

# **Biotecnología aplicada al sector agropecuario.**

## **Una experiencia de articulación nivel medio-universitario**

### **Biotechnology applied to the agricultural sector.**

### **A high school-university articulation experience**

**María Pereyra Cardozo, Mario Eduardo Mendoza, Mario José Calafat,**

**Adriana Elizabet Quiriban**

Universidad Nacional de La Pampa, Argentina

E-mail: pereyra@agro.unlpam.edu.ar; mendoza@agro.unlpam.edu.ar;  
mariojcalafat@gmail.com; adrianaquiriban@hotmail.com

**Silvana Adema**

Escuela Agrotécnica de Santa Rosa, Argentina

E-mail:

#### **Resumen**

En el presente trabajo se describe una experiencia educativa centrada en el concepto de biotecnología con estudiantes de tercer año de una escuela agrotécnica. Se pretendió acercar a los estudiantes, de una manera innovadora, al estudio de la biotecnología como campo de conocimiento científico aplicado al sector agropecuario, implicándolos así en su propio proceso de enseñanza y aprendizaje. Teniendo como referencia la metodología del aprendizaje por argumentación y el uso de las TIC, mostramos un dispositivo didáctico que implica el análisis de las concepciones previas de los estudiantes y la aplicación de talleres problematizadores referidos a la biotecnología. El uso de las TIC estuvo orientado en actividades que guiaban al estudiante en la búsqueda, selección y valoración objetiva y crítica de la información disponible en contextos digitales y en la presentación de los resultados.

Palabras clave: alfabetización científica, argumentación, aprendizaje significativo, TIC.

#### **Abstract**

This paper describes an educational experience focused on the concept of biotechnology. It was carried out with third-year students from an agrotechnical school. The aim was to bring students closer, in an innovative way, to the study of biotechnology as a field of scientific knowledge applied to the agricultural sector, thus involving them in their own teaching and learning process. Taking as a reference the methodology of learning by argumentation and the use of the Information and Communication Technologies (ICTs), we present the results of the application of a didactic device that implies the analysis of the students' previous conceptions and the application of problematizing workshops related to biotechnology. The use of ICT was oriented in activities that guided students in the search, selection, and objective and critical assessment of the scientific information available in digital contexts and in the presentation of results.

Keywords: scientific literacy, argumentation, meaningful learning, ICT

Fecha de recepción: 23 de Abril 2020 • Aceptado: 21 de Junio 2021

PEREYRA CARDOZO, M.; MENDOZA, M. E.; CALAFAT, M. J.; QUIRIBAN, A. E. Y ADEMA, S. (2021). Biotecnología aplicada al sector agropecuario. Una experiencia de articulación nivel medio-universitario *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 23 (12), pp. 89-104.

## Introducción

La vida académica en la universidad representa para muchos de nuestros estudiantes un verdadero desafío. Transitar en ella sin dificultades depende, en gran medida, de saber reconstruir el conocimiento a través de la participación activa en tareas de lectura, escritura y pensamiento propias de este nivel de formación (Castro Azuara y Sánchez Camargo, 2018).

El desgranamiento y la deserción son problemas de las universidades argentinas que preocupan no solo por las altas cifras, sino también por el desencuentro entre los jóvenes y la universidad. Si bien, los estudiantes que aspiran a ingresar a la universidad son portadores de una formación previa sobre la cual no es posible incidir directamente, se puede, sin embargo, asumir el compromiso de modificar el bagaje cultural y actitudinal previo (Aguilar, 2007). Por otra parte, sumado a lo anterior, los docentes descuidamos enseñar los procesos y prácticas discursivas y de pensamiento que, como expertos en un área, hemos aprendido en nuestros años de formación (Carlino, 2005).

El estudiante al ingresar a la universidad se encuentra con prácticas de lenguaje y pensamiento propias de este ámbito, por ello, los docentes son los responsables de la alfabetización académica de los estudiantes (Carlino, 2005) y deben realizar acciones para que los universitarios aprendan a exponer, argumentar, resumir, buscar información, jerarquizarla, ponerla en relación, valorar razonamientos, debatir según los modos típicos de cada materia. Esto implica enseñar a participar en los géneros propios de un campo del saber y en las prácticas de estudio adecuadas para aprender en este (Carlino, 2013). Comprender, interpretar, cuestionar y criticar son actividades que dependen, en gran medida, del saber disciplinar y de las formas de expresar ese conocimiento al resto de la comunidad. Por eso, la enseñanza de las maneras de utilizar el lenguaje es una de las prioridades en la formación universitaria, (Castro Azuara y Sánchez Camargo, 2018).

En la Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam) la tasa de deserción y el desgranamiento en el ingreso universitario es objeto de discusión, aún después de haber aplicado diferentes políticas de mejoras. Por ejemplo, el Plan Estratégico y el Plan de Desarrollo Institucional de la UNLPam 2011-2015 (Resolución N° 269/2011 CS) expresa que el porcentaje de deserción es importante y la duración real de las carreras se mantiene hasta 3 años por encima de la duración curricular. Esto evidencia la existencia de problemas de retención inicial y de desgranamiento en el transcurso de la carrera (pp. 129-130). En el caso particular de la Facultad de Agronomía de la UNLPam, se observa que en los primeros dos años el porcentaje de desaprobados tanto en la cursada como en el examen final es del 20 % y 35 % respectivamente; por su parte, el porcentaje de desgranamiento es del 32 % (Informe de autoevaluación, aprobado por Resolución N° 264/04 CD), mientras que en el Informe de autoevaluación de la Facultad de Agronomía (2014) expresa que la deserción por cohorte es del 41 %.

La Facultad de Agronomía de la UNLPam recibe anualmente aproximadamente 100 ingresantes en la carrera de Ingeniería agronómica (Estadísticas UNLPam, 2018). Muchos de estos jóvenes provienen de escuelas agrotécnicas, de las cuales se destaca la ubicada en Santa Rosa (capital de La Pampa) por la cantidad de alumnos que aporta.

En el campo de la producción agropecuaria, es indiscutible que el avance científico y tecnológico ha posibilitado el uso de organismos genéticamente modificados que, por ello, son tolerantes a herbicidas, plagas y enfermedades, estrés abióticos, y tienen mejores propiedades

nutritivas. Además, estos avances permitieron en el sector ganadero, por ejemplo, las técnicas de la inseminación artificial, el trasplante de embriones y la producción de vacunas que impactan en la producción, sanidad y nutrición animal. Esto interpela los diseños curriculares de la educación agropecuaria, donde una posible respuesta sea incorporar más ciencia y tecnología en los planes de estudio de la educación agropecuaria (Boone et al., 2006).

Las controversias sociocientíficas existentes en el campo representan un punto de partida y un motor de aprendizaje; por eso, es conveniente incorporarlas en la enseñanza como instrumento para alfabetizar científicamente al estudiante (Díaz Moreno y Jiménez-Liso, 2012). Por esta razón, la metodología de enseñanza de la biotecnología ha sido objeto de estudio (Simmoneaux, 2002; Roa Acosta, 2010; Roa Acosta, 2017—a y b—; Ocelli et al., 2018; Tarquino, 2018; Parra y Jiménez, 2019; Roa Acosta et al., 2019), así como el conocimiento y las actitudes de estudiantes de escuelas medias en relación con esta disciplina (Ocelli et al., 2011; de la Vega Naranjo et al., 2018). En un estudio realizado en la provincia de Córdoba (Argentina), las autoras concluyeron que los docentes priorizan a la biotecnología como un contenido para enseñar por considerarla de gran importancia para la alfabetización científica (Ocelli et al., 2018).

La biotecnología puede definirse, en un sentido amplio, como la utilización de organismos, sistemas y procedimientos biológicos con el objeto de realizar actividades industriales, de producción de alimentos, medicamentos, productos químicos y de servicio útiles al hombre (Ceccarelli, 2008). Esta definición abarcadora pretende cubrir las diferentes modalidades que asumió a lo largo de la historia: el uso de los seres vivos con la finalidad de mejorar la calidad de vida del ser humano. Por otra parte, es en el sector agropecuario donde, por el volumen de transgénicos producidos, este campo de conocimiento ha tenido el mayor impacto controversial en la opinión pública (Ceccarelli, 2008).

### **Fundamentación del dispositivo pedagógico**

La teoría del constructivismo expresa que los estudiantes construyen conocimiento significativo a través del proceso mental activo de formulación y reformulación de dicho conocimiento (Brooks, 2005). Aunque, actualmente, están vigentes en la literatura varias teorías del aprendizaje, las constructivistas (caracterizadas por el reconocimiento del papel central que juegan los conocimientos previos de los alumnos para lograr la significatividad de los aprendizajes) son especialmente importantes en el aprendizaje de la ciencia. Dentro de esta orientación, el logro de aprendizajes significativos requiere que se produzca un cambio conceptual (Garmendia Mujika y Guisasola Aranzabal, 2015).

Por ello, la propuesta constructivista sostiene que hay que guiar a los estudiantes de forma activa en la indagación científica, proponiéndoles situaciones problemáticas de interés que hay que explicar (Leach y Scott, 2003; Scott y Ametler, 2007). Cuando el aprendizaje ocurre a través del cambio conceptual, se produce un fenómeno que puede ser descrito mediante esta perspectiva (Brooks, 2005).

En la actualidad, numerosos especialistas en didáctica de las ciencias del mundo están promoviendo como finalidad central de la enseñanza la alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía (Acevedo Díaz et al., 2003). Por su parte, Bybee (2012) define la alfabetización científica

como el conocimiento de la ciencia y su aplicación a experiencias sociales, siendo una característica esencial la habilidad para aplicar los conocimientos científicos a situaciones de la vida relacionadas con la ciencia (Bybee et al., 2009).

En este marco, Bybee (2009) propone un modelo de enseñanza que contempla las siguientes fases: involucrar (es decir, comprometer al estudiante en la tarea de aprendizaje), explorar (que los estudiantes exploren sus ideas y habilidades), explicar (elaborar y aplicar lo aprendido) y evaluar (en la cual los estudiantes reciben una retroalimentación). Cada fase tiene una función específica y contribuye a la instrucción coherente del profesor y a una mejor comprensión de los conocimientos científicos y tecnológicos, actitudes y habilidades en los estudiantes.

Por su parte, Garritz (2010) sostiene que uno de los paradigmas de la educación es la argumentación. Considera que hay que introducirla poco a poco, desde los primeros años de escolaridad. La idea es llegar a una sociedad donde la discusión democrática cobre vigencia y la consulta pública se vuelva una realidad cotidiana. Para esto, la argumentación es clave para construir el conocimiento, además, es un aspecto crucial de la democratización de la educación científica (Simonneaux, 2002). Se trata de favorecer la elaboración de argumentos dialécticos que consideren posiciones alternativas. La práctica de la argumentación, trabajada con grupos de estudiantes, es un mecanismo importante para que los estudiantes estructuren su formulación individualmente (Driver et al., 2000).

Consideramos que la finalidad educativa de la enseñanza de las ciencias es contribuir a una formación democrática. Esto implica, antes que nada, la comprensión del funcionamiento de la ciencia y la tecnociencia contemporáneas; por ejemplo, los asuntos sociales que influyen en las decisiones que toman los científicos (Acevedo Díaz, 2004). Debido a eso, la inclusión de la perspectiva social de la ciencia y la tecnología es central para la formación de ciudadanos críticos en la sociedad del siglo XXI.

Para los futuros ciudadanos de una sociedad democrática, la comprensión de las relaciones mutuas entre ciencia, tecnología y sociedad puede ser tan importante como la de los conceptos y procesos de la ciencia (Acevedo Díaz, 2004). Las orientaciones en ciencia, tecnologías y sociedad (CTS) amplían las finalidades de la enseñanza de las ciencias, a su vez, propician la contextualización social y tecnológica de los propios contenidos científicos, contribuyen a que la ciencia escolar tenga en cuenta las experiencias y los intereses personales y sociales de los estudiantes (Bybee, 1993) y reinstalan el vínculo entre el conocimiento científico y las necesidades sociales. Entonces, una educación destinada a conseguir la alfabetización científica y tecnológica debe estar dirigida especialmente a una educación para la ciudadanía (Acevedo Díaz, 2004), buscando a dar sentido al mundo que nos rodea para modificarlo.

Por otra parte, el vertiginoso desarrollo de la ciencia y la tecnología logra resultados con un potencial extraordinario para transformar la naturaleza y satisfacer las necesidades humanas. Sin embargo, también produce un creciente deterioro medioambiental, originando nuevos riesgos y planteando interrogantes éticos y legales al respecto. Uno de los desafíos actuales más importantes es conciliar la ciencia y la tecnología orientada hacia la innovación productiva con la preservación de la naturaleza y la satisfacción de necesidades sociales.

Ante el reto que supone para la alfabetización científica preparar a la ciudadanía para reconocer la naturaleza y el grado del impacto de nuestra acción sobre el planeta y, entonces, actuar

en consecuencia; los problemas sociocientíficos son un marco adecuado para trabajar en el aula una educación orientada hacia la sostenibilidad (España y Prieto, 2009).

El paso de una metodología de enseñanza tradicional a otra centrada en el alumno —orientada al aprendizaje activo y relacionada con las situaciones del mundo real— exige a los docentes el desarrollo de conductas innovadoras, por ejemplo, el dominio de herramientas tecnológicas digitales de comunicación. Sin olvidar que debemos utilizarlas en un marco de actividades que tenga sentido, que sea significativo y pertinente (Litwin, 2004). De esta manera, afirmamos que las competencias informacionales y digitales son elementos de la competencia científica (Valverde et al., 2018).

El Programa Conectar Igualdad (que se comenzó a implementar a fines del 2010), tuvo como objetivo central la inserción de las TIC en las escuelas públicas de enseñanza media del país. Implicó, en primera instancia, la entrega de tres millones de netbooks a alumnos y docentes bajo el paradigma denominado modelo 1 a 1 (Aguiar et al., 2014).

Si consideramos que los medios digitales representan un cambio radical en la construcción y circulación del conocimiento, la incorporación de las TIC en el aula propicia otros modos de lectura y de construcción de conocimientos que sirven para pensar las prácticas educativas. “De manera que no es solo el uso de las TIC lo que puede generar un cambio educativo relevante, sino los modelos de práctica docente desde los que se diseña la enseñanza” (Martín y Marchesi, 2006, p. 10), citado en (Aguiar et al., 2014. p. 31).

## Objetivos

Los objetivos pretendidos con la aplicación de esta experiencia didáctica fueron que los estudiantes:

- Se impliquen en su propio proceso de aprendizaje al fomentar el trabajo autónomo, grupal y colaborativo.
- Desarrollen las competencias en comunicación oral, informacional y digital.
- Investiguen, busquen, seleccionen, organicen y expongan la información mediante el uso de las TIC.
- Valoren la importancia de conocer los términos específicos del estudio de las ciencias, aplicándolos, en este caso, al sector agropecuario.
- Descubran el impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad.
- Opten por continuar estudios universitarios, mejoren su inserción y su trayecto académico en la universidad.

Por otra parte, los objetivos de este trabajo fueron:

- Poner en evidencia una propuesta didáctica de enseñanza en ciencias, particularmente en el campo de la biotecnología.
- Generar un trabajo colaborativo e integrado entre docentes de la escuela media y la universidad.

## Metodología

Teniendo en cuenta la relevancia de la apropiación por parte de los estudiantes del nivel secundario de conceptos nodales relacionados con su futuro campo profesional, nos propusimos intervenir en la Escuela Agrotécnica de Santa Rosa para diagnosticar y promover la enseñanza de la biotecnología.

En la mencionada escuela, trabajamos con las dos divisiones de tercer año en el espacio curricular Biología. Los ejes temáticos desarrollados fueron:

- Biotecnología.
- Producción del sector agropecuario y su impacto en el medio ambiente, los alimentos transgénicos y la soberanía alimentaria.
- Ética y ciencia.

Nuestra intervención didáctica tuvo dos momentos: uno de diagnóstico y el otro de desarrollo de los dispositivos de una enseñanza problematizadora sobre la biotecnología. Además, propusimos la implementación de herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza y aprendizaje en el marco de un escenario problemático, es decir, desde una propuesta didáctica donde la tecnología y el área de conocimiento mantienen una relación dialéctica para abordar la problematización (Gomez y Alvarez, 2020) de la biotecnología. En esta propuesta, concebimos a los estudiantes como sujetos de conocimiento e incluimos el debate como una forma útil de ayudarlos a desarrollar sus propios argumentos (Simonneaux, 2002). Para ello, utilizamos ciertas herramientas de las TIC que pueden integrarse en proyectos y que permiten la construcción del conocimiento y el armado de propuestas de comunicación alternativas, además de alentar el trabajo en grupo y colaborativo (Litwin, 2005).

## Diagnóstico

La evaluación diagnóstica se realizó mediante una encuesta semiestructurada tomada de Ocelli et al. (2011) centrada en la indagación de cinco factores:

- Concepciones sobre biotecnología.
- Reconocimiento de actividades vinculadas a procesos y aplicaciones biotecnológicas.
- Identificación de alimentos elaborados con productos genéticamente modificados.
- Precisiones sobre el concepto gen.
- Creencia y explicaciones sobre el aporte de la biotecnología para solucionar la problemática del hambre en el mundo.

Para evaluar el relevamiento, se realizó una rúbrica (cuadro 1). Las respuestas de los estudiantes fueron agrupadas en categorías construidas en función de sus aportes. De manera que las categorías elaboradas resultaron de las respuestas obtenidas.

Cuadro 1: Rúbrica utilizada

	<b>No alcanza</b>	<b>Alcanza los requisitos</b>	<b>Alcanza los requisitos ampliamente</b>
Concepciones sobre BIOTECNOLOGIA	No contesta o utiliza una expresión poco clara y/o sin sentido	Utiliza una definición donde aparece la idea de uso de organismos vivos o partes de ellos para la producción de bienes y servicios.	Utiliza una definición donde aparecen juntas las ideas 1) uso de organismos vivos o partes de ellos para la producción de bienes y servicios, 2) uso y dominio de la información genética.
Reconocimiento de actividades vinculadas a procesos y aplicaciones biotecnológicas	Desconoce los procesos y aplicaciones biotecnológicas en la mayoría de las actividades enunciadas	Reconoce los procesos y aplicaciones biotecnológicas en más de la mitad de las actividades enunciadas	Reconoce los procesos y aplicaciones biotecnológicas en todas las actividades enunciadas
Identificación de alimentos elaborados con productos genéticamente modificados	No identifica o identifica muy pocos alimentos elaborados con productos genéticamente modificados.	Identifica más de la mitad de los alimentos elaborados con productos genéticamente modificados.	Identifica todos los alimentos elaborados con productos genéticamente modificados.
Precisiones sobre el concepto gen	No contesta o No identifica el gen como una unidad que conserva datos genéticos, que se encarga de transmitir la herencia a los descendientes.	Identifica el gen como una unidad que conserva datos genéticos, que se encarga de transmitir la herencia a los descendientes.	Identifica el gen como una unidad que conserva datos genéticos, que se encarga de transmitir la herencia a los descendientes. Además los vincula con las nociones de ADN y ARN
Creencia y explicaciones sobre el aporte de la biotecnología para solucionar la problemática del hambre en el mundo	No contesta	Usa un lenguaje claro con conceptos precisos sobre biotecnología.	Usa un lenguaje claro con conceptos precisos sobre biotecnología. Además critica los efectos en la salud humana de determinado uso de la biotecnología.

Fuente: elaboración propia

La encuesta sobre 21 estudiantes, con base en la rúbrica elaborada, arrojó los siguientes resultados:

Concepto de Biotecnología. 8 estudiantes no alcanzaron nuestras expectativas. 13 sí lo hicieron, de estos últimos, 1 alumno las alcanzó ampliamente.

Reconocimiento de actividades vinculadas a procesos y aplicaciones biotecnológicas. 6 estudiantes no reconocen la mayoría de las actividades vinculadas con la biotecnología. 15 sí lo hacen en la mayoría

de los casos. Los datos que llaman la atención son la cantidad de alumnos (18) que consideran que la elaboración de yogurt y la de pan están poco o nada relacionadas con procesos y aplicaciones biotecnológicas.

Identificación de alimentos elaborados con productos genéticamente modificados. 11 estudiantes no identifican la mayoría de los alimentos elaborados con productos genéticamente modificados. En cambio, 10 solo identifican más de la mitad.

Precisiones sobre el concepto gen. 12 estudiantes no contestan la pregunta. Por su parte, 6 relacionan al gen con la información hereditaria y 3 estudiantes, además, lo relacionan con el ADN.

Creencia y explicaciones sobre el aporte de la biotecnología para solucionar la problemática del hambre en el mundo. 5 estudiantes no contestan la pregunta. En cambio, 4, consideran que la biotecnología podría solucionar la problemática del hambre en el mundo, sus apreciaciones se basan en la confianza de que aumentaría la producción y reduciría los gastos de producción. Por su parte, 12 estudiantes son pesimistas sobre el aporte; de estos, 8 consideran que el hambre es un asunto político y económico, por ello, el trabajo de la biotecnología no es suficiente; por otro lado, 2 son pesimistas porque consideran que la biotecnología es una herramienta costosa; y, finalmente, otros 2 alumnos aseguran que la biotecnología no podría reducir el hambre porque no produce comida de calidad.

Del análisis de la rúbrica podemos resumir que el 62 % de los estudiantes conoce el concepto de biotecnología, el 86 % no considera la biotecnología tradicional como un proceso biotecnológico, el 52 % no asocia que los organismos genéticamente modificados pueden ser fuente de alimentos, el 57 % desconoce el concepto de gen y solo el 20 % considera el aporte de la ciencia y la tecnología como solución a un problema social. De manera que, aunque un alto porcentaje de estudiantes conoce la terminología relacionada con la biotecnología, esta familiarización no está acompañada por una comprensión de los conceptos que involucra (Aznar, 2000).

### **Desarrollo de los dispositivos de enseñanza problematizadora sobre Biotecnología**

Luego de identificar las percepciones de los estudiantes sobre los ejes de trabajo, construimos participativamente con los estudiantes precisiones sobre la biotecnología y su relevancia en la producción agropecuaria a través de una serie de encuentros y propuestas didácticas.

Orientamos a los estudiantes no solo a adquirir conocimientos sobre biotecnología, sino que también la abordamos con respecto al impacto social y el ambiental de esta tecnología a fin de desarrollar una actitud crítica y toma de posición frente a este tema.

A fin de utilizar una metodología orientada en CTS, presentamos una serie de ejemplos tecnológicos relacionados entre sí y con los contenidos científicos a abordar para alcanzar un aprendizaje más sistemático de la tecnología, no meramente descriptivo, sino también crítico respecto a las funciones sociales que desempeñan los casos tratados, o con aspectos de cuestiones CTS polémicas (Acevedo Romero y Acevedo Díaz, 2002). La orientación de la propuesta dio relevancia tanto a las interacciones CTS como a la toma de decisiones responsables sobre los problemas y las cuestiones controvertidas sociocientíficas y sociotecnológicas (Acevedo Romero y Acevedo Díaz, 2002).

Por su parte, la metodología se apoyó en el análisis de aspectos basados en casos y en la resolución de problemas guiados. Las situaciones problemáticas fueron planteadas a partir de diferentes dispositivos, por ejemplo, proyección de material audiovisual, búsqueda de información en internet de conceptos relacionados con la biotecnología y numerosos ejemplos prácticos de la vida cotidiana.

Los trabajos de enseñanza se realizaron en dos espacios educativos, uno es la Escuela Agrotécnica y el otro la Facultad de Agronomía de la UNLPam. En el primero, se llevaron adelante los talleres participativos, instalando un lugar no formal dentro de un espacio que sí lo era (Garmendia Mujika y Guisasaola Aranzabal, 2015). En el segundo, se llevaron adelante trabajos prácticos de laboratorio.

En los talleres mencionados, se utilizaron las netbooks del programa Conectar Igualdad con el objetivo de iniciar a los estudiantes en la búsqueda, jerarquización y cita de fuentes bibliográficas de un tema dado, en este caso, la biotecnología. La idea era que los estudiantes identifiquen, analicen, entiendan, interpreten y sepan utilizar el material encontrado en los diferentes sitios web. Para ello, los debían indicar en cada una de las fuentes los responsables de la web, la justificación de su elección, la coherencia entre metodología y análisis de datos, y dar una respuesta argumentada a la consigna propuesta. Para ayudar a los estudiantes en la toma de decisiones durante la búsqueda de información, usamos pautas de interrogación con preguntas orientadoras que también daban soporte a la argumentación. También, en los talleres, los estudiantes recibieron formación para el uso de programas y, así, integrar texto, imagen, audio, animación y video al realizar las presentaciones de los resultados.

Por su parte, en la actividad experimental en los laboratorios de la Facultad de Agronomía, se realizó la extracción y separación del ADN proveniente de saliva y de semillas de soja transgénicas y no transgénicas.

A continuación, de manera esquemática, presentamos el dispositivo de enseñanza aplicado, teniendo en cuenta el problema pedagógico que daba título a cada taller, sus objetivos, las actividades realizadas y las metas o logros esperados (cuadro 2, en la página siguiente).

En el primer taller, ante la pregunta ¿por qué el título del video es Biotecnología tras los pasos de la naturaleza?, algunas de las respuestas fueron:

“Son procesos que el hombre va desarrollando y mejorando que antes hacía la naturaleza por sus medios. Mejoramientos de los procesos a través de la biotecnología”.

“Está haciendo uso de las técnicas propias que brinda la naturaleza”.

“Se aplica la tecnología copiando la naturaleza, por ejemplo, con las plantas. Se hacen plantas con otras características. Además, las vacunas”.

“Se desarrolla tecnología que se aplica en la vida”.

“Significa que se estudia la naturaleza y se representa lo que ella hace para obtener productos y mejorar la calidad de vida, por ejemplo, los alimentos”.

“Quiere decir que son los procesos biológicos que se realizan en la naturaleza para poder mejorar el producto en calidad y cantidad”.

“Se refiere también a lo que se está logrando con la tecnología sobre la naturaleza”.

Cuadro 2: Objetivos, actividades y metas del dispositivo de enseñanza aplicado

Problema pedagógico	Objetivos	Actividades	Logros alcanzados por los estudiantes
Primer taller: ¿Qué es la biotecnología? Primera parte.	Presentar la información científica. Adquirir conocimientos referidos a biotecnología. Confeccionar los conocimientos previos de los estudiantes sobre biotecnología. Conceptualizar el estudio de la biotecnología. Aprender a hacer una búsqueda de información en Internet. Aprender a usar un procesador de textos.	Observar atentamente el video educativo ¿Qué es la biotecnología (Argentina). Elaborar preguntas sobre el significado de la biotecnología. Realizar una búsqueda en Internet para responder sus preguntas iniciales. Presentar un informe por escrito de lo aprendido. Utilizar un procesador de textos para realizar las tareas acordadas.	Descubrir que su concepción sobre biotecnología puede partir de premisas erróneas. Comprender que la biotecnología es un concepto amplio, que se aplica desde la antigüedad y que no solo debe asociarse a la ingeniería genética. Aprender a usar un procesador de texto. Aprender a buscar, seleccionar y jerarquizar la información obtenida en Internet. Analizar y evaluar con sentido crítico la información. Aprender que argumentar a favor o en contra de un concepto les lleva a analizar la validez de sus conclusiones y de la información en que se basan.
Segundo taller: ¿Qué es la biotecnología? Segunda parte.	Desarrollar el concepto de alimentos transgénicos. Conocer los aportes a la alimentación de un alimento transgénico. Argumentar. Comunicar.	Buscar en Internet un artículo que incluya alguna problemática relacionada con los alimentos transgénicos. Citar el artículo. Argumentar y analizar las ventajas y desventajas de los alimentos transgénicos. Elaborar una presentación en power point para realizar en el siguiente encuentro.	Aprender el concepto de gen y descubrir que como se genera. Relacionar la importancia de la alimentación con la mejora en el valor nutricional de un alimento. Identificar que la biotecnología no solo significa encontrar plantas resistentes al glifosato. Desarrollar una opinión independiente y valorar la importancia de la alimentación para la vida humana. Aprender el uso de las TIC para transmitir ideas.
Tercer taller: Importancia de la biotecnología en el sector agropecuario	Aprender acerca de la universalidad del material genético. Analizar situaciones de productos mejorados para el sector agropecuario obtenidos haciendo uso de la biotecnología.	Estudios de caso: Análisis del maíz Bt. Producción de hormonas humanas en bovina. Plantas resistentes al uso de un herbicida. Cambios en el valor nutricional de un alimento. Técnicas de conservación y producción de alimentos.	Comobona que la composición del material genético es el mismo en todas las especies, que el tipo de moléculas es el mismo, y que eso les permite el intercambio de material genético entre diferentes organismos.
Cuarto taller: Medio ambiente, sostenibilidad alimentaria y educación cívica	Analizar ventajas y desventajas de la aplicación de la biotecnología en el sector agropecuario. Desarrollar una actitud crítica.	Búsqueda y jerarquización de material de lecturas sobre las ventajas y desventajas de la aplicación de la biotecnología en el sector agropecuario. Elaboración de un texto fundamentando la posición.	Analizar el impacto en el medio ambiente de la producción de materiales no naturales. Evaluar y analizar el impacto de pequeñas tecnologías que hacen uso de organismos.

	Tomar posición con argumentos. Presentación de resultados	tomada. Debate en grupos.	genéticamente modificados. Está leer conclusiones y toma de decisiones ante el problema con juicios argumentados.
Quinto Taller: ¿Dónde encontramos el ADN?	Mostrar la actividad científica. Experimentar. Conocer y utilizar instrumental básico de un laboratorio de biología molecular. Confrontar los resultados obtenidos con los conceptos teóricos. Formular conclusiones. Dar a conocer los resultados. Valorar la agilidad y el trabajo en equipo.	Extracción de ADN a partir de saliva, hojas, semillas de soja transgénicas y no transgénicas. Fotografiar y filmar. Elaborar un video explicando las técnicas utilizadas y comunicar los resultados. Debate grupal.	Experimentar y reconocer los equipos utilizados en un laboratorio de biología molecular. Aprender que el ADN se encuentra en todos los organismos. Exponer ante sus compañeros. Desarrollar sus capacidades de comunicación, utilizando un lenguaje científico apropiado. Los estudiantes elaboraron y presentaron diversos videos referidos a la obtención de alimentos producidos por biotecnología.

Fuente: elaboración propia

Esta actividad fue realizada con el objetivo de que los estudiantes descubran que el conocimiento de la naturaleza permite el avance científico. Por otra parte, ante el concepto de biotecnología, una respuesta fue: “La biotecnología es para sobrevivir y mejorar la calidad de vida y analiza los productos que podemos producir. También busca mejorar la genética y la formulación de alimentos”.

A fin de que los estudiantes incorporen el concepto de biotecnología tradicional al concepto de biotecnología actual, un grupo de estudiantes hizo una presentación con diapositivas sobre la elaboración de queso y sostuvo que “la fermentación del queso comienza a través de un cultivo de bacterias que actúan sobre la leche. Transforman el azúcar de la leche en ácido láctico. Esto se realiza a una temperatura entre 25 y 30 ° C. También, se agrega cloruro de calcio que acelera el proceso de coagulación y la hace más nutritiva y regula el pH del sistema□. Cuando el docente preguntó: ¿por qué la elaboración del queso es un proceso biotecnológico?, la respuesta de los expositores fue “porque un grupo de bacterias trabajan sobre la leche y se obtiene un producto”. Por otra parte, un grupo de estudiantes expuso sobre la elaboración de yogurt. El diálogo o intercambio con los estudiantes fue en el contexto del desarrollo de contenidos biotecnológicos y no solo para la obtención del producto alimenticio en sí mismo (Ocelli, 2013).

En el segundo taller, se abordó el tema de alimentos transgénicos; para ello, se ejemplificó con vegetales mejorados en el valor nutricional. Esta propuesta también tuvo por objetivo que los estudiantes entendieran que las plantas transgénicas no se reducen solamente a ser tolerantes al glifosato. Los ejemplos utilizados fueron arroz dorado, desarrollado por investigadores suizos que produce 15 veces más  $\beta$  caroteno que su versión normal; el sorgo biofortificado, con mayor cantidad de provitamina A, E, hierro, zinc y lisina y menor contenido de kafirina, haciendo que sea más fácil de digerir; aceites, tales como el de soja alto oleico. La discusión fue orientada para que los estudiantes descubran que hay alimentos derivados de organismos transgénicos.

En el tercer taller, a fin de abordar la universalidad del material genético, se trabajó sobre la producción de la ternera doble transgénica, el primer bovino capaz de desarrollar a través de su

leche dos proteínas de interés nutricional para los niños. Este ejemplo permitió abordar el uso de genes humanos en otro animal. Se trabajaron los conceptos de clonación y transgénesis. Y se abordó la clonación en ovinos (como la oveja Dolly) y en bovinos (Pampa, la primera ternera nacida por clonación en Argentina).

En cuanto a los productos mejorados por biotecnología para el sector agropecuario, se trabajó con organismos genéticamente modificados tales como maíces Bt, resistente al virus del mal de Río Cuarto; papa resistente al virus PVY; naranjo amargo sevillano resistente al virus de la tristeza de los cítricos; pasto miel resistente a hongos. Se explicó la fundamentación de la acción y la tolerancia al glifosato, ejemplificando con soja y caña de azúcar. También, se trabajó sobre las mejoras a nivel de factores abióticos como trigo tolerante a la sequía y la salinidad.

En el cuarto taller, se trabajó con el capítulo 6 llamado "Biotecnología" (de la primera temporada) de Explora. Ciencias de Canal Encuentro los siguientes conceptos: método del ADN recombinante, bioética, clonación terapéutica y reproductiva, y células madres y genoma humano.

Las actividades prácticas, en el quinto taller, se realizaron en el laboratorio de la Facultad de Agronomía; ahí los estudiantes conocieron y utilizaron todo el equipamiento para trabajar con ácidos nucleicos tales como Polymerase chain reaction (PCR): transiluminador, pipetas automáticas. También, se abordó la fundamentación y la aplicación de las técnicas utilizadas, especialmente la PCR. Por otra parte, como resultado de la corrida de los geles del material genético de las semillas de soja no transgénicas y transgénicas, pudieron observar las diferencias en los genomas estudiados.

En todas las actividades, los conceptos transversales trabajados fueron gen, universalidad del material genético y la ocurrencia de materiales genéticamente modificados con diferentes funciones. En cuanto a la evaluación del aporte a la sociedad, quedaba a criterio de los estudiantes. En ese sentido, los docentes no expresamos nuestra posición respecto del impacto de estas mejoras en la producción agropecuaria, dado que el objetivo de la experiencia era que los estudiantes conocieran conceptos básicos de biotecnología y sus aplicaciones en el campo agropecuario para que tomen posición frente a la aplicación de estas tecnologías haciendo uso lo aprendido y del intercambio realizado.

## Conclusiones

El dispositivo pedagógico construido para trabajar de manera articulada con la Escuela Agrotécnica de Santa Rosa nos resultó muy positivo.

Identificar las ideas previas de los estudiantes permitió conocer sus conocimientos referidos a la biotecnología; de esta forma, las actividades abordadas en la propuesta didáctica fueron orientadas para lograr cambios conceptuales, evidenciados en los argumentos expuestos por los estudiantes durante el desarrollo de los talleres.

Dentro de las actividades realizadas, destacamos el trabajo de laboratorio, allí los estudiantes se mostraron motivados, interesados, curiosos para profundizar lo aprendido; además, tuvieron la experiencia de realizar un trabajo científico. Esta actividad permitió la problematización conceptual, el establecimiento de relaciones entre conceptos biológicos, el manejo de variables y condiciones experimentales, el análisis de conceptos, la adquisición de destrezas en el empleo de material de

laboratorio y el fortalecimiento de actitudes para la discusión (Roa Acosta, 2010).

Por otra parte, los estudiantes adquirieron experiencia en trabajo grupal y colaborativo, en la búsqueda, jerarquización y comunicación de la información, el aprendizaje y corrección de conceptos en relación con biotecnología en general y su uso en el sector agropecuario.

En cuanto a la interacción de docentes universitarios con docentes y estudiantes del nivel medio, permitió adelantar a los posibles estudiantes universitarios una mirada del ámbito universitario, lo que podría ser valioso como aporte en su inserción y trayecto académico futuro.

Por otra parte, Argentina es uno de los países que más artículos ha publicado sobre educación en biotecnología (13) entre 1987 y 2013 (Roa Acosta, 2017b). Sin embargo, consideramos que esta experiencia didáctica es un aporte valioso a su enseñanza, dada su conceptualización en el sector agropecuario y el aporte a la interacción nivel medio-universitario.

### **Agradecimientos**

Esta experiencia se realizó en el marco del proyecto ¿Qué es la biotecnología?, financiado por el Programa de Voluntariado Universitario, Convocatoria Conectar Igualdad II. Secretaría de Políticas Universitarias. Ministerio de Educación de la Nación Argentina.

### **Referencias bibliográficas**

- ACEVEDO ROMERO, P. y ACEVEDO DÍAZ, J. A. (2002). Proyectos y materiales curriculares para la educación CTS: enfoques, estructuras, contenidos y ejemplos. *Bordón*, 54(1), pp. 5-18. Disponible en: <http://www.oei.es/historico/salactsi/acevedo19.htm>.
- ACEVEDO DÍAZ, J. A.; VÁZQUEZ ALONSO, A. y Manassero Mas, M. A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), pp. 80-111.
- ACEVEDO DÍAZ, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), pp. 3-16. Disponible en: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3968/3546>.
- AGUIAR, D.; VERDÚN, N.; SILIN, I.; CAPUANO, A. y ARISTIMUÑO, F. (2014). Las TIC en la educación media: ¿una herramienta más o nuevo contexto de aprendizaje? Análisis de las representaciones de docentes y directivos sobre el Programa Conectar Igualdad en tres provincias de la Patagonia Argentina. *Magistro*, 8(15), pp. 19-58.
- AGUILAR, M. C. (2007). La transición a la vida universitaria: éxito, fracaso, cambio y abandono. IV Encuentro Nacional de Docentes Universitarios Católicos, pp. 1-10. Universidad y Nación. Camino al bicentenario: “Realizando la verdad en el amor”. Buenos Aires: Pontificia Universidad Católica de Argentina.
- AZNAR, V. (2000). ¿Qué conocemos sobre la Biotecnología? *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 25, pp. 9-14.
- BOONE, H. N.; GARTIN, S. A.; BOONE, D. A. & HUGHES, J. E. (2006). Modernizing the agricultural education curriculum: an analysis of agricultural education teachers' attitudes, knowledge and understanding of biotechnology. *Journal of Agricultural Education*, 47(1), pp. 78 –89.

- BROOKS, J. G. (2005). Thinking about learning. Hofstra Horizons. disponible en [https://www.hofstra.edu/pdf/about/administration/provost/hofhrz/hofhrz\\_s05\\_brooks.pdf](https://www.hofstra.edu/pdf/about/administration/provost/hofhrz/hofhrz_s05_brooks.pdf).
- BYBEE, R. W. (1993). Reforming science education: Social perspectives and personal reflections. New York: Teachers College Press.
- BYBEE R. W.; MCCRAE, B. & Laurie, R. (2009). PISA 2006: An Assessment of Scientific Literacy. Journal of research in science teaching, 46, pp. 865-883.
- BYBEE, R.W. (2009). Tje BSCS 5E instructional model and 21ST century skills. Disponible en: [https://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbassesite/documents/webpage/dbasse\\_073327.pdf](https://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbassesite/documents/webpage/dbasse_073327.pdf).
- BYBEE, R.W. (2012). Scientific Literacy in Environmental and Health Education. In Zeyer & Kyburz-Graber, R. (Eds.) Science/ Environment/Health. Towards a Renewed Pedagogy for Science Education. New York: Springer, pp. 49-68.
- CARLINO, P. (2005). Escribir, leer, y aprender en la universidad. Una introducción a la alfabetización académica. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- CARLINO, P. (2013). Alfabetización académica diez años después. Revista Mexicana de Investigación educativa, 18(57), pp. 355-381.
- CASTRO AZUARA, M. C. y SANCHEZ CAMARGO, M. (2018). La construcción de opinión: posicionamiento y voz en textos académicos. En La lectura y la escritura en las disciplinas: lineamientos para su enseñanza; dirigido por Lucía Natale y Daniela Stagnaro. 1.º ed. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- CECCARELLI, E. A. (2008). Organismos genéticamente modificados. Explora. Programa de capacitación multimedial. Buenos Aires: Ministerio de Educación Ciencia y Tecnología.
- Consejo Federal de Educación (2010). Creación del Programa conectar igualdad, resolución N° 123. Buenos aires: Consejo Federal de Educación.
- DE LA VEGA-NARANJO, M.; LORCA-MARÍN A. A. y DE LAS HERAS-PÉREZ, M. A. (2018) Conocimientos y actitudes hacia la biotecnología en alumnos de último curso de Educación Secundaria Obligatoria. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 15(3), pp. 3301-1-3301-14. Disponible en: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3865/3977>.
- DRIVER, R., NEWTON, P. & OSBORNE, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. Science Education, 84, pp. 287-312.
- Estadísticas UNLPam. (2018). Departamento de Estadísticas. Secretaría Académica. UNLPam. Disponible en: <http://www.unlpam.edu.ar/departamentos/estadisticas>.
- DÍAZ MORENO, N. y JIMÉNEZ-LISO, M. R. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 9(1), pp. 54-70. Disponible en: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2751/2399>
- ESPAÑA, E. y PRIETO, T. (2009). Educar para la sostenibilidad: el contexto de los problemas socio-científicos. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencias, 6(3), pp. 345-354. Disponible en: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3679/3272>.
- GARMENDIA MUJIK, M. y GUIASOLA ARANZABAL, J. (2015). Alfabetización científica en contextos escolares: El Proyecto Zientzia Live! Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 12(2),

- pp. 294-310. Disponible en <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2922/2626>.
- GARRITZ, A. (2010). La enseñanza de la ciencia en una sociedad con incertidumbre y cambios acelerados. *Enseñanza de las ciencias*, 28(3), pp. 315–326. Disponible en: <https://ensciencias.uab.es/article/view/v28-n3-garritz/4-pdf-es>
- GÓMEZ, V. y ÁLVAREZ, G. (2020). Tecnologías digitales en la escuela primaria: las perspectivas de los docentes sobre su inclusión y la enseñanza en las aulas. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 20(11), pp. 9-26. Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/vesc/article/view/27434>
- Informe de autoevaluación de las capacidades para educar de la unidad académica y calidad académica de la carrera de Ingeniero agrónomo de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa (2004). Resolución N° 264/04 CD. Disponible en [https://actosresolutivos.unlpam.edu.ar/static\\_ecs/media/uploads/pdf/6\\_7\\_2004\\_264.pdf](https://actosresolutivos.unlpam.edu.ar/static_ecs/media/uploads/pdf/6_7_2004_264.pdf)
- Informe de Autoevaluación Segundo Ciclo de la carrera Ingeniería Agronómica de la Facultad de Agronomía de la UNLPam 2014. (2014). Aprobado por Resolución N° 276/14 CD. Disponible en: [https://actosresolutivos.unlpam.edu.ar/static\\_ecs/media/uploads/pdf/6\\_4\\_2014\\_276.pdf](https://actosresolutivos.unlpam.edu.ar/static_ecs/media/uploads/pdf/6_4_2014_276.pdf)
- LEACH, J. & Scott, P. (2003). Individual and Sociocultural Views of Learning in Science Education. *Science and Education*, 12(1), pp. 91-113.
- LITWIN, E. (2004). Prácticas con tecnología. *Praxis educativa*, 8(1), pp. 10-17.
- LITWIN, E. (2005). *Tecnologías educativas en tiempo de Internet*. 1° Edición. Buenos Aires: Amorrortu editores.
- OCCELLI, M.; VILAR, T. M; y VALEIRAS, N. (2011). Conocimientos y actitudes de estudiantes de la ciudad de Córdoba (Argentina) en relación a la Biotecnología. *Revista electrónica de Enseñanza de la Ciencias*, 10(2), pp. 227-242. Disponible en: [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen10/ART1\\_VOL10\\_N2.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen10/ART1_VOL10_N2.pdf)
- OCCELLI, M. (2013). Enseñar biotecnología en la escuela: aportes y reflexiones didácticas. *Revista Boletín Biológica*, 27, pp. 9-13.
- OCCELLI, M.; GARCÍA ROMANO, L. y VALEIRAS, N. (2018). La enseñanza de la biotecnología y sus controversias socio-científicas en la escuela secundaria: un estudio con profesores de biología de la ciudad de Córdoba (Argentina). *Tecné, Episteme y Didaxis: ted*, 43 (primer semestre), pp. 31-46.
- PARRA, S.A.A. y JIMÉNEZ, A. (2019). La argumentación escrita y el aprendizaje de la Biotecnología en estudiantes de décimo grado. Tesis para optar al título de Magister en Enseñanza de las Ciencias. Facultad de Estudios Sociales y Empresariales. Universidad Autónoma de Manizales, Bogotá.
- Plan Estratégico y Plan de Desarrollo Institucional (2011-2015) UNLPam. (2011). Resolución N° 269/2011 CS. Disponible en: [https://actosresolutivos.unlpam.edu.ar/static\\_ecs/media/uploads/pdf/4\\_7\\_2011\\_269\\_13BoLps.pdf](https://actosresolutivos.unlpam.edu.ar/static_ecs/media/uploads/pdf/4_7_2011_269_13BoLps.pdf)
- ROA ACOSTA, R. (2010). Referentes de la Biotecnología para la enseñanza de las ciencias naturales. *Biografía Escritos sobre la biología y su enseñanza*, (5), pp. 170-180.
- ROA ACOSTA, R. (2017a). Didáctica de la biotecnología en la escuela. *Biografía Escritos sobre la biología y su enseñanza*. Memorias del I Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología. VI Encuentro Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. ISSN 2027~1034. pp. 333-341.

- ROA ACOSTA, R. (2017b). Investigaciones sobre educación en Biotecnología y profesores. Revisión documental (1987-2013). *Biografía Escritos sobre la biología y su enseñanza*, 10 (18), pp. 89-110.
- ROA ACOSTA, R., González-Galli, L. y Valbuena, E. (2019). Implicaciones didácticas del concepto biotecnología. *Educación y Educadores*, 22(3), pp. 397-421. doi: <https://doi.org/10.5294/edu.2019.22.3.4>.
- SCOTT, P. & AMETLLER, J. (2007). Teaching science in a meaningful way: striking a balance between opening up' and closing down' classroom talk. *School Science Review*, 88(324), pp. 77-84.
- SIMONNEAUX, L. (2002). Analysis of classroom debating strategies in the field of biotechnology. *Journal of Biological Education*, 37(1), pp. 9-12.
- TARQUINO, a. V. (2018). El abordaje de los organismos genéticamente modificados en la formación docente. Tesis presentada para la obtención del grado de especialista en Educación en Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. En Memoria Académica. Disponible en: <http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/tesis/te.1606/te.1606.pdf>.
- VALVERDE-CRESPO, D., PRO-BUENO, A. Y GÓNZÁLEZ-SÁNCHEZ, J. (2018) La competencia informacional-digital en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la educación secundaria obligatoria actual: una revisión teórica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15 (2), 2105, doi: 10.25267/Rev\_Eureka\_ensen\_divulg\_cienc.2018.v15.i2.2105. Disponible en: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/4193/3869>