

## **Análisis de las Ideas Alternativas Prevalcientes en comisiones de la asignatura Biología del Ciclo Básico de la Facultad de Exactas (UNLP)**

*Marcelo Pardo<sup>1</sup>, Cecilia Cimino<sup>2</sup>, Santiago Rodríguez<sup>3</sup>, Osvaldo Capanini<sup>4</sup>  
y Ana Ves-Losada<sup>4,5</sup>*

*<sup>1,2,3,5</sup>Depto. de Cs. Biológicas, Fac. de Cs. Exactas, UNLP, <sup>2</sup>Centro de Investigación de Proteínas Vegetales (CIProVe), Depto. de Cs. Biológicas, Fac. de Cs. Exactas, UNLP, <sup>4</sup>Grupo de Didáctica de las Ciencias, IFLYSIB (CONICET-UNLP), <sup>3,5</sup>Instituto de Investigaciones Bioquímicas de La Plata, Profesor Doctor Rodolfo R. Brenner (INIBIOLP-CCT-La Plata-CONICET-UNLP)*

*<sup>1</sup>marcelofpardo@yahoo.com.ar*

### **Resumen**

En este trabajo se muestra el relevamiento de las ideas alternativas de los alumnos en Ciencias Naturales en la asignatura Biología, materia del Ciclo Básico Común (CiBEx) de la Facultad de Ciencias Exactas (UNLP). En el análisis se utilizaron diferentes recursos metodológicos como el análisis de material documental, resultados de evaluaciones, trabajo de aula y la elaboración de Inventarios Conceptuales, un instrumento adicional utilizado para relevar el aprendizaje de conceptos centrales para un campo dado del conocimiento. Los Inventarios comprenden un conjunto de preguntas de opción múltiple diseñadas para sondear la comprensión del estudiante en esos conceptos al principio y al final de la cursada. En una primera etapa se utilizó un Inventario Conceptual de diez preguntas sobre temas específicos sugeridos por los docentes de la asignatura. A partir del análisis de las respuestas, se determinaron las principales concepciones alternativas de los estudiantes sobre estos temas, coincidentes con las obtenidas en las evaluaciones y el trabajo de aula lo cual permitió modificar posteriormente las estrategias de aprendizaje y la evaluación de las técnicas de enseñanza en el curso.

**Palabras clave:** Ideas alternativas, Biología, Inventarios conceptuales.

### **1. Introducción Y Marco Teorico**

Una crítica frecuente sobre los cursos generales de biología es que están organizados según una lista de ideas que los estudiantes memorizan pero que no se conectan entre sí (D'Avanzo, 2008). Los estudiantes universitarios presentan hoy un perfil mucho más variado de conocimientos previos y todos ellos deben graduarse con un nivel básico de alfabetización biológica con el fin de participar como ciudadanos informados y prosperar en el mundo moderno (American Association for the Advancement of Science, 2009). Por ello es que se requiere un amplio acuerdo sobre cuáles son los conceptos disciplinarios fundamentales y sobre cómo evaluar la comprensión conceptual en lugar del conocimiento más tradicional basado en hechos específicos que dejan muchas veces a los estudiantes en un vacío conceptual, tratando de memorizar hechos tales como las etapas de la meiosis, los pasos en el ciclo de Krebs, los componentes de las uniones de adhesión celular, etc. (Klymkowsky, 2010).

Los alumnos, antes de la instrucción formal en determinados conceptos científicos, suelen desarrollar sus propias teorías explicativas de los fenómenos naturales en base a su experiencia de contactos con el medio natural y social. Estas concepciones previas a la instrucción o durante la misma interfieren de modo determinante en el aprendizaje de los conceptos científicos y se las consideran algo más que una explicación improvisada del individuo, son estructuras mentales que dan al sujeto una visión coherente de las cosas desde su perspectiva y que por lo general no suelen coincidir con la versión de los hechos que la ciencia propone y por lo tanto son difíciles de cambiar aún después de mediar una explicación científica. En Biología, existen muchos conceptos en donde los alumnos presentan este tipo de ideas alternativas (evolución, división celular, metabolismo, genética, etc.) por ello, resulta de gran importancia identificar estas ideas cuando los estudiantes resuelven situaciones problemáticas en ciencias (Espíndola y Cappannini, 2012) ya que permite al docente plantear instancias de aula que las consideren proponiendo esquemas epistemológicos apropiados para el desarrollo conceptual-disciplinar. Uno de los instrumentos utilizados para detectar estas ideas alternativas son los Inventarios Conceptuales.

Los Inventarios Conceptuales se originaron en física con los Inventarios de Concepto de Fuerza (FCI) (Hestenes *et al.*, 1992), pero desde entonces se han desarrollado para muchas otras áreas de la física y otras ciencias. Un Inventario Conceptual (IC) es un instrumento utilizado para relevar el aprendizaje de conceptos centrales para un campo dado bajo la forma de un conjunto de preguntas de opción múltiple diseñadas para sondear la comprensión del estudiante en esos conceptos (Kalas *et al.*, 2013). Son pruebas no tradicionales, diseñadas para una evaluación formativa más que sumativa ya que se centran en la comprensión conceptual en lugar de la memorización de contenidos. Las características más importantes de este instrumento es que sondean la comprensión conceptual de los alumnos, basándose en la investigación de las representaciones de los mismos al utilizar distractores diseñados y validados para que reflejen sus concepciones alternativas más comunes (D'Avanzo, 2008). La redacción de las preguntas debe estar escrita en un lenguaje que los alumnos comprendan, de preferencia con una redacción que los estudiantes han proporcionado en respuestas a entrevistas o en evaluaciones escritas para confirmar que están seleccionando una opción de respuesta dada en función de su comprensión del concepto y no debido a una mala interpretación de la pregunta.

## 2. Antecedentes

La asignatura Biología se dicta a partir del año 2002 con la vigencia de los nuevos planes de estudio y está dirigida a alumnos de las carreras tradicionales de la Facultad de Ciencias Exactas, UNLP (Licenciatura en Bioquímica, Farmacia y Licenciatura en Química) y de las nuevas carreras vigentes a partir del ciclo lectivo del año 2001 (Licenciatura en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Licenciatura en Biotecnología y Biología Molecular, Licenciatura en Ciencia y Tecnología Ambiental, Óptica Ocular y Licenciatura en Física Médica). Luego de la reestructuración de las carreras de la facultad, se incorporó un Ciclo Básico común a las ocho carreras antes mencionadas, con régimen semestral de cursadas, Teórico – Prácticas Integradas, obligatorias y con la posibilidad de aprobarlas por promoción. La asignatura

se dicta para alumnos de las mencionadas carreras que cursan el tercer semestre del Ciclo Básico y es la primera materia que pertenece al Departamento de Ciencias Biológicas de la Facultad, ya que en el primer y segundo semestre los alumnos han cursado las primeras asignaturas básicas de matemática, química y física. La única materia correlativa previa es "Introducción a la Química". Los contenidos de la asignatura se organizan en clases de tipo taller desde principios del año 2011, desarrollándose dos de estas clases por semana y una clase de trabajos prácticos de laboratorio.

### **3. Objetivos**

El objetivo de este trabajo ha sido relevar las ideas alternativas que tienen los alumnos acerca de conceptos clave de la biología en la asignatura Biología, observando los procesos de interacción de estas ideas con las propuestas desde las ciencias utilizando una metodología específica como los Inventarios Conceptuales.

### **4. Metodología**

Se trabajó con cuatro comisiones de la materia, dos durante el ciclo lectivo 2016 y dos en el 2017. A comienzos del 2016 se efectuó un relevamiento del curso (recursos humanos, horas de clase, tipos de aulas y medios materiales a disposición de los docentes) para tener conocimiento del entorno en el cual se realizó la investigación. En la recolección del material documental se hizo hincapié en los contenidos del programa de la materia, el material de estudio para los estudiantes y las evaluaciones escritas para el análisis del tipo de respuesta de los estudiantes ante determinados temas. Se realizaron consultas a los docentes de la asignatura preguntándoles cuáles eran para ellos las "grandes ideas" en la biología, cómo asociaban las mismas con el trabajo de aula y su perspectiva personal acerca de la enseñanza de estos temas para validar los conceptos centrales encontrados en la bibliografía o cambiarlos en función de la opinión y perspectiva de estos docentes. Al final de las cursadas se realizaron encuestas a los estudiantes para averiguar en qué temas habían tenido mayores dificultades y una consulta individual acerca de cuáles incisos del test les habían resultado confusos para poder modificarlos posteriormente. En una primera etapa se trabajó con preguntas de inventarios conceptuales tomados de bibliografía (D'Avanzo, 2008) a partir de las consultas con los docentes de las comisiones de trabajo para que, en una segunda etapa, puedan ser modificados en función de los resultados obtenidos.

### **5. Resultados**

Durante las consultas a los docentes surgieron varios temas que consideraron centrales dentro de las ciencias biológicas y que cubrían la totalidad del programa de la asignatura, la cual se dicta para diferentes carreras y es la primera materia de ciencias biológicas que tienen los alumnos. En función de esta lista de conceptos centrales, se seleccionaron preguntas de un test ya probado y validado por la bibliografía, a partir del cual se seleccionaron diez preguntas que fueron utilizadas al principio y al final de la cursada.

Al presentar el cuestionario a los alumnos se les aclaró que el mismo era de carácter anónimo y por lo tanto no tenía relación con los exámenes de aprobación del curso ya que el objetivo principal era lograr una mejora en la enseñanza de diversos temas del programa de la asignatura al establecer el nivel de conocimientos iniciales sobre los mismos. Se les pidió también que eligiesen con la mayor sinceridad posible respondiendo lo que pensaban y no lo que creían que era lo correcto. Los conceptos centrales involucrados en cada pregunta del Test fueron: (1) Fenómenos de difusión en células vegetales, (2) Obtención de energía entre plantas y animales, (3) Utilización de energía entre plantas y animales, (4) Selección natural, (5) Controles en un experimento, (6) Validez en un experimento, (7) Duplicación de ADN, (8) Interacciones moleculares, (9) Reordenamiento de lípidos en agua, (10) Información genética y herencia. Los resultados de los test tomados en las 4 comisiones durante el 2016 y 2017 se muestran en la figura 1.

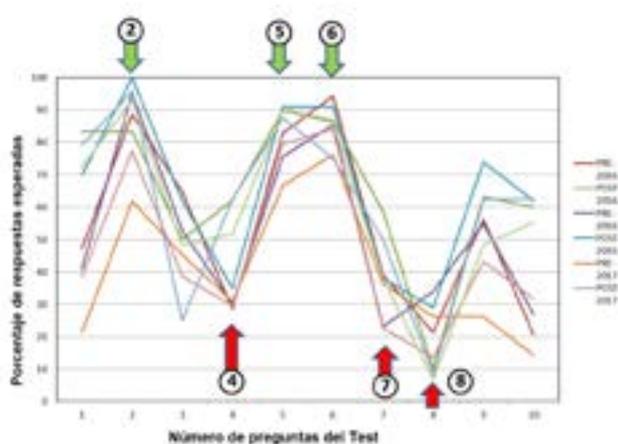


Figura 1. Resultados del Pre test y Post test durante las cursadas de 2016 y 2017. Las flechas indican las preguntas con mayor (en verde) y menor (en rojo) porcentaje de respuestas correctas.

Al analizar los resultados, se notó que algunas respuestas fueron muy similares entre las cuatro comisiones: la mayoría de los alumnos eligieron los incisos con las respuestas correctas en tres de las diez preguntas (2, 5 y 6: obtención de energía entre plantas y animales, controles en un experimento y validez en un experimento, respectivamente), e incisos diferentes en otras tres preguntas (4, 7 y 8: selección natural, duplicación de ADN, e interacciones moleculares, respectivamente). La similitud de respuestas en diferentes cohortes permitió a los docentes de la asignatura decidir que estas preguntas fueran reemplazadas por otras (en el caso de las tres primeras) en futuros test y verificar por una nueva vía, la dificultad de los alumnos en la comprensión de determinados temas.

Con respecto a la pregunta 1, hubo un aumento de respuestas correctas al tomar nuevamente el test al final de las cursadas en los cuatro periodos (76% en promedio). Con respecto a la pregunta 3 referida al uso de energía entre plantas y animales, se obtuvieron porcentajes bajos de respuestas correctas al final de los test, indicando que el tema no fue aprendido persistiendo otras ideas alternativas verificadas también en las respuestas de los exámenes parciales de la asignatura. Con respecto a la pregunta 4 (porqué la selección natural genera cambio evolutivo), hubo un aumento de respuestas correctas al tomar

nuevamente el test al final de las cursadas durante el 2016 (55% en promedio para tres de las comisiones), persistiendo en todos los casos la misma idea alternativa de uno de los incisos, con poca respuesta en los exámenes parciales de la asignatura. En la pregunta 8 referida a uniones entre moléculas la dispersión en los post test fue aún mayor que en los pre test, observándose una preponderancia de concepciones alternativas por sobre la opción correcta, indicando una grave confusión entre los alumnos con respecto a la unión general entre moléculas, algo muy importante ya que en la asignatura es un tema base para comprender estructuras celulares y procesos biológicos. Con respecto a las preguntas 7 y 9 (propiedades moleculares y funcionales), hubo un aumento de respuestas correctas al tomar nuevamente los test al final de las cursadas, con un rango de 40-60% para la pregunta 7 y 50-74% para la pregunta 9, sucediendo lo mismo en las respuestas de los exámenes parciales de la asignatura. Con respecto a la pregunta 10 (qué tan similar es tu información genética respecto a la de tus padres), hubo un aumento de respuestas correctas al tomar nuevamente el test al final de las cursadas (60% en promedio, pero con ideas alternativas persistentes en los test y en las respuestas de los exámenes parciales. Con respecto a la pregunta 2, las respuestas pre y post test mostraron siempre un alto porcentaje de respuestas correctas (93,1% en promedio en los post test), lo que significa que es un tema conocido por los estudiantes y que esta pregunta puede ser reemplazada por otra que represente un tema de mayor complejidad. Con respecto a las preguntas 5 y 6 (referidas a la parte experimental en ciencias naturales), hubo un aumento muy pronunciado de respuestas correctas en las cuatro comisiones (85-90% para ambas preguntas, lo que significa que es un tema conocido por los estudiantes y que algunas de estas preguntas pueden ser reemplazadas por otras que representen un tema de mayor complejidad. Para las preguntas que fueron respondidas correctamente por la mayoría de los alumnos (preguntas 2, 5 y 6) se decidió que, en futuros test, serán reemplazadas por otras preguntas nuevas referidas a temas en los que existan mayores problemas de aprendizaje, verificado a partir de la revisión de los exámenes escritos y el trabajo de aula, como son los temas referidos a enlace químico, solubilidad y difusión de partículas, bioenergética, estructura y función de ácidos nucleicos, selección natural y división celular. En función de esto, la pregunta 2 apunta al transporte pasivo de partículas, la pregunta 5 a la división celular sexual (meiosis) y la pregunta 6 al tamaño de las estructuras biológicas.

En este trabajo hemos considerado el concepto de "ideas alternativas prevalecientes" (IAP) como aquellas opciones (incisos) que fueron elegidas por el estudiante con igual o mayor porcentaje respecto a la opción correcta en un determinado tema luego de comparar sus respuestas en el pre y post test y que por lo tanto han sido tenidas en cuenta durante el desarrollo del tema correspondiente en clase para asegurar su correcto aprendizaje.

Durante el periodo 2016, las ideas previas que prevalecieron en los estudiantes se reflejan en los incisos de las siguientes preguntas: 4c ("La selección natural produce cambio evolutivo por la producción de genes necesarios para nuevos entornos"), 7c ("La secuencia de bases codifica la información y esto hace que los ácidos nucleicos puedan copiar la información genética de forma efectiva"), 8d ("Una unión correcta entre moléculas encaja perfectamente, como una pieza de un rompecabezas") y 10b ("Tenemos un conjunto de genes similares a los de nuestros padres quienes los han heredado de sus respectivos

padres”). Durante este periodo hubo una disminución en el porcentaje de respuestas a estos incisos en el post test, con excepción de la idea previa de la pregunta 8, la cual perduró hasta final de la cursada. Durante el periodo 2017, las ideas previas prevalecientes fueron detectadas en las preguntas: 1a (“El agua reacciona con sus paredes celulares aumentando su rigidez”), 3d (“Los animales usan energía para trasladarse, las plantas no pueden”), 4c, 7c y 8d (coincidentes con el periodo 2016), 9c (“Los lípidos pueden formar micelas y las bicapas, debido a su capacidad para unirse específicamente a otras moléculas de lípidos”) y 10d (“Dependiendo de los tipos de gametos formados, podrías tener una gran cantidad de información genética de uno de tus padres y muy poca del otro”). Durante este periodo 2017 hubo una disminución en el porcentaje de respuestas a estos incisos en el post test, con excepción de las ideas previas de las preguntas 7 y 8, las cuales perduraron hasta final de la cursada. Con respecto al inciso d de la pregunta 3, hubo un aumento significativo de esta idea previa al finalizar el curso. Al final de cada cursada se realizó una encuesta a los alumnos para averiguar en qué bloques temáticos habían tenido mayores dificultades. De su análisis surgió que la mayoría (92% en promedio entre 2015 y 2017) aseguraron que habían comprendido e incorporado los temas de los cinco bloques temáticos, aunque también admitieron necesitar profundizarlos (principalmente los bloques 2 y 3). En la misma encuesta, casi el 50% de los alumnos consideraron que comprendían un tema cuando podían relacionarlo con otros temas dentro del temario de la asignatura, y lo consideraban comprendido e incorporado cuando podían llegar a explicarlo con sus propias palabras y esta explicación coincidía con los textos de la bibliografía o con una corrección positiva en las evaluaciones. La consulta a nivel individual se realizó durante la última semana de clases con una duración promedio de 5 minutos en donde los alumnos indicaron cuáles fueron las preguntas e incisos que les resultaron confusos o difíciles de entender. Durante la consulta pudo observarse que la mayor parte de las dificultades señaladas por los alumnos eran de naturaleza conceptual y en menor medida por el lenguaje y tipo de redacción de los enunciados e incisos, lo que llevó a una revisión de los mismos.

## 6. Conclusiones

En este trabajo se relevaron cuáles son los conceptos estructurantes de la biología como disciplina para algunos docentes de la asignatura Biología del Ciclo Básico de la Facultad de Ciencias Exactas. A partir de estos conceptos, se indagaron las ideas previas que tenían los alumnos acerca de estos temas durante la cursada utilizando los Inventarios Conceptuales como metodología específica. Estos temas resultan ser claves a medida que los estudiantes van avanzando en sus carreras y son necesarios para comprender los conceptos del resto de las materias biológicas, de modo que es importante analizar estas preguntas y detectar a tiempo la presencia de concepciones alternativas. Los incisos de las preguntas del test fueron elegidos precisamente por ser distractores que reflejan algunas de las concepciones alternativas más comunes para cada tema. En la pregunta 8 referida a uniones entre moléculas se detectaron dos concepciones alternativas en un alto porcentaje: “ambas moléculas se envían señales entre sí” y “una unión correcta encaja perfectamente, como una pieza de un rompecabezas”. Este tipo de representaciones sobre la estructura de

la materia suelen provenir de asignaturas previas a biología cuando el alumno no ha logrado afianzar los conceptos básicos sobre átomos y moléculas confundiendo los conceptos de unión e interacción química (Espíndola y Cappannini, 2012) y pueden llegar incluso a persistir a lo largo de la carrera. Un gran porcentaje dentro de los alumnos consultados tuvo problemas al responder esa pregunta. En la pregunta 4: porqué la selección natural genera cambio evolutivo, hubo una persistencia de respuestas orientadas a que el cambio se genera “por producción de genes necesarios para nuevos entornos”, una representación lamarckiana bastante generalizada en genética en la cual se piensa que existe una suerte de “intención” de los seres vivos para adaptarse al entorno. Todas estas ideas alternativas pudieron ser detectadas con el uso del test y han sido tenidas en cuenta durante el desarrollo de cada tema en clase para asegurar su correcto aprendizaje.

De la consulta con los alumnos pudo determinarse cuales fueron los enunciados e incisos de las preguntas que debían ser revisados, y aquellas preguntas que fueron respondidas correctamente por la mayoría de los alumnos se reemplazaron por otras preguntas nuevas referidas a temas en donde se verificó que existían mayores problemas de aprendizaje durante los exámenes escritos y el trabajo de aula, ajustando así el test a la realidad de la asignatura. Estos resultados demuestran que los Inventarios Conceptuales constituyen una herramienta adicional a las que ya posee el docente en el aula para sondear la comprensión del estudiante en conceptos clave y sus concepciones alternativas asociadas más comunes, permitiendo modificar a partir de los mismos las actividades de aula, optimizando el aprendizaje y la evaluación de las técnicas de enseñanza.

## Referencias Bibliográficas

- American Association for the Advancement of Science (2009, 15 de julio). Vision and change in undergraduate biology education a call to action. Washington DC. Recuperado de: <http://visionandchange.org/>.
- D'Avanzo, C. (2008). Biology Concept Inventories: Overview, Status, and Next Steps. *BioScience*, 11(58): 1-7.
- Espíndola, C. y Cappannini, O. M. (2012). Obstáculos en la evaluación diagnóstica. Una propuesta de superación mediante la identificación de modelos presentes en el curso. *Educación Química*, 23(4): 484-491.
- Hestenes, D.; Wells, M. y Swackhamer, G. (1992). *Force Concept Inventory*. *PhysicsTeacher* (30): 141-158.
- Kalas, P.; O'Neill, A.; Pollock, C. y Birol, G. (2013). Development of a Meiosis Concept Inventory. *CBE-Life Sciences Education* (12): 655-64.
- Klymkowsky, M. W. (2010). Thinking about the Conceptual Foundations of the Biological Sciences. *CBE-Life Sciences Education*, (9): 405-407.