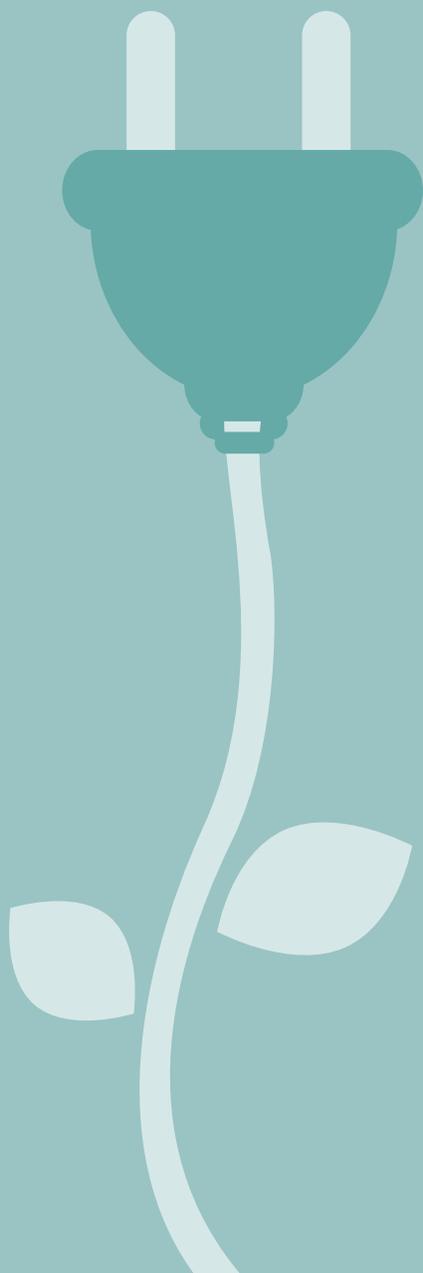
aspx

UNESCO-WWAP. 2003. Water for People, Water for life. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, World Water Assessment Program, Berghahn Books. 576 P.

VITOUSEK, P. M. *et al.* 1997. Human domination of earth's ecosystems. *Science* vol. 277, pp. 494–499









SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA