

La nutrición vegetal desde el pensamiento docente

Concepción González Rodríguez, Susana García Barros y Cristina Martínez Losada

Facultade de Ciencias da Educación. Universidade da Coruña. España. E-mails: cgonzalezr@udc.es, susg@udc.es y cmartl@udc.es

[Recibido en julio de 2011, aceptado en noviembre de 2011]

En este trabajo se analizan los contenidos relacionados con la nutrición vegetal que considera importantes, un grupo de profesores de secundaria. También se intenta conocer la existencia de tendencias en el profesorado, en función de los contenidos valorados y seleccionados en las actividades y cuestiones de evaluación. El análisis de los resultados nos indica que los contenidos a los que el profesorado presta mayor atención son los que hacen mención a las diferencias entre nutrición autótrofa y heterótrofa, al proceso de fotosíntesis y a las estructuras implicadas en el mismo (órganos de la planta y orgánulos celulares), mientras que los menos valorados son los relacionados con el concepto general de nutrición, el proceso de respiración y los contenidos asociados a la dimensión ecológica de la nutrición vegetal. También, parece confirmarse la existencia de ciertas tendencias, manifestándose como mayoritaria, la tendencia fisiológica, siendo las otras dos tendencias (ecológica y equilibrada) minoritarias, entre el profesorado participante en este trabajo.

Palabras clave: selección de contenidos; nutrición vegetal; pensamiento docente; educación secundaria obligatoria.

Plant nutrition from teachers thinking

In this work, it's analyzed which contents related to plant nutrition are considered important by a group of secondary education teachers. Its objective is also to determine the existence of any correlations among teachers, depending on the selected and most valued contents in the evaluation activities and questions. The analysis of the obtained results has shown that the contents in which teachers are more focused are those describing the differences between autotrophic and heterotrophic nutrition, the photosynthesis process and the structures involved on it (plant and cellular organs). On the other hand, the less considered contents are related to the nutrition general concept, breathing concept and those associated to the ecological dimension of plant nutrition. The existence of certain trends among the teachers taking part in this study has been confirmed; a prevailing correlation has also been found. The majority trend is the physiological.

Keywords: content selection plant nutrition; secondary compulsory school; teachers thinking.

Introducción

La nutrición de las plantas es un concepto biológico de gran valor educativo para conocer el mundo vegetal, llegar a comprender que todo ser vivo interacciona con el medio (adquiere materia y energía) y explicar por qué persiste la vida en la Tierra. De ahí que su presencia en los currículos de educación obligatoria no ha sido nunca cuestionada.

A la hora de definir qué enseñar sobre nutrición vegetal a lo largo de la educación secundaria, es necesario tener en cuenta, además del conocimiento científico su organización y evolución y que los conceptos no se aprenden de una sola vez, sino que van evolucionando (Coll et al., 1992). Sería deseable que la enseñanza de la nutrición vegetal se planteara desde la evolución de modelos, es decir desde los más sencillos y evidentes, hasta otros más abstractos y complejos que el estudiante ha de ir contrastando con la realidad, percibiendo su mayor idoneidad explicativa, lo que permitirá alcanzar un determinado grado de generalización (García Rovira, 2005; Gómez Galindo et al., 2007).

En este sentido se han presentado propuestas de secuencia de contenidos, que establecen niveles de complejidad creciente. Así, Cañal (2005) establece para su estudio cinco niveles, que implican distintos grados de comprensión del proceso fotosintético y respiratorio y de su

integración en el concepto de nutrición. El nivel más elemental se caracteriza por entender la nutrición vegetal como mera alimentación –la planta capta sustancias provenientes exclusivamente del suelo–, mientras el nivel más avanzado consiste en comprender que la fotosíntesis es un proceso que tiene lugar en los cloroplastos de las células del vegetal, y origina los nutrientes orgánicos que la planta necesita a partir de las sustancias inorgánicas (agua, sales y CO_2). Las sustancias orgánicas son utilizadas en la respiración celular para obtener energía y también para la construcción y reconstrucción de las propias estructuras del individuo.

Desde una visión más global y compleja, otras propuestas tienen en cuenta no solo la nutrición vegetal como función vital y sus particularidades dentro del concepto de nutrición, sino también la dimensión ecológica de la misma. Concretamente la propuesta elaborada por nuestro equipo (González Rodríguez et al, 2009), que a su vez se basa en las ideas clave aportadas por Stern y Roseman (2004) se articula, en torno a tres cuestiones: a) ¿De qué se alimentan las plantas y cuál es la finalidad de dicha alimentación?; b) ¿Cómo y dónde se produce la nutrición de la planta? y c) ¿Son importantes las plantas para el entorno? Así, en primer lugar el estudio de la nutrición vegetal se centra en el marco del concepto unificador de nutrición, es decir, en la forma que tienen todos los seres vivos (animales y vegetales) de obtener materia y energía, a pesar de las diferencias que se van a establecer según las vías que utilicen (autótrofos y heterótrofos).

En segundo lugar se establecen los procesos que explican como se lleva a cabo la nutrición vegetal (fotosíntesis y respiración) y los órganos (nivel macroscópico) y orgánulos (nivel microscópicos) donde se van a llevar a cabo. Esto aporta los aspectos conceptuales necesarios para tener una visión fisiológica de la nutrición vegetal.

Por último se contempla el papel de los vegetales como productores y su influencia en el equilibrio del entorno, es decir la relación de los vegetales con el medio (nivel de ecosistema), que nos aporta una visión ecológica del proceso. De acuerdo con ello, el estudio de la nutrición vegetal se aborda desde el nivel de individuo (planta), que resulta más simple y concreto al alumnado, hasta el nivel celular, más abstracto y complejo. Ambos niveles, se hallan interrelacionados entre sí y, con el nivel ecosistema, que se puede tratar desde una perspectiva simple y concreta (relaciones tróficas productores/consumidores), hasta una perspectiva compleja, global y abstracta (influencia de los vegetales en el equilibrio de la materia –carbono, oxígeno,...-).

Por otro lado, la investigación didáctica ha resaltado el alto grado de dificultad que tiene la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición vegetal. En este sentido, diversos estudios han puesto de manifiesto que suelen poseer concepciones inadecuadas. Así, los alumnos entienden la nutrición de las plantas como algo especial centrada en el proceso de la fotosíntesis y no admiten que las plantas respiren, interpretando que respiración y fotosíntesis son procesos contrarios. Tampoco poseen una visión interrelacionada de la fotosíntesis, la respiración y la putrefacción en el ecosistema, existiendo interesantes revisiones al respecto (Cañal, 2005; Charrier et al., 2006; Driver et al., 1984).

Además tal y como señala Charrier et al (2006) el origen de dichas concepciones es muy variado y se mantienen a lo largo de todo el período de escolarización, ya que muchas persisten después de recibir la instrucción, e incluso otras se originan como resultado de la misma. Una posible causa de esta situación es la propia complejidad de este campo de estudio y la alta demanda cognitiva de los conceptos implicados, que requiere una adecuada selección de los mismos por parte del profesorado, al ser este el último responsable del currículo que se imparte en las aulas.

En las decisiones del profesorado ejercen una notable influencia sus propias ideas y concepciones “ideología profesional”, sobre la enseñanza aprendizaje de las Ciencias en general (Campanario, 2000; Porlán y Rivero, 1998) y sobre la nutrición vegetal en particular, que se van a proyectar en su “acción docente”, ya que influyen en los procesos de razonamiento que ocurren en su mente durante la actividad profesional (Mellado, 1999). De esta forma, aunque el docente realice esfuerzos innovadores, sigue estando muy condicionado por dichas concepciones, en la mayoría de los casos coherentes con la cultura tradicional en la que han sido formados, lo que explica la dificultad del cambio didáctico (Porlan et al., 2010). Así, la enseñanza habitualmente se halla alejada de las propuestas curriculares innovadoras, que, no siempre, son trasladadas al aula (Van Driel, 2001) ya que en general los profesores leen poco acerca de las investigaciones e innovaciones realizadas por otros (Sanmarti, 2008). En este sentido, un problema concreto que suele mostrar el profesorado, consiste en asumir acríticamente las pautas que establecen los materiales educativos en cuanto a la selección de contenidos a enseñar (Rodríguez Palmero y Marrero Acosta, 2003).

Lo indicado, justifica la necesidad de realizar un análisis del contenido curricular correspondiente a la nutrición vegetal que utiliza el profesorado y valorar, si incluye aspectos relativos a los tres niveles de organización antes mencionados, o por el contrario se omite o insiste escasamente en alguno de ellos, ofreciendo una visión incompleta de este tema. Este análisis podrá repercutir en la formación docente, ya que constituye una herramienta eficaz para propiciar la reflexión sobre cuál debe ser la selección y organización conceptual de la nutrición vegetal en la educación secundaria. No debemos olvidar que el único aprendizaje significativo, es el que se organiza desde “la construcción del conocimiento” y este principio tiene la misma validez para el alumno que para el profesor (Howe y Stubbs, 1997), aunque para éste último, estos planteamientos todavía no están excesivamente articulados.

Tomando como referencia lo hasta ahora indicado, el objetivo de este trabajo va a ser tratar de conocer que contenidos relacionados con la nutrición vegetal considera importantes el profesorado de secundaria e identificar las posibles tendencias del profesorado en función de los contenidos considerados.

Metodología

En este trabajo han participado 10 profesores de Centros Públicos de Secundaria de Galicia, tanto del ámbito rural como urbano, con distinto grado de experiencia, que imparten docencia en secundaria obligatoria. En todo momento se ha garantizado la confidencialidad de los datos aportados, de ahí que no se haya establecido ninguna distinción entre los profesores participantes, refiriéndonos a todos ellos con el apelativo “profesor/ docente” o P1, P.2, P.3...

Con objeto de conocer cuáles son los contenidos que el profesor selecciona sobre la nutrición vegetal en la etapa obligatoria, se diseñó un protocolo combinando “entrevista – análisis de materiales”. Estos instrumentos facilitan el acceso al pensamiento docente, pues el análisis de materiales hace más fiables los resultados de las opiniones declarativas (De Pro, 1999; Martín del Pozo, 1994; Porlan, 1994; Sánchez Blanco y Valcarcel, 2000).

Para la entrevista, se utiliza el modelo semiestructurado de aplicación individual, que se estructura en torno a las siguientes cuestiones:

1. ¿Utilizas el libro de texto, para este tema?
 2. ¿Consideras más importantes unos contenidos que otros ...?
- En caso afirmativo, podrías indicarme cuales.

1. ¿Realizas actividades?... En caso afirmativo:

• ¿Realizas las que figuran en el libro de texto? ¿Cuáles?

• Realizas actividades de otros manuales, o de elaboración propia. En caso afirmativo, podrías indicarme el texto del que proceden y cuáles has seleccionado, o bien adjuntarme copias de las mismas....

1. ¿Qué evalúas?

• ¿Cuál es el sistema preferente de evaluación.

• En el supuesto de que hagas exámenes o pruebas de evaluación ¿Podrías aportar modelos de cuestiones relacionadas con este tema?

Las respuestas orales de los participantes, una vez transcritas junto con los materiales aportados (actividades y cuestiones de evaluación) se analizan utilizando un dossier de análisis conceptual. No ha sido objeto de estudio el número o tipo de actividad/cuestión aportado por cada profesor.

Categorías conceptuales		Significado al que se asocia
1ª. La nutrición vegetal en el marco de la nutrición	Concepto general de nutrición	“La nutrición es una función que realizan los organismos vivos (animales y vegetales) para obtener materia y energía”.
	Aspectos específicos de la n. vegetal. Diferencias con la n. animal	“Los vegetales emplean sólo materia inorgánica en su nutrición: n. autótrofa. Por el contrario, los animales necesitan materia orgánica: n. heterótrofa”.
2ª. Proceso de la nutrición	Estructuras implicadas (macroscópicas/ microscópicas)	“Raíz, tallo y hojas/cloroplastos, mitocondrias, son los órganos/orgánulos de la planta implicados en la función de nutrición”.
	Especificaciones del proceso de la fotosíntesis	“Los organismos vegetales elaboran materia orgánica a partir de la inorgánica (CO ₂ , es la fuente de carbono, el H ₂ O es la fuente de...) utilizando la luz como fuente de energía”.
	Especificaciones del proceso de la respiración	“Los organismos vegetales transforman la materia orgánica (hidratos de carbono,...), en sustancias inorgánicas (H ₂ O,...) mas simples y liberan energía”.
3ª. La nutrición vegetal y el ecosistema	Los vegetales como productores	“Los vegetales constituyen la vía de entrada de material orgánica en el ecosistema, siendo el 1º nivel de la cadena trófica”.
	Influencia de los vegetales en el equilibrio del entorno	“En su balance “global” los vegetales consumen CO ₂ y producen O ₂ , por ello los cambios en la cantidad de masa vegetal influyen en la cantidad de O ₂ y CO ₂ de la atmósfera”.

Tabla 1. Dossier de análisis y significado de las categorías establecidas.

Para la elaboración del dossier se toma como referente el empleado en un trabajo precedente dirigido al análisis de libros de textos (no citado para mantener el anonimato). Sin embargo, en esta ocasión ha sido necesario disminuir el número de categorías del dossier. Tal disminución facilita que las opiniones de los docentes, en muchas ocasiones especialmente genéricas, pudieran ser comparadas con los materiales aportados. Concretamente, se considera como 1ª categoría -La nutrición vegetal en el marco de de la nutrición-, que se asocia al concepto

general de nutrición y a los aspectos específicos de la nutrición vegetal y sus diferencias con la nutrición animal. La 2ª categoría -El proceso de nutrición-, se refiere a las estructuras macroscópicas y microscópicas implicadas en la nutrición y a los procesos asociados, fotosíntesis y respiración. Por último, la 3ª categoría -La nutrición vegetal y el ecosistema-, se relaciona con la influencia de la nutrición vegetal en el entorno, en concreto, se incluye el papel de los vegetales como productores y la influencia de los vegetales en el mantenimiento del equilibrio del medio. En la Tabla 1, se adjunta el dossier de análisis y el significado más concreto atribuido a cada categoría y subcategoría.

Resultados

Todos los profesores que participan en el estudio, excepto dos (P.4 y P.6) utilizan el libro de texto como material didáctico básico. Respecto a las actividades que realizan, tres de ellos (P.2, P.5 y P.7) utilizan exclusivamente las que se incluyen en el libro de texto y dos profesores (P.4 y P.6) emplean solo material de elaboración propia. El resto de los participantes (P.1, P.3, P.8, P.9, P.10), realizan las actividades del libro de texto y ocasionalmente otras propuestas en otros manuales y/o elaboradas personalmente. Para evaluar los contenidos trabajados en clase, todos los profesores admiten utilizar habitualmente el examen.

Categorías de análisis	Importancia declarada	Actividades aportadas	Cuestiones de evaluación aportadas
1ª. La nutrición vegetal en el marco de la nutrición	6	8	6
2ª. Proceso de nutrición	6	10	10
3. La nutrición vegetal y el ecosistema	6	5	5

Tabla 2. Número de profesores que declara la importancia y aporta actividades/ cuestiones de evaluación en relación a los contenidos asociados a las categorías del dossier.

El análisis de la información suministrada por los profesores (Tabla 2) muestra que todos realizan actividades y plantean cuestiones de evaluación que incluyen contenidos asociados a la 2ª categoría del dossier -Proceso de nutrición-. Sin embargo no todos los profesores proporcionan actividades y cuestiones de evaluación que incluyen contenidos relativos a las otras categorías, sobre todo en el caso de la 3ª categoría -La nutrición vegetal y el ecosistema-. Por otra parte, el número de profesores que declara explícitamente la importancia de aspectos asociados a cada una de las tres categorías es el mismo.

En las Tablas 3, 4 y 5 se recogen los resultados más concretos relativos a cada una de las tres categorías, así como ejemplos ilustrativos de las opiniones de los profesores y de los materiales aportados.

Respecto a la 1ª categoría -La nutrición vegetal en el marco de la nutrición- (Tabla 3), se aprecia que solo 3 profesores (P.1, P.9, P.10) reconocen la importancia de aspectos relacionados con la subcategoría “Concepto general de nutrición” y únicamente uno (P.4), lo incluye específicamente en las actividades y cuestiones de evaluación. Por el contrario, todo el profesorado, se pronuncia sobre contenidos incluidos en la segunda subcategoría “Los aspectos específicos de la n. vegetal”. En concreto, tres profesores (P.1, P.8, P.9), declaran su relevancia y lo incluyen en todas sus aportaciones; cuatro profesores (P.4, P.5, P.6, P.10) en dos de ellas y dos (P.2 y P.3), mencionan sólo su importancia.

	Subcategorías	Profesor nº	Ejemplos ilustrativos
Importancia declarada	Concepto general de nutrición	P.1, P.9, P.10	³⁵ ₁₇ “Es importante el significado común que tiene la función de nutrición en todos los seres vivos. No solo es la absorción de alimentos en las plantas”. (P.1)
	Aspectos específicos de la n. vegetal	P.1, P.2, P.3, P.8, P.9, P.10	³⁵ ₁₇ “Que conozcan las particularidades fisiológicas de las plantas, al carecer de un sistema digestivo, respiratorio “. (P.1) ³⁵ ₁₇ “Que los vegetales tienen un tipo de nutrición diferente pero que se nutren. Diferencias entre autótrofos y heterótrofos” (P.9)
Actividades aportadas	Concepto general de nutrición	P.4	³⁵ ₁₇ “Confecciona un esquema en el que figuren las fases del proceso de nutrición”. (P.4)
	Aspectos específicos de la n. vegetal.	P.1, P.4, P.5, P.6, P.7, P.8, P.9, P.10	³⁵ ₁₇ “Justifica si es verdadero o falso: la célula autótrofa no consume oxígeno”. (P.5) ³⁵ ₁₇ “Razona si es verdadero o falso: los organismos autótrofos son los consumidores y los heterótrofos los productores”. (P.7) ³⁵ ₁₇ “Haz un esquema de la nutrición de una célula autótrofa y de una célula heterótrofa”. (P.10)
Cuestiones de evaluación aportadas	Concepto general de nutrición	P.4	³⁵ ₁₇ “¿Qué se entiende por nutrición celular? Fases del procesote nutrición?”. (P.4)
	Aspectos específicos de la n. vegetal	P.1, P.4, P.5, P.6, P.8, P.9	³⁵ ₁₇ “¿Como se realiza la nutrición autótrofa y la heterótrofa?”. (P.1) ³⁵ ₁₇ “Justifica si es falsa la siguiente afirmación: las células vegetales tienen nutrición autótrofa”. (P.8)

Tabla 3. Declaraciones/ aportaciones de los profesores a la nutrición vegetal relativas a la primera categoría.

Con relación a la 2ª categoría -Proceso de nutrición- (Tablas 4), se detecta que todo el profesorado incluye los contenidos relativos a la subcategoría “Estructuras implicadas (macroscópicas/microscópicas)” en actividades y cuestiones de evaluación y dos de ellos (P.6 y P.8) además mencionan explícitamente su importancia. Asimismo, todos los profesores proporcionan actividades en las que se trabajan contenidos clasificados en la segunda subcategoría “Las especificaciones del proceso relativas a la fotosíntesis” y todos menos uno (P.1) también los incluyen en la evaluación. Además la mitad de ellos (P.2, P.4, P.5, P.7, P.8) declaran su importancia.

	Subcategorías	Profesor n°	Ejemplos ilustrativos
Importancia declarada	Estructuras implicadas (macro/micro)	P.6, P.8	³⁵ ₁₇ “Es importante que relacionen las distintas partes de la planta y su función en el proceso de la fotosíntesis”. (P.8)
	Esp. del proceso relativas a la fotosíntesis	P.2, P.4, P.5, P.7, P.8	³⁵ ₁₇ “Que comprendan que emplean el material inorgánico para formar materia orgánica y para ello necesita energía y una serie de sustancias: H ₂ O, CO ₂ y sales minerales”. (P.2) ³⁵ ₁₇ “Que conozcan las diferentes sustancias que intervienen en el proceso de la fotosíntesis y su función en la planta”. (P.8)
	Esp. del proceso relativas a la respiración	P.5	³⁵ ₁₇ “Que sepan que son procesos distintos y que las plantas respiran de día y de noche” (P.5)
Actividades aportadas	Estructuras implicadas (macro/microscópicas)	P.1, P.2, P.3, P.4, P.5, P.6, P.7, P.8, P.9, P.10	³⁵ ₁₇ “Elabora un esquema de la célula vegetal e indica en que orgánulos se realiza la fotosíntesis”. (P.1) ³⁵ ₁₇ Se presentan dos esquemas representativos de una célula animal y de una vegetal y se solicita: “compara los esquemas y explica las diferencias que encuentras entre la célula animal y la célula vegetal”.(P.4) ³⁵ ₁₇ “Observa los siguientes dibujos y con tres tipos de colores pinta los orgánulos exclusivos de las células animales, los exclusivos de células vegetales y los comunes a ambos tipos de células. (P.6)
	Esp. del proceso relativas a la fotosíntesis	P.1, P.2, P.3, P.4, P.5, P.6, P.7, P.8, P.9 P.10	³⁵ ₁₇ “Las plantas fabrican almidón mediante el proceso de la fotosíntesis. Trata de diseñar un experimento para comprobar que la luz y el CO ₂ son necesarios en el proceso”. (P.3) ³⁵ ₁₇ “Completa la siguiente frase: los seres vivos capaces de elaborar su propia materia orgánica son los...., esto lo hacen gracias a un proceso llamado..... en el que es imprescindible el agua, el CO ₂ y la.”. (P.6) ³⁵ ₁₇ “¿Cuál es el objetivo fundamental de la fotosíntesis?”. (P.8)
	Esp. del proceso relativas a la respiración	P.1, P.3, P.8, P.9	³⁵ ₁₇ “Justifica que afirmaciones son falsas: las células animales sólo respiran, mientras que las vegetales sólo realizan la fotosíntesis; el O ₂ es un desecho de la fotosíntesis...”. (P.1) ³⁵ ₁₇ “Completa la siguiente frase: todos los seres vivos necesitan....para realizar sus funciones vitales, la consiguen mediante la combustión de materia orgánica en el interior de las...., es decir, mediante un proceso llamado.....” (P.10)

Tabla 4. Declaraciones /aportaciones de los profesores a la nutrición vegetal relativas a la segunda categoría.

evaluación aportadas Cuestiones de	Estructuras implicadas (macro./microscópicas)	P.1, P.2, P.3, P.4, P.5, P.6, P.7, P.8, P.9, P.10	³⁵ ₁₇ “Indica los orgánulos que realizan la fotosíntesis. Justifícalo”. (P.4) ³⁵ ₁₇ “¿Por qué las mitocondrias reciben el nombre de centrales energéticas de la célula?. (P.6) ³⁵ ₁₇ “Completa el siguiente dibujo e indica si se trata de una célula animal o vegetal”. (P.9)
	Esp. del proceso relativas a la fotosíntesis	P.2, P.3, P.4, P.5, P.6, P.7, P.8, P.9	³⁵ ₁₇ “El objetivo de la fotosíntesis es la obtención de alimento para la célula. Di si es verdadero o falso y razona la respuesta”. (P.5). ³⁵ ₁₇ “Las plantas realizan la fotosíntesis para obtener O ₂ verdadero o falso. Justifícalo”. (P.7) ³⁵ ₁₇ “Indica en un esquema de una planta las sustancias que se necesitan para la fotosíntesis y los productos que se obtienen en ella”. (P.8)
	Esp. del proceso relativas a la respiración	P.1, P.2, P.3, P.5, P.7	³⁵ ₁₇ “¿Es igual respiración que fotosíntesis? Justifica la respuesta”. (P.5) ³⁵ ₁₇ “Di si es correcta la frase y justifícalo: las células de la raíz de una planta realizan la respiración celular y no la fotosíntesis”. (P.6)

Tabla 4. (Continuación)

Las declaraciones/aportaciones del profesorado sobre la tercera subcategoría “Las especificaciones del proceso relativas a la respiración”, son más reducidas. Así, tres profesores (P.4, P.6, P.10), no se refieren a su importancia ni la incluyen en sus aportaciones (actividades/cuestiones de evaluación). Otros cuatro lo recogen solo en una de estas últimas - (P.8 y P.9) en las actividades y (P.2 y P.7) en la evaluación-, y dos (P.1 y P.3) en ambas, mientras un profesor (P.5) reconoce su importancia y lo incluye en la evaluación.

	Subcategorías	Profesor nº	Ejemplos ilustrativos
declarada Importancia	Los vegetales como productores	P.2 P.3, P.6, P.10	³⁵ ₁₇ “Me parece necesario para esta etapa: que vean las diferencias entre autótrofos y heterótrofos y que a partir de los autótrofos se inicia la cadena alimenticia”. (P.3) ³⁵ ₁₇ “Que conozcan que los vegetales son los productores del ecosistema: la fotosíntesis es la única forma de introducir materia orgánica en el ecosistema”. (P.10)
	Influencia de los vegetales en el equilibrio del entorno	P.2 P.4, P.5, P.10	³⁵ ₁₇ “Que comprendan por qué las plantas desprenden O ₂ a la atmósfera, como producto de desecho de su actividad fotosintética”. (P.2) ³⁵ ₁₇ “Es importante que sepan que las plantas no son un peligro para el hombre y además aportan O ₂ a la atmósfera”. (P.5)

Tabla 5. Declaraciones/aportaciones de los profesores a la nutrición vegetal relativas a la tercera categoría..

Actividades aportadas	Los vegetales como productores	P.2, P.3, P.6, P.7, P.10	³⁵ ₁₇ “Discute las siguientes previsiones sobre, lo qué ocurriría si se apagase el Sol: morirían solo las plantas, morirían además los animales herbívoros, desaparecería todo vestigio de vida en el planeta”. (P.7) ³⁵ ₁₇ Se presenta una fotográfica de un ecosistema terrestre, y se pide: “la identificación de cada uno de sus componentes y el papel de los –árboles- que figuran para el mantenimiento del mismo”. (P.10)
	Influencia de los vegetales en el equilibrio del entorno	P.2, P.6	³⁵ ₁₇ “Utilizando el esquema del ciclo del carbono, que se observa en el dibujo, y en el que figura el recorrido que efectúa el átomo del Carbono en el ecosistema, trata de argumentar por qué se considera que las plantas se consideran “sumideros de CO ₂ ”. (P.6)
evaluación aportadas Cuestiones de	Los vegetales como productores	P.2, P.3, P.6, P.10	³⁵ ₁₇ “¿Por qué a las plantas se las denomina productores?...”(P.2) ³⁵ ₁₇ “Por qué se considera a los vegetales la base de las cadenas alimentarias”. (P.6)
	Influencia de los vegetales en el equilibrio del entorno	P.2, P.3, P.6, P.7	³⁵ ₁₇ “¿Influye la presencia o ausencia de bosques en el efecto invernadero?¿Justifica tu respuesta”. (P.2) ³⁵ ₁₇ “Para evitar que los efectos nocivos del incremento de la concentración de CO ₂ en la atmósfera aumenten es importante conservar o aumentar la masa forestal del planeta. Argumenta esta afirmación”. (P.6)

Tabla 5. (Continuación).

En cuanto a la 3ª categoría -La nutrición vegetal y el ecosistema- (Tabla 5), se detecta que la mitad del profesorado (P.1, P.4, P.5, P.8, P.9) no manifiesta explícitamente la importancia de los aspectos relativos a la subcategoría “Los vegetales como productores” ni los incluye en sus aportaciones. Por el contrario, los demás profesores los recogen en todas sus declaraciones/aportaciones (P.2, P.3, P.6 y P.10) o sólo en las actividades (P.7). Así mismo tres profesores (P.1, P.8, P.9) tampoco contemplan en sus declaraciones/aportaciones contenidos asociados a la segunda subcategoría “Influencia de los vegetales en el equilibrio del entorno”, cinco docentes lo hacen tan solo en una de ellas - (P.4, P.5, P.10) declaran su importancia y P.3, P.7 los incluyen en evaluación- y uno (P.6) en dos (actividades/cuestiones de evaluación). Únicamente un docente (P.2) hace referencia a esta subcategoría tanto en la declaración de importancia como en sus aportaciones.

El análisis de las declaraciones/aportaciones que realiza cada profesor en relación a las diferentes categorías (Tabla 6) muestra que todos las concentran en la 2ª categoría -Proceso de nutrición- y más concretamente en las subcategorías “Estructuras implicadas en la fotosíntesis (órganos/orgánulos)” y “Especificaciones del proceso de la fotosíntesis” si bien, se aprecian ciertas diferencias que permiten identificar tres tendencias a la hora de enfocar la nutrición vegetal, y que hemos denominado:

a) Tendencia ecológica. Presenta una mayor concentración de declaraciones/aportaciones en la 3ª categoría -Los vegetales en el ecosistema- y una concentración mínima en la 1ª categoría -La nutrición vegetal en el marco de la nutrición-. Representarían esta tendencia los profesores P.2, P.3.

b) Tendencia fisiológica. Presenta una mayor concentración de sus aportaciones/declaraciones en la 1ª categoría -La nutrición vegetal en el marco de la nutrición- y menor en la 3ª categoría -Los vegetales en el ecosistema-. Representarían esta tendencia los profesores P.1, P.4, P.5, P.7, P.8, P.9.

c) Tendencia equilibrada. Presenta un reparto más o menos equitativo de las declaraciones/aportaciones de las tres categorías. Representarían esta tendencia los profesores P.6 P.10.

	La N. vegetal. en el marco de la nutrición		Proceso de nutrición			Los vegetales en el ecosistema	
	I	II	III	IV	V	VI	VII
P.1	i	i a e ⁽¹⁾	a e	a	a e		
P.2		i	a e	i a e	e	i a e	i a e
P.3		i	a e	a e	a e	i a e	e
P.4	a e	a e	a e	i a e			i
P.5		a e	a e	i a e	i e		i
P.6		a e	i a e	a e		i a e	a e
P.7		a	a e	i a e	e	a	e
P.8		i a e	i a e	i a e	a		
P.9	i	i a e	a e	a e	a		
P.10	i	i a	a e	a		i a e	i

Nota: I. Concepto de nutrición, II Aspectos específicos de la N. vegetal, III Estructuras implicadas (macro/microscópicas), IV. Especificaciones del proceso relativas a la fotosíntesis, V Especificaciones del proceso relativas a la respiración, VI. Los vegetales como productores, VII. Influencia de los vegetales en equilibrio entorno.

(1) i: importancia, a: actividades, e: evaluación

Tabla 6. Declaraciones/aportaciones de cada profesor, a las diferentes subcategorías del dossier de análisis.

Discusión y conclusiones

Tanto las opiniones de los profesores como los materiales que aportan, nos han permitido formular una primera conclusión. Los contenidos más relevantes para los docentes son las diferencias entre nutrición autótrofa y heterótrofa, las especificaciones del proceso de fotosíntesis y las estructuras implicadas en el mismo (órganos de la planta y orgánulos celulares) y los menos relevantes el concepto general de nutrición, las especificaciones del proceso de respiración y los contenidos asociados a la dimensión ecológica.

Esto parece indicar que al abordar el estudio de la nutrición vegetal, la fotosíntesis es considerada el contenido central para el profesorado de secundaria. Aspecto que sin duda es importante para su comprensión, sin embargo un proceso igualmente imprescindible para comprender la nutrición vegetal es la respiración, aunque el profesorado parece no darle la importancia educativa que se merece, ni en sus declaraciones, ni en sus aportaciones. Este conocimiento integrado de fotosíntesis y respiración, resulta necesario para superar concepciones erróneas ampliamente descritas y caracterizadas por considerar que respiración y fotosíntesis son procesos inversos y, por supuesto, no simultáneos, y que las plantas únicamente respiran por las noches, en ausencia de luz (Cañal, 1999; Driver et al, 1999).

Por otra parte los docentes también coinciden al valorar los aspectos que diferencian la nutrición vegetal de la nutrición animal. La insistencia en estas diferencias es valiosa en la medida que promueve la comparación entre dos conceptos clave en biología, sin embargo también sería necesario que el profesorado atendiese y valorase en la misma medida el concepto general de nutrición que iguala a todos los seres vivos. Concretamente tanto autótrofos como heterótrofos intercambian materia y energía con el medio, es decir, ambos emplean la materia, tanto para respirar, lo que les permite obtener energía, como para construir y reconstruir sus propias estructuras. Esta focalización, por parte del profesorado, en los aspectos diferenciadores de la nutrición de los seres vivos frente a sus semejanzas, no siempre ayuda al alumno que suele centrar en mayor medida su atención en las diferencias que en las semejanzas (Pujol, 2003).

Estos resultados también ponen de manifiesto que los participantes no siempre valoran o incluyen los contenidos de la 3ª categoría -Los vegetales en el ecosistema-. Esta omisión excluye el tratamiento de aspectos clave para que los alumnos-ciudadanos comprendan que el mantenimiento de la vida en las condiciones actuales depende, entre otros aspectos, de la estabilidad en la concentración de determinadas sustancias en el medio, que está condicionada, entre otros factores por la función nutritiva de la biomasa vegetal del planeta, lo que significa que estos profesores, difícilmente pueden acercarse a una visión global y compleja de la nutrición vegetal en la que se considere la dimensión ecológica (González Rodríguez et al., 2009a; Stern y Roseman, 2004). Además, dicha inclusión en secundaria, resulta fundamental para promover el desarrollo de actitudes, opiniones y comportamientos de respeto hacia la naturaleza; pues, aunque el simple conocimiento no lo garantice, constituye un aspecto importante a tener en cuenta (Harlen, 1998).

A pesar de que el número de participantes en este trabajo es reducido y los resultados deben tomarse con cautela, el análisis individualizado ha permitido detectar ciertas tendencias que nos conduce a enunciar una segunda conclusión: la mayoría del profesorado se acoge a la tendencia fisiológica, siendo las otras dos tendencias (ecológica y equilibrada) minoritarias.

Respecto a las tendencias cabe destacar que ninguna de ellas aporta una visión general y globalizada de la nutrición vegetal, ya que incluso la denominada “tendencia equilibrada”, que podría considerarse la más adecuada, pues se caracteriza por contemplar aspectos de las tres categorías desde las que es necesario abordar la nutrición vegetal (nutrición, proceso de nutrición y ecología), presenta deficiencias. Concretamente, la respiración y la nutrición como proceso común de todos los seres vivos, presentan una consideración todavía insuficiente, al no abordarse ni en las actividades ni en las cuestiones de evaluación.

Finalmente cabe señalar que las conclusiones de este trabajo, pueden servir de punto de partida para la reflexión y la mejora de la enseñanza. En este sentido, sería importante que los docentes de secundaria superaran el casi exclusivo énfasis en la vertiente conceptual diferenciadora y restrictiva de la nutrición vegetal, valorando y abordando en mayor medida, su integración en una concepción más amplia y global de la nutrición como función de todos los seres vivos. Además también sería relevante otorgarle al vegetal su papel trascendental en el ecosistema, en lo referente a los ciclos de materia y al flujo de energía, imprescindibles para la supervivencia de la vida en el planeta (González Rodríguez et al., 2009b).

Referencias

- Campanario, J.M. (2000). El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. *Enseñanza de las Ciencias*, 18, 369-80.

- Cañal, P. (1999). Photosynthesis and "inverse respiration" in plants: an inevitable misconception? *International Journal of Science Education*, 21, 363-71.
- Cañal, P. (2005). *La nutrición de las plantas: enseñanza y aprendizaje*. Madrid: Síntesis.
- Coll, C., Del Río, M.J.; Sarabia, B. y E. Valls (1992). *Los contenidos de la Reforma*. Madrid: Santillana.
- Charrier, M.; Cañal, P. y M. Rodrigo Vega (2006). Las concepciones de los estudiantes sobre fotosíntesis y respiración: una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición de las plantas. *Enseñanza de las Ciencias*, 24, 401-10.
- De Pro, A. (1999). Planificación de unidades didácticas por los profesores: Análisis de tipos de actividades de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 17, 411-29.
- Driver, R.; Child D.; Gott, R. Head, J.; Jhonson, S.; Worsley, C. y F. Wylie (1984). *Science in Schools at age 15: Report No 2*. Londres: Assesment of Performance Unit.
- Driver, R.; Squires, A.; Rushworth, P. y V. Wood-Robinson (1999). *Dando sentido a la ciencia en secundaria. Investigaciones sobre las ideas de los niños*. Madrid: Visor.
- García Rovira, M.P. (2005). Los modelos como organizadores del currículo en biología. *Enseñanza de las Ciencias* Número Extra. VII Congreso, 1-6.
- Gómez Galindo, A.A.; Sanmartí, N. y R.M. Pujol (2007). Fundamentación teórica y diseño de una unidad didáctica para la enseñanza del modelo ser vivo en la escuela primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 25, 325-40.
- González Rodríguez, C.; Martínez Losada, C. y S. García Barros (2009a). Problemática de la nutrición vegetal en la educación obligatoria. Una propuesta de secuencia. *Revista de Educación en Biología*, 12, 36-44.
- González Rodríguez, C., García Barros, S. y C. Martínez Losada (2009b). Plant nutrition in Spanish secondary textbooks. *Journal of Biological Education*, 43, 152-8.
- Harlen, W. (1998). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Madrid: Morata.
- Howe, A.C. y H.S. Stubbs (1997). Empowering science teachers: a model for professional development. *Journal of Science Teacher Education*, 8, 167-82.
- Martín del Pozo, R. (1994). *El conocimiento del cambio químico en la formación inicial del profesorado. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de los estudiantes de magisterio. Tesis Doctoral*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Mellado, V. (1999). La investigación sobre la formación del profesorado de ciencias experimentales. En C Martínez Losada y S. García Barros (Eds.), *La Didáctica de las Ciencias. Tendencias actuales*. (pp. 45-76). A Coruña: Universidade da Coruña.
- Porlan, R. (1994). Las creencias epistemológicas de los profesores: el caso de los estudiantes de Magisterio. *Investigación en la Escuela*, 22, 67-84.
- Porlan, R.; Martín del Pozo, R.; Rivero, A.; Harres, J.; Azcárate, P. y M. Pizzato (2010). El cambio del profesorado de ciencias I: Marco Teórico y Formativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28, 31-46.
- Porlán, R. y A. Rivero (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Diada.
- Pujol, R.M. (2003). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Primaria*. Madrid: Síntesis.

- Rodríguez Palmero, M.L. y J. Marrero Acosta (2003). Un análisis y una organización del contenido de biología celular. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2, 67-79.
- Sánchez Blanco, G. y M.V. Valcarcel (2000). ¿Qué tienen en cuenta los profesores cuando seleccionan el contenido de enseñanza? Cambios y dificultades tras un programa de formación. *Enseñanza de las Ciencias*, 18, 423-37.
- Sanmarti, N. (2008). Contribuciones y desafíos de las publicaciones del área de educación en ciencias en la construcción y consolidación de la identidad del área: la experiencia de la revista Enseñanza de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 26, 301-10.
- Stern, L. y J.E. Roseman (2004). Can middle-school science textbooks help students learn important ideas? Findings from project 2061's curriculum evaluation study: Life science. *Journal of Research of Science Teaching*, 41, 538-68.
- Van Driel, J.H.; Beijaard D. y N. Verloop (2001). Professional development and reform in science education: the role of teachers' practical Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 137-58.