

Las ideas sobre el equilibrio ecológico en los libros de texto de la ESO. Relación entre ciencia y lenguaje

Julia Ibarra Murillo*

La idea de que los ecosistemas con el tiempo llegan a un estado de equilibrio ecológico se estudia en la ESO en muchos libros de texto. En este artículo tomado de un trabajo más amplio sobre la transposición didáctica de la ecología, analizamos como se trata esta noción en libros de texto en euskera y el papel del lenguaje en la construcción de significados en torno a la ecología. Mostramos cómo a menudo, el lenguaje de los libros muestra una idea de la ciencia excesivamente cerrada, alejada del punto de vista interpretativo y social que hoy se le adjudica. La idea de equilibrio ecológico desde los libros de texto tiende a reforzar ideas vitalistas y deterministas de los alumnos, más que a configurar una forma científica de pensar y hablar sobre los ecosistemas.

Introducción

El estudio de procesos de cambios físicos, químicos, biológicos o ecosistémicos son fundamentales en la Secundaria, y son objeto de especial atención didáctica por la dificultad que plantean en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Analizamos como se presenta en los libros de texto de la ESO uno de los cambios ecosistémicos de observación común, como es la llamada *sucesión ecológica* que trata sobre la transformación natural de, por ejemplo, un prado o un campo agrícola abandonado en un bosque, o la recuperación de un bosque destruido por el fuego. El interés para el alumnado es el de aprender a predecir sobre la evolución de los ecosistemas en el tiempo, lo que

* Psikologia eta Pedagogia Saila. Zientzia Esperimentalen Didaktika Arloa.

debería ser útil para tomar decisiones en relación a la conservación y restauración de la naturaleza.

Analizamos cómo se expone la sucesión y otros conceptos relacionados como el equilibrio ecológico, la clímax,... desde el punto de vista de la transposición didáctica y, desde el papel que juega el lenguaje utilizado por los libros de texto para explicar estas nociones.

La idea del equilibrio ecológico

La idea del equilibrio de la naturaleza en la investigación ecológica es muy antigua. Principalmente pueden rastrearse sus orígenes en las ideas de Clements (1916) precisamente sobre la sucesión ecológica pero más aún, en la transposición de aquellas ideas científicas al lenguaje común y al de la ciencia de las escuelas y la universidad.

La fase clímax de los ecosistemas se definiría según Clements como aquella comunidad o ecosistema que ha alcanzado el máximo desarrollo posible (se piensa en un bosque maduro) y que está inmejorablemente adaptada a las características de clima, topografía, suelo,... lo que se interpreta como una comunidad en equilibrio. Claro que estas comunidades conviven en el mismo territorio con otras (un claro de un bosque, los bordes de un río), que se interpreta están en algunos de los estadios transitorios que conducen hacia la comunidad clímax.

El la época que Clements defendía esta idea de la sucesión determinista, Gleason (1917) defendía un punto de vista individualista centrado en las especies y en la adecuación o no de éstas a las condiciones del medio como la mejor forma de interpretar la sucesión.

La interpretación determinista de Clements (o mas bien la que se ha hecho de su teoría) y la terminología empleada, invita a pensar en que los ecosistemas cambian espontáneamente hacia una formación ideal, definitiva y en equilibrio con las características climáticas. Como dice Terradas (2001), según esta idea la comunidad clímax es un ideal platónico (equilibrio = ausencia de cambio = perfección) y la realidad que vemos es, como en Platón, una degradación de esa realidad.

Creemos que las palabras de Terradas son inmejorablemente adecuadas para explicar que tipo de ecología estamos enseñando:

El inconveniente más serio de este enfoque platónico es que sugiere a algunos ambientalistas que las cosas no son como deberían ser, que toda perturbación (y por tanto toda intervención humana) es intrínsecamente perversa. Lo que vemos es un paisaje degradado, en gran parte por nuestra culpa que, según esta apreciación de la dinámica natural, sólo puede arreglarse dejando que la naturaleza siga su curso sin intervenir en él, hasta recuperar la situación de equilibrio mediante la sucesión autogénica... esta es la postura que ha sido transmitida a bastantes generaciones de estudiantes naturalistas que salían a la calle, tras su paso por la universidad, con firmes creencias en la existencia de un equilibrio natural, su alteración perversa por el hombre y el abandono de la intervención humana como único remedio.

Las consecuencias ideológicas han que dado reflejadas en un esencialismo basado en que la naturaleza es buena y el manejo o cambio de especies es malo; las especies autóctonas son superiores a las alóctonas y que la mejor gestión es dejar actuar a la naturaleza.

Aún diríamos más, las ideas deterministas sobre la naturaleza justifica a menudo abusos y desastres: si la naturaleza de todas formas se va a reequilibrar no importan demasiado las afecciones o las alteraciones que sufra, porque si se le deja volverá a su formación inicial. O bien, excesiva precaución sobre los cambios ya que toda alteración por pequeña que sea generaría una modificación importante en el equilibrio del medio.

La ideología actual que se deriva de la ecología del no-equilibrio (Terradas, 2001) defiende otros principios. El manejo es legítimo y a menudo indispensable debido al cambio de los regímenes de perturbación. Hay que desarrollar una ingeniería ecológica basada en el conocimiento funcional de especies y ecosistemas con una tecnología adecuada a los distintos tipos de ecosistemas. Presenta el riesgo de ignorar procesos o especies inconspicuos pero importantes para el funcionamiento del sistema y de subvalorar la complejidad real de la naturaleza.

El equilibrio ecológico en los libros de texto: metáfora o realidad

En los libros de texto en euskera que hemos analizado, se explica que los cambios (la sucesión) lleva a los ecosistemas a una formación climácica que se caracteriza por ser *egonkorrena* (la más estable), *konplexuena* (la más compleja), *orekatua* (equilibrada), y que ese estado puede compararse con la etapa adulta de las personas, aunque a diferencia de estas el ecosistema no envejecería (Editorial Zubia-Santillana, 2003). Los ejemplos de estos procesos serían fáciles de encontrar en la transformación, a lo largo de unas decenas de años, de un jardín abandonado, de pastos antiguos o de un campo de cultivo en bosques, los cuales representan la fase climácica de la sucesión.

En estas descripciones de la sucesión, el lenguaje utilizado parece indicar que las palabras corresponden de forma simple a las características externas del mundo natural, de modo que un hayedo o un robleal *son ecosistemas en equilibrio*, y no que esto sea una forma de interpretar un conjunto de caracteres ecológicos.

Tomamos las palabras de Sutton (1997) para entender que tipo de ciencia es la que se muestra:

Los libros de texto ofrecen el resultado de la ciencia, no como una interpretación al fin y al cabo, sino como una simple descripción de cómo es el mundo, justo como si hubiera sido leído directamente de la Naturaleza... ¡Los hechos parecerían haber estado allí todo el tiempo y el papel del científico únicamente consistiría en salir en su busca y encontrarlos!

Este autor afirma que es la seguridad con la que se usa este lenguaje en la enseñanza, el que deja en los estudiantes la impresión de que los científicos observan los

fenómenos, “descubren” algo nuevo viendo qué sucede y haciendo experimentos, y luego nos lo cuentan.

En el fenómeno de la sucesión, un lector cualquiera deduce que los cambios en los ecosistemas son fácilmente observables y la ciencia pone nombres como *clímax*, *equilibrio*, a la etapa final, el bosque, por otra parte perfectamente observable. Los libros de texto también describen y clasifican las etapas de la sucesión en jóvenes-maduras, en primarias-secundarias; en definitiva, el lenguaje del texto, para los alumnos el de la ciencia, muestran una ciencia que pone etiquetas a hechos obtenidos por observación y experimentación (Jiménez Alexandre, 2003)

Esta forma de contar está en profunda contradicción con lo que hoy se entiende que es la ciencia: una actividad humana y social (Izquierdo, 1997; Izquierdo y Rivera, 1997) que sirve para construir modelos que sirven para interpretar el mundo en este momento de la historia. No existen verdades científicas y el aspecto tentativo de los científicos, de búsqueda, de convencimiento de los demás, son tan importantes como la propia experimentación y los resultados obtenidos.

En los libros de texto sin embargo, el lenguaje sobre la sucesión parece indicar que hay una palabra para cada hecho y al revés, y así cuando leemos:

ekosistema baten segidaren joera nagusietako bat: autokontrola garatu, espezieak desager ez daitezten.

es difícil evitar la idea de que los bosques son ecosistemas superiores con propiedades casi mitológicas, como la del control sobre las especies que viven en él. La idea de que la *clímax* es la etapa final de la sucesión se ha mantenido desde los años 30 hasta ahora mismo y ha pasado desde los manuales de ciencia a los textos escolares.

Sin embargo los científicos que inicialmente hablaban de la *clímax*, como E. Odum (1995) y R. Margalef (1993), hace mucho tiempo que dejaron de considerar que las características de la *clímax* fueran aspectos importantes en la teoría de la sucesión:

La heterogeneidad de la biosfera a todas las escalas podría parecer difícil de conciliar con la creencia en un cambio orientado hacia la clímax, creencia que podría suponerse fundamental para cualquier teoría de la sucesión. No es así: lo esencial en la teoría de la sucesión es aceptar la asimetría de los cambios, y no ha de postular progresión sostenida alguna según una línea o una modalidad de cambios. (Teoría de los sistemas ecológicos, R. Margalef, 1993)

En el manual de ecología mas conocido de Margalef (Ecología, 1974) el autor muestra las limitaciones en las que se debe manejar este concepto y advierte contra las exageraciones que puede conllevar su uso (pp. 746 y 747 en la Edición Omega, 1974).

Posiblemente, en ecología general, es decir con referencia a todo tipo de ecosistemas y a todo tipo de dimensiones de los mismos, puede ser más práctico hablar de mayor o menor madurez, pero sin postular una situación ideal final.

Como ha quedado dicho al observar los libros de texto de la ESO, puede observarse cómo la definición y características de la clímax es uno de los elementos más importantes de la sucesión.

Sin embargo, podría ser útil para el proceso de enseñanza-aprendizaje, la idea de la clímax y el equilibrio como una metáfora del proceso de la sucesión, en el sentido de que las metáforas proponen un significado que puede ser debatido, es decir, “como si los cambios en los ecosistemas condujeran a unas formaciones equilibradas...”

Sutton (1997) afirma que las palabras nuevas para interpretar hechos conocidos impulsan a una nueva forma de ver las cosas y esta nueva forma de ver da pie a nuevos conocimientos e investigaciones. Es necesario mostrar a los alumnos que este lenguaje interpretativo está en el origen y en el desarrollo científico (Lemke, 1990).

El lenguaje en la ciencia debe ser un instrumento para imaginarse lo que va a suceder, para interpretar nuevas situaciones. Creemos que este papel es el que ha jugado exactamente en los inicios de la teoría de la sucesión y que así lo utilizaron sus autores y que podría así explicarse en la enseñanza escolar. Esto puede dar pie a discutir hasta donde llega la metáfora y porqué se hace tan sencillo aceptar un *final feliz* y determinado para los ecosistemas.

El mismo Clements, en 1916 utiliza la idea de clímax como una metáfora, “como si...”:

El estudio del desarrollo de la vegetación necesariamente descansa en el supuesto de que la formación de la unidad o clímax es una entidad orgánica. Como un organismo, la formación surge, crece, madura y muere. Su respuesta al hábitat se muestra en los procesos o funciones y en las estructuras que son el registro y el resultado de estas funciones. Además cada formación clímax, puede reproducirse, repitiendo con fidelidad esencial las etapas de su desarrollo. La historia vital de una formación es un proceso complejo pero definido, comparable en sus características principales con la historia de la vida de cada planta. (Carnegie Inst. Wash. Publ. 242:1-512) Texto tomado del libro de Ricklefs (1998)

Veamos cómo estas mismas palabras se encuentran en el texto escolar del 2004 de Santillana, casi un siglo mas tarde, pero sin el sentido metafórico:

Ekosistemak denborak aurrera egin ahala aldatzen dira, organismoak bezala. sortu egiten dira, hazi, garatu, zahartu, baina ekosistemak ez dira hiltzen, hondamendirik gertatzen ez bada, behintzat. Ekosistemen eraginez, gainera, antzeko beste batzuk sortzen dira askotan; horrela, beren lurraldea zabaltzen dute ekosistemek.

...Igarotako faseen exaugarriak ekosistema helduan ere ikusten dira askotan (persona helduengan gertatzen den bezala; umetako eta gaztetako zenbait exaugarri ikusten zaizkie)

Como puede observarse el texto escolar lleva mas allá que el texto del científico la comparación entre organismos y ecosistemas: los ecosistemas no mueren “naturalmente” a no ser que sean destruidos y, sugiere que pueden crear otros (antzeko bes-

te batzuk sortzen dira), siendo esta última expresión claramente acientífica pero que deja la duda de si el autor del texto pretende hacernos entender que la extensión de un ecosistema por sus márgenes es un tipo de reproducción del mismo ecosistema.

La definición de la clímax y sus características no es la única responsable de que los textos sobre la sucesión favorezcan la idea de que la naturaleza evoluciona hacia ecosistemas superiores, equilibrados, permanentes. La transposición didáctica que se hace de las *Regularidades de Odum*, se hace con un *lenguaje etiqueta*, de forma que las figuras que en todo caso deberían ser metáforas o elipsis, se convierten en características literales de los ecosistemas.

Por ejemplo

Organismoak hobeto aprobetxatzen dituzte inguruneko baliabideak

En los ecosistemas no hay *hobe* edo *oker* aprovechamiento de recursos, no hay nada parecido a unos organismos que aprovechan *mejor* (¿que quienes?) los recursos de los que disponen.

Las cadenas tróficas más largas o el aumento de nichos ecológicos (tocones o troncos viejos, árboles muy altos con grandes ramas, etc.) favorecen la entrada de especies que no están en un ecosistema mas joven; por ejemplo, pájaros especialistas en troncos viejos o alcotán o gavilanes que requieren árboles altos y aislados para criar. También hay mayor número de organismos simbioses, y las poblaciones de seres vivos como hongos e insectos se multiplican. Aceptemos que una metáfora de estos datos podría ser la frase del libro que comentamos, que en las etapas maduras se aprovechan mejor los recursos que en las anteriores, siempre que alumnos y profesor entren en el juego de interpretar y poner palabras de la sociología a la ecología. Pero es inaceptable interpretar en su literalidad dicha frase, aplicada a los cambios en los ecosistemas.

Textos descriptivos o explicativos

Los textos sobre la sucesión deberían de ser, sin ninguna duda, textos explicativos y no, como son en su mayoría, textos descriptivos.

Los textos descriptivos enumeran cualidades, características, propiedades de un fenómeno, de un hecho o de un organismo. Los textos sobre la sucesión breves necesariamente, seleccionan de este fenómeno, una serie de características que al autor le parecen las más significativas en relación a lo que quiere dar a conocer. Sanmartí (2002) afirma que toda descripción lejos de ser aséptica esta condicionada por la finalidad de la observación y depende del marco teórico de referencia, aunque también sirve para construirlo. La descripción lleva implícita una gran carga teórica: al mezclar azúcar con agua, podemos hablar de que el azúcar *desaparece* o de que el azúcar se *disuelve* al repartirse por toda el agua. El primero corresponde a un modelo teórico,

aunque no es científicamente correcto, y en el segundo está implícito el modelo molecular de la materia.

Los textos describen, relatan, cómo son los cambios sucesionales en los ecosistemas; seleccionan algunas características (el aumento de biomasa, de diversidad, el cambio de tipos de especies, la clímax) y muestran una clasificación, unos ejemplos, y en algunos casos la aplicación a otros fenómenos (el fuego).

En un texto expositivo los hechos se ordenan según una relación que es casi siempre de causa-efecto. Lo importante de una explicación es situar los hechos conocidos y los nuevos datos en un contexto bien caracterizado.

En uno de los textos examinados (Giltza, 2004) encontramos estas características del texto expositivo:

- La sucesión tiene causas identificables: los organismos tienden a ocupar espacios.

Bai segida primario, bai segida sekundario, izaki bizidun guztiek lurzoruan sakabanatu eta lursail ahaliak eta handiena kolonizatzeko duten gaitasunari esker gertatzen dira

- Una consecuencia de esta tendencia es la de formar ecosistemas más organizados.

Ondorioz, ekosistema gero eta korapilatsuagoak eta antolatuaagoak sortzen dira

- Los cambios se hacen siguiendo unas reglas.
- El mecanismo que regula estos cambios son la sustitución de unas especies por otras, en la medida que las primeras facilitan la entrada de las siguientes.

Hechos observables, explicaciones de mecanismos y reglas de sustitución, ejemplos en medios terrestres y acuáticos completan un texto comprensible y explicativo.

Las ideas de los profesores de ecología en la ESO/DBH sobre la sucesión

El pensamiento de los profesores de ecología en la Secundaria está estrechamente relacionado con la formación que han recibido en sus estudios de biología. Una buena proporción de los profesores que actualmente están en activo, proceden de las generaciones de los años 75 y hasta el 90, que se han formado en gran parte con los manuales de ecología de Odum y sobre todo de Ramón Margalef. Por tanto reflejan en su pensamiento sobre la ecología las ideas de la naturaleza en equilibrio, de la tendencia natural a las formaciones estables, y en general, de la ecología como una ciencia cuya función es la preservación de la naturaleza.

Hemos realizado un cuestionario-entrevista a una docena de profesores de DBH que imparten la docencia en tercero y cuarto de la ESO en euskera y, que tienen una larga trayectoria docente. Los resultados de la encuesta-entrevista indican con claridad que:

- la ecología que conocen es la de ecosistemas y el ecólogo más conocido y prácticamente único es Ramón Margalef;

- la sucesión se construye con herramientas conceptuales variadas pero en todos los casos la clímax y su caracterización son imprescindibles;
- los ejemplos y casos se utilizan para ilustrar la teoría;
- no hay experimentación práctica ni trabajo en casos reales.

Los datos de este sondeo coincide con otros estudios como los de Magro et al. (2000) que concluyen en los mismos términos para el profesorado de ecología en Francia.

El hecho de que los profesores en activo mantengan en su conocimiento de la sucesión la idea del clímax y del equilibrio, y que esta se transmita a los alumnos puede estar jugando un papel importante en el mantenimiento de las ideas alternativas y científicas de los alumnos sobre la naturaleza.

Conclusiones

Podemos extraer unas ideas claras sobre la transposición didáctica de la sucesión y del uso del lenguaje:

1. La idea de la clímax a lo largo de toda la historia de la ecología del siglo pasado y del presente, ha sido utilizada mayormente como una metáfora de la dirección de la sucesión, del mismo modo que la comparación entre un organismo y el ecosistema ha tenido ese valor de evocación y sugerencia.

Ha sido útil en la construcción teórica en el campo científico porque la controversia suscitada obligó a definir y a acotar muchos parámetros, y entre ellos las escalas de espacio y tiempo.

2. El problema de la utilización de la clímax en los textos escolares es que la metáfora utilizada por los científicos, se transpone en su literalidad, de forma que pierde su poder de sugerir, de evocar, y pasa a ser una etiqueta que describe un bosque, cualquier bosque, como un ecosistema superior a un prado o un campo de cultivo. Las ideas teleológicas, vitalistas son las dominantes entre los alumnos de la ESO (Leach y Driver, 1996; Ibarra y Gil, 2005) y estos textos contribuyen a refirmarlas en vez de estimularles hacia el cambio.

3. Estimamos que la idea de la clímax no tiene que desaparecer de los libros de texto sino que debe jugar el papel de una metáfora útil para aprender de ecología. A continuación sugerimos:

- Los individuos tienen límites físicos definidos pero no así los ecosistemas. ¿Hay una comunidad climácica (un hayedo o un robledal) o un continuo de ecosistemas?
- La madurez en las personas es una fase de máximas potencialidades, de trabajo, de familia, de dinero. Un ecosistema climácico tiene también parámetros que se hacen máximos, como la biomasa o la biodiversidad general. Sin embargo, la conservación de la biodiversidad actual en nuestro entorno europeo exige,

- la combinación de bosques maduros con prados de siega, setos, matorral, etc.
 ¿Sería deseable la sucesión de los prados abandonados y los campos de cultivo a bosque? ¿Cómo de grande o de continuo debe ser un bosque para garantizar que vivan ciertas especies: ciervos, corzos, pájaros carpinteros?
 – ¿Es la vida humana una escala objetiva para medir como cambios rápidos o lentos, las transformaciones en los ecosistemas?

Bibliografía

- Chevallard, Y. (1985), *La transposition didactique*, La Pensée Sauvage, Grenoble.
- Clements, F.E. (1916), *Plant Succession: An analysis of the Development of Vegetation*, Carnegie Institution, Washington.
- Gleason, H.A. (1917), “The structure and development of the plant association”, *Bull. Torrey Botanical Club*, vol. 43, pp. 463-481.
- Ibarra Murillo, J., Gil Quílez, M.J. (2005), “Enseñar los cambios ecológicos en la Secundaria: un reto en la transposición didáctica”, *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 23, n° 3, pp. 345-352.
- Jiménez Aleixandre, M.P. (coord.) (2003), *Enseñar ciencias*, Barcelona, Editorial Graó.
- Leach, J., Driver, R., Scott, P., Wood-Robinson, C. (1996), “Children’s ideas about ecology 3: ideas found in children aged 5-16 about the interdependency of organisms”, *International Journal of Science Education*, vol. 18 (2), pp. 129-141.
- Lemke, J.L. (1990), *Talking Science: Language, Learning, and Values*, N.J. Ablex, Norwood.
- Magro, A., Simonneaux, L., Navarre, A., Hemptinne, J.L. (2000), “The teaching of ecology in the agricultural secondary curricula in France: A new didactic approach”, *Proceedings of the III Conference of European Researchers in Didactic of Biology*, September 27th-October 1st, Santiago de Compostela, pp. 197-205.
- Margalef, R. (1974), *Ecología*, Omega, Barcelona.
- (1993), *Teoría de los sistemas ecológicos*, Universitat de Barcelona, Barcelona.
- Odum, E.P. (1995), *Ecología. Peligra la vida*, Interamericana-McGraw-Hill, México.
- Ricklefs, R.E. (1998), *Invitación a la Ecología. La economía de la Naturaleza*, Médica Panamericana, Buenos Aires.
- Sanmartí, N. (2002), “Un reto: mejorar la enseñanza de las ciencias”, en Catalá, M. *et al.*, *Las ciencias en la escuela. Teorías y prácticas*, Editorial Graó, Barcelona.
- Sutton, C. (1997), *Ideas sobre la ciencia e ideas sobre el lenguaje*, Alambique, n°12, 8-33, Editorial Grao.
- Terradas, J. (2001), *Ecología de la vegetación. De la ecofisiología de las plantas a la dinámica de comunidades y paisajes*, Omega, Barcelona.

Relación de libros de texto de la ESO empleados en la investigación:

Asignatura: Biología y Geología, Curso 4º:

1. Giltza-Edebé Taldea (1998), Argitalpen-zuzendaritza: Miguel Gómez Gejo eta Miren Agur Meabe.
2. Elkarlanean Ikastolen Elkarteak (1998), Nola funtzionatzen dute ekosistemek?1. Koordinatzaile: Agustín Gil.

3. McGraw Hill-Interamericana de España (1998), Egileak: Román Elizalde, Isabel Sánchez, Konrado Muguerza.
4. Erein Proiektua (1998), Egileak: Agus Cano, Jose Antonio Fernández, Amaia Urzelai.
5. Haritza-Grupo Anaya (2003), Egileak: S. Balibrea, A. Álvarez, A. Sáez, M.Reyes, J. Correa.
6. Oxford University Press, Hezkuntza (2003), Egileak: C. Alvadalejo, A. Cabrera, A. Ferrer.
7. Giltza-Edebé Taldea (2004), Argitalpen-zuzendaritza: José Luis Gómez Cutillas eta Miren Agur Meabe.
8. Zubia-Santillana (2003), Egileak: E. Aramburu, L. Arano, J.J. Pérez.