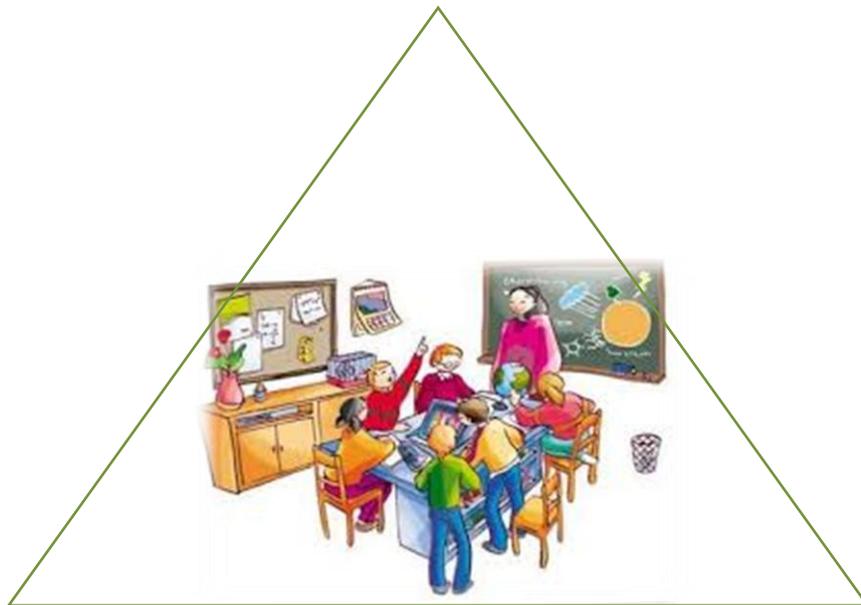


CUADERNOS DE DIDÁCTICA PARA LA FORMACIÓN DOCENTE INICIAL Y CONTINUA



N° 1

Estrategias didácticas para enseñar Biología

ANA LÍA DE LONGHI
Compiladora



communicare



CUADERNOS DE DIDÁCTICA PARA LA FORMACIÓN DOCENTE INICIAL Y CONTINUA



Estrategias didácticas para enseñar Biología

ANA LÍA DE LONGHI
Compiladora

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

Idea y diseño de tapa: Mariel E. Rivero

Corrector de estilo: Mariel E. Rivero

Estrategias didácticas para enseñar biología / Gonzalo Miguel Ángel Bermudez ... [et al.] ; compilado por Ana Lía de Longhi. - 1a ed. - Córdoba : Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 2015.
CD-ROM, DOC

ISBN 978-950-33-1223-0

1. Estrategia. 2. Equipo de Laboratorio de Enseñanza. 3. Tecnología de la Información y las Comunicaciones. I. Bermudez, Gonzalo Miguel Ángel II. Longhi, Ana Lía de , comp.
CDD 371.1

Fecha de catalogación: 04/12/2015

Esta publicación ha contado con subsidios del Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Provincia de Córdoba (Resolución N° 113/2011) y de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba (Resolución Rectoral N° 1565/2014).

ÍNDICE

<u>Prólogo</u>	8
<u>Introducción</u> . <i>Ana Lía De Longhi</i>	10
<u>La indagación dialógica problematizadora. Su planificación y desarrollo para enseñar y aprender Biología</u> . <i>Ana Lía De Longhi y Gonzalo M.A. Bermudez</i>	13
<u>Anexo IDP</u>	55
<u>Las experiencias de laboratorio. Caracterización, planificación y desarrollo de una estrategia didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de la Biología</u> . <i>María Soledad Martínez</i>	96
<u>Aportes didácticos para una inclusión genuina de las TIC en los procesos de enseñanza de la Biología</u> . <i>Mariel E. Rivero</i>	135
<u>Anexo TIC</u>	185
<u>Sobre los autores</u>	192

PRÓLOGO

Actualmente la formación docente se ve interpelada por múltiples demandas tanto desde las variadas realidades de las prácticas en instituciones educativas cuanto desde los avances en los conocimientos disciplinares y educativos. La Didáctica Especial, como nexo entre ambos conocimientos y desde sus propias investigaciones e innovaciones, desarrolla aportes teóricos y prácticos para el diseño, implementación y evaluación de situaciones de enseñanza y de aprendizaje. Su problemática central es la interrelación entre la enseñanza y el aprendizaje de contenidos, su transposición y comunicación. Cada clase está mediada por dichos procesos, donde ocurren transacciones, tanto sociales como cognitivas, guiadas desde las actuaciones de docente y estudiantes, desde las estrategias que se implementan y desde los materiales que se emplean.

La Didáctica de las Ciencias, como la Biología, suma a lo anterior la influencia de las decisiones derivadas de las propias características del contenido. Por ello, actualmente se incluye como tema en la formación docente la noción de “conocimiento didáctico del contenido” ya que enseñar va más allá del conocimiento de la propia disciplina. Lo anterior marca la necesidad de incluir diversos saberes, como los relacionados con la forma de secuenciar, organizar o ir complejizando el contenido, el diseño de actividades y las estrategias que lo posibilitan, entre otros.

Desde la perspectiva anterior, las Cátedras de Didáctica General y Didáctica Especial del Profesorado en Ciencias Biológicas proponen estos **cuadernos** destinados a la formación docente inicial y continua. Los mismos incluyen tanto fundamentos teóricos como estrategias didácticas probadas o investigadas en diferentes contextos, contribuyendo así a la mejora de la enseñanza y del aprendizaje de la Biología.

Cada cuaderno agrupa el tratamiento de diferentes temas y presenta un recorrido de autoformación para quien lo lee. Dicho proceso incluye recomendaciones para el análisis de los aspectos teóricos, relatos de experiencias, actividades para realizar a

medida que se transita la lectura del texto y sugerencias para continuar con la reflexión sobre cada tema.

El propósito de estos cuadernos es presentar a docentes en formación inicial y continua un conjunto de temáticas que aporten a la toma de decisiones en el diseño y en la implementación, de manera fundamentada e innovadora, estableciendo un vínculo entre teoría y práctica desde un formato dialógico que pretende interactuar con el lector.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento didáctico tiene un fuerte constitutivo teórico, el cual se va enriqueciendo por la experiencia que el docente acumula desde su recorrido profesional. En la misma interactúan permanentemente los conocimientos fundamentados y los datos de la práctica. Así, cada docente va acumulando un repertorio de estrategias ancladas en variadas metodologías y contextos.

Construir una noción de “estrategia de enseñanza”, en el proceso de formación docente, requiere analizar autores, reflexionar, cuestionarse y buscar ejemplificaciones en contextos particulares. Sabemos que las situaciones de clase transcurren guiadas por secuencias de actividades, organizadas en torno a estrategias de enseñanza. Ellas delimitan un contexto que da sentido y finalidad a un conjunto de actividades.

Una estrategia puede diferenciarse de otra, por ejemplo, por el contenido que aborda, por el enfoque que se elige, por el orden y tipo de actividades que incluye, por la finalidad que tiene, por el contexto donde se implementa, por los recursos que usa, por la gestión que requiere, por las formas de participación que promueve, entre otras. Pero en todos los casos lo *estratégico* es el recorrido propuesto, el cual forma parte del diseño y se prueba en el desarrollo de las clases. Algunos autores sostienen que el término “estrategia” se puede ver como un sustantivo o como un adjetivo, por ello podemos preguntarnos: *¿cuándo un conjunto de acciones son estratégicas?, ¿qué variedad de estrategias hay?*

Estas preguntas suponen que un docente *selecciona una estrategia* para una clase o un conjunto de ellas y a la vez, supone que es un *camino estratégico* para abordar determinada temática. Cada vez que se diseñan e implementan estrategias de enseñanza, los docentes deben contemplar la complejidad de las variables que interactúan en cada momento, sin perder de vista el propósito de la tarea, el carácter del contenido y las condiciones particulares del contexto.

En este tomo se reúnen tres de las estrategias que hemos tenido oportunidad de vivenciar en los procesos de formación docente y que nos gustaría se usen en clases de Biología. Ellas son:

La indagación dialógica problematizadora (IDP) está focalizada en guiar el análisis de una situación problema, desde lo verbal. Se propone para movilizar representaciones, conocimientos previos y diferentes ángulos de análisis de una temática particular. Sigue un camino de cuestionamiento de ideas que permite ir complejizando el tratamiento de un tema a medida que se busca una respuesta al problema inicial. En este capítulo se ejemplifica para múltiples temas de Biología.

El laboratorio (LAB) puede ser entendido no solo como un espacio físico diferente al aula, sino como un contexto para actividades tendientes a poner en escena los procesos y las técnicas de la construcción de la ciencia experimental. Se focaliza en el trabajo sobre las actividades de la ciencia y el proceso de investigación que requiere datos empíricos. En este capítulo se presenta el diseño de esta estrategia para un tema de Biología.

Las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) se presentan como recursos, medios o entornos para enseñar y aprender y para acceder al conocimiento más allá de lo presencial, del pizarrón, del lápiz y el papel. Propone diferentes vías de acceso a la información, así como distintas maneras de construir o re-construir el conocimiento. En este capítulo se proponen dos experiencias de uso de TIC para temas de ciencias naturales, entre ellos, la Biología.

LA INDAGACIÓN DIALÓGICA PROBLEMATIZADORA



LA INDAGACIÓN DIALÓGICA PROBLEMATIZADORA
Su planificación y desarrollo para enseñar y aprender Biología

Ana Lía De Longhi¹ y Gonzalo M.A. Bermudez^{1,2}

¹ Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Cátedras de Didáctica General y Especial. Argentina. ² CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas), Argentina.

ÍNDICE

Introducción	14
I. Las bases de la estrategia: la indagación, la problematización y la dialogicidad	16
II. Caracterización de las etapas de la estrategia didáctica	23
II.A Planificación de la clase	24
A.1 La situación problemática	24
A.2 Las respuestas al problema y posibles intervenciones	27
II.B Implementación de la estrategia IDP	33
B.1 Etapa de presentación del problema a los alumnos	33
B.2 Etapa de activación y confrontación de las ideas de los alumnos	34
B.3 Etapa de re-direccionamiento de las intervenciones y respuesta al	

problema	36
B.4 Etapa de recuperación de las intervenciones y realización de cierres parciales	37
B.5 Etapa de introducción de conocimiento nuevo	38
B.6 Etapa de vuelta al problema original y revisión de las respuestas iniciales de los alumnos para enriquecer sus argumentos	40
B.7 Etapa de metacognición	41
B.8 Etapa de transferencia y síntesis final	42
B.9 Etapa de planteo de nuevos problemas y evaluación del proceso	42
III. La IDP y su relación con las características del contenido	44
Referencias bibliográficas	51
Anexo	55

Introducción

Para explicar la estrategia “indagación dialógica problematizadora” (IDP) es conveniente ubicarse en lo que llamamos “modelo de situaciones didácticas” el cual se describe desde la relación entre los tres vértices del “triángulo didáctico”: el docente (que activa a los alumnos y arma las situaciones de clase), los alumnos (que se involucran al resolver las actividades) y el conocimiento (que se transpone y se construye en el aula) (Brousseau, 1986). Además, dicho modelo vincula los tres polos desde dos procesos: el *enseñar* y el *aprender* (D’Amore & Fandiño Pinilla, 2002). Tales relaciones se completan con otros dos procesos como son la transposición del contenido

y la comunicación entre docente y alumnos (De Longhi & Echeverriarza, 2007) (Ver Figura 1).



Figura 1 - Modelo del "triángulo didáctico" que representa los elementos y procesos principales de las situaciones didácticas.

Justamente, ese proceso de interacción comunicativa adquiere una *secuencia particular* en la IDP, activando desde el discurso las representaciones y saberes de los alumnos, guiando su involucramiento en el análisis de un problema y legitimando las respuestas. Lo anterior se enmarca en un posicionamiento *constructivista*, el cual considera que la reconstrucción del conocimiento en el aula requiere un intercambio constante entre los participantes y de ellos con el conocimiento (Coll, 2001).

Veamos a continuación el significado de cada uno de los conceptos que dan el nombre a esta estrategia.

I. *Las bases de la estrategia: la indagación, la problematización y la dialogicidad*

La *indagación* (I) es la que utiliza el docente a través del diálogo para trabajar y analizar un tema, sacando a la luz principalmente las ideas previas y/o cotidianas, buscando diferentes ángulos de análisis, conjeturando respecto de algo presentado como problema, argumentando, estableciendo relaciones entre conceptos y/o procesos. Es decir que desde la *conversación* de la clase y las propuestas de *actividad* se genera un proceso de *investigación exploratoria verbal* sobre un tema, concretando una “*dinámica en espiral*” para el tratamiento de dicho tema-problema. Para Coll, Onrubia & Majós (2008), la “*dinámica*” refiere a los cambios en las funciones instruccionales de los segmentos de interactividad, en los patrones de actuación y en la presentación del contenido. El trabajo en espiral es posible gracias a las intervenciones del docente que van legitimando lo que se habla, retomando respuestas y promoviendo el meta-análisis del proceso constructivo del grupo clase. Además, la indagación permite lo que Wells (2000) denomina “*espiral del conocimiento*”, siguiendo las etapas de: (i) experiencia: aproximación de primera mano con la actividad (del alumno solo o con otros), (ii) información: ganada por la observación o, particularmente en nuestro caso, a través del discurso de otros, (iii) construcción de conocimiento: a través del discurso de tipo “*progresivo*”, que se centra en el objeto de la actividad y se propone dar una respuesta a una *pregunta*, o la solución a un *problema*, que haya surgido en la actividad, (iv) comprensión: es el objetivo del conocer en todo hecho educativo. Por último, el “*discurso progresivo*” describe el proceso por el cual el intercambio, el cuestionamiento y revisión de opiniones lleva a entender que el *ponerse de acuerdo entre todos* es un valor superior a la comprensión propia inicial (Bereiter & Scardamalia, 1996).

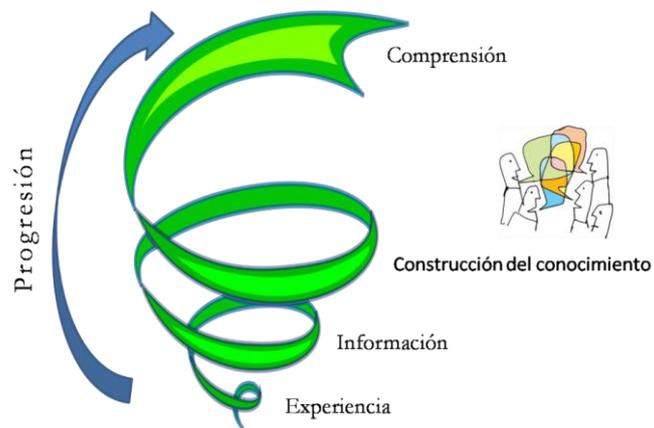


Figura 2.- Espiral del conocimiento que permite un discurso progresivo. Adaptado de Wells (2000).



Para pensar...

- ✓ Indagar es mucho más que formular una pregunta a un alumno sobre un tema, por ejemplo: “¿cómo se llama la membrana de la célula?”, y luego valorar la respuesta como positiva o negativa.
- ✓ La indagación es más la *dinámica* que se genera en la serie de preguntas y respuestas entre el docente y los alumnos (circularidad) que las preguntas en sí.
- ✓ Indagar el conocimiento de los estudiantes no es un proceso *espontáneo*, *azaroso*, *desestructurado* o *prescindible*, pues ocurre *adrede*, cuando se lo ha *planificado* y generado su espacio en la práctica, es *sistemático* pues requiere de acciones *ordenadas*, *continuas* y *regulares*, y representa una *etapa* que, si no tiene lugar, está en duda la continuidad de la estrategia.



Actividad sugerida 1

- a) En el texto de De Longhi et al. (2012) se presenta una clasificación de las intervenciones verbales de docentes y alumnos según su tipo y finalidad. Para ir comenzando con el análisis de la IDP, y recuperando la lectura del artículo, sería bueno buscar respuesta al siguiente interrogante: ¿qué tipo de preguntas del docente favorecen la indagación del conocimiento de los alumnos?
- b) En el gráfico de la Figura 2 se usa una analogía a través de la representación de un espiral. ¿Cómo se podría explicar el proceso de indagación desde esta figura?, ¿qué sucedería si la representación fuera de una línea recta?
- c) ¿Con qué propuestas para *organizar* y *secuenciar* los *contenidos* (de las vistas en cursos de didáctica) se puede relacionar más estrechamente el espiral del conocimiento y el discurso progresivo?

Bibliografía:

De Longhi, A. L., Ferreyra, A., Peme, C., Bermudez, G. M. A., Quse, L., Martínez, S. Iturralde, C. & Campaner, G. (2012). La interacción comunicativa en clases de ciencias naturales. Un análisis didáctico a través de circuitos discursivos. *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.*, 9(2), 178-195. (Accede desde [aquí](#)).

Para describir el aspecto **dialogico (D)** de la estrategia debemos definir lo que entendemos por “diálogo”. Para ello tomamos la conceptualización de Wells (2000) sobre la cual *diálogo* refiere más comúnmente a la interacción “cara a cara” utilizando los recursos del lenguaje hablado. Este es ciertamente el modo en el que primero se experimenta el diálogo y sigue siendo el más ubicuo y versátil, aunque los medios para

la construcción del conocimiento no se limitan a esta vía. En este sentido, como expresáramos en De Longhi, Bermudez, Abensur & Ruiz-Moreno (2014), se reconoce una intencionalidad anclada en la idea de *dialogicidad* en el proceso social de la enseñanza, la que se vincula con la teoría de la acción dialógica de Freire (1975) y la indagación dialógica de Wells (2001). En el primer caso, en el libro “Pedagogía del Oprimido”, Paulo Freire¹ propone una explicación de la importancia y la necesidad de un diálogo pedagógico emancipador de los oprimidos en oposición a la enseñanza de la clase dominante, que contribuya a su liberación y su transformación (Cabral, 2005). Según este autor, en esta pedagogía, el maestro, a través de una educación dialógica problematizante, basada en la confianza en la gente y en la creación de un mundo donde cada hombre se valora por lo que es, busca educar y formar a las personas para la transición de la conciencia ingenua a la conciencia crítica y liberadora. En este sentido, evitar el diálogo es temer a la libertad y descreer en las personas.

Por otro lado, Wells propone una enseñanza y aprendizaje en los cuales el conocimiento sea co-construido entre el profesor y los estudiantes mientras “se comprometen en actividades conjuntas, que son negociadas más que impuestas” (Wells, 1999, p. 227). En este proceso cobra valor la mediación semiótica como la principal vía por la que los alumnos pueden buscar soluciones a los problemas cotidianos con los recursos existentes en la sociedad. Los fundamentos psicológicos de la indagación dialógica de Wells (2001) se encuentran en la propuesta de Vygotsky² (1995) sobre la construcción histórico-social del conocimiento y sus argumentos psicolingüísticos en la consideración del lenguaje como mediador de los escenarios educativos. En este sentido, la *zona de desarrollo próximo* (ZDP) planteada por Vygotsky constituye el espacio específico de interacción en el que la intervención y la mediación interpersonal de adultos o individuos más expertos en el manejo de los conocimientos y herramientas

¹Paulo Reglus Neves Freire (1921-1997) fue un educador y experto en temas de educación, de origen brasileño, nombrado como uno de los más influyentes teóricos de la educación del siglo XX.

²Lev Vygotski (1896-1934) fue un psicólogo nacido en el Imperio Ruso (actual Bielorrusia), de origen judío, que fue y es uno de los más destacados teóricos de la psicología del desarrollo, fundador de la psicología histórico-cultural.

culturales pueden favorecer en un aprendiz un funcionamiento inter-psicológico que vaya más allá de su funcionamiento intra-psicológico individual (Coll et al., 2008).

En este contexto, la IDP plantea así un cambio respecto a una enseñanza “tradicional”, donde se pasa de un docente que solo transmite mensajes estructurados a uno que cumple el rol de animar y facilitar el proceso de construcción, buscando evitar la uni-direccionalidad del mensaje y promoviendo la circularidad del mismo (De Longhi et al., 2012). En investigaciones didácticas realizadas por estos autores, en las que prueban y analizan la estrategia IDP surgen, como resultado de la *circularidad* que adquiere el proceso comunicacional, instancias de narración, descripción, reflexión, explicación, discusión, argumentación y fundamentación de ideas. Además se corroboró que la dinámica promovida posibilita la construcción de distintos significados individuales y grupales en la clase. Como expresa Lemke (2012), el intercambio de mensajes en una clase permite construir tres tipos de significados: los creados desde el propio intercambio, los presentados y puestos en escena por cada participante desde su realidad social-profesional, y los interpretados por el docente y los otros participantes. A su vez, la estrategia IDP promueve, orienta y enriquece el diálogo entre los diferentes actores de la clase a través de debates y discusiones, las que traen aparejados cambios de opinión, la expresión de diferentes puntos de vista, la argumentación y la búsqueda del consenso.

También desde la dinámica de la clase la estrategia plantea un cambio en relación a los turnos de habla y la frecuencia de participación de los alumnos. Ellos intervienen durante toda la clase y de manera coherente y válida respecto del tema en tratamiento. Además, la guía y vigilancia permanente del docente se orienta respecto a mantener una lógica de desarrollo del tema ensamblada con la lógica del intercambio discursivo y tendiente a mantener el *patrón temático* o “patrón de vinculaciones entre los significados de las palabras en un campo científico en particular” (Lemke, 1997, p. 29).



Para saber más sobre *el contexto socio-histórico de los trabajos aportados por Vygotsky y Freire* se sugiere revisar el Anexo, al final de este capítulo (accede desde [aquí](#)).



Actividad sugerida 2

En el artículo que analizamos en la Actividad sugerida 1 (De Longhi et al., 2012) se presentan distintos circuitos comunicativos entre docente y alumnos en función de los intercambios verbales y la funcionalidad didáctica de los mismos.

a) ¿Qué modelo se corresponde con la uni-direccionalidad del mensaje que se critica? Esquematízalo y justifica tu respuesta.

b) ¿Qué tipo de circuitos discursivos se relacionan más estrechamente con la IDP?

Bibliografía:

De Longhi, A. L., Ferreyra, A., Peme, C., Bermudez, G. M. A., Quse, L., Martínez, S. Iturralde, C. & Campaner, G. (2012). La interacción comunicativa en clases de ciencias naturales. Un análisis didáctico a través de circuitos discursivos. *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.*, 9(2), 178-195. (Accede desde [aquí](#)).

Por último, la IDP incluye la condición de **problematización (P) del contenido**. Podemos decir inicialmente que un problema es una situación que presenta dificultades para las cuales no hay soluciones evidentes o una respuesta inmediata (Becerra Labra,

Gras-Martí & Martínez Torregosa, 2004). Por ello el tratamiento de situaciones problemáticas da lugar a un hilo conductor que va permitiendo abordar los temas y abriendo nuevos interrogantes (Verdú Carbonell, Martínez Torregrosa & Osuna García, 2002).

Si nos preguntáramos por qué problematizar en la escuela, podríamos dar tres razones: (a) según Gil Pérez et al. (1999) la estrategia de resolución de situaciones problemáticas abiertas puede generar interés en los estudiantes para el aprendizaje y constituye una de las propuestas más coherentes con la construcción de conocimientos científicos; (b) según Bermudez & De Longhi (2011) ayuda a los alumnos a aumentar el nivel de comprensión y a abordar los contenidos en *niveles de complejidad creciente*; y (c) según Freire (1975) por el carácter político de la acción educativa, que debe comprometerse con la transformación social y el conocimiento de los derechos y deberes de los ciudadanos. Paulo Freire también resalta el hecho de que los problemas deben surgir y acogerse a la realidad, por lo que tienen que manifestarse con todas sus posibles contradicciones, posibilitando que los estudiantes se vean insertos en el mundo y desafiados a responder a nuevas coyunturas (Cyrino & Toralles-Pereira, 2004).

A su vez, la discusión desde las situaciones problemáticas pone en juego procesos lingüístico-cognitivos propios del área y el uso de lenguajes específicos, poniendo a prueba no solo lo que sabe sino también la capacidad de interpretar, seleccionar información relevante, establecer relaciones, dar respuestas hipotéticas, argumentar, discutir, fundamentar, desarrollar actitudes, proceder con una lógica científica y expresar decisiones.

De manera general podemos decir que esta estrategia permite que los alumnos recuperen tanto sus contextos de referencia (ya sean cotidianos o de escolarización previa), como sus saberes sobre contenidos o sobre actividades, integrando lo que piensan y lo que hablan (contexto mental y contexto lingüístico).

Plantear situaciones didácticas donde el conocimiento surge de retomar lo que el alumno ya sabe y de un cuestionamiento al contenido disciplinar, creando un referente en el alumno para anclar su comprensión, da claras evidencias de la necesidad de revisar

las prácticas con modelos exclusivamente transmisivos. En este contexto, se hace una tarea didáctica necesaria encontrar situaciones problemáticas que generen la movilidad del conocimiento, dándole un carácter funcional, así como planificar y reflexionar sobre la interacción dialógica que surja con los estudiantes a partir de ellas (De Longhi et al., 2014).



Para saber más sobre *los tipos de problemas en la enseñanza de las ciencias* se sugiere revisar el Anexo, al final de este capítulo (accede desde [aquí](#)).



Para saber más sobre *la diferencia entre la problematización y el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)* se sugiere revisar el Anexo al final de este capítulo (accede desde [aquí](#))

II. Caracterización de las etapas de la estrategia didáctica

El *propósito* que persigue un docente al implementar IDP es el de activar un proceso de búsqueda de respuestas fundadas a una situación que se plantea como problema. Los *logros potenciales* para los estudiantes que participen de la implementación de IDP para analizar un tema se relacionan con ser capaces de tomar

consciencia sobre sus ideas, establecer relaciones con el conocimiento nuevo, conjeturar, buscar información y expresarse verbalmente con un lenguaje científico.

La *secuencia de actividades* que debería seguir un docente para planificar y desarrollar sus clases con la IDP son:

II. A. *Planificación de la clase*

En este apartado nos centraremos solamente en la planificación de un aspecto técnico de la clase o de la unidad didáctica, y no por ello menos importante, la situación problemática y su posible solución.

A.1 **La situación problemática**

En términos generales, podemos decir que durante la planificación se deben imaginar y establecer los “supuestos” de participación y la secuencia de tratamiento de un tema en una clase desde tres momentos: (i) *de inicio* o incentivación y recuperación de ideas previas, (ii) *de desarrollo*, que promuevan la construcción de significados compartidos, y (iii) *de cierre* o *fin de la legitimación* de lo dado.

El equipo docente a cargo debe también pensar de antemano cuándo, cómo y qué tipo de intervención realizar, los tiempos dados a los alumnos, la flexibilidad en la forma de ir secuenciando los contenidos, los tipos, niveles y momentos de realizar las legitimaciones de contenidos y procesos, la participación de los alumnos, la consideración de una o varias rutas de análisis del contenido.

La principal tarea de esta primera etapa es elaborar una **situación problemática** que se presentará a los alumnos al inicio de la clase. Para ello se debería identificar el *tema*, los *interrogantes asociados*, el *grado de apertura de los problemas* a fin de promover el intercambio de ideas, la recuperación de diferentes referentes y la introducción de conocimientos nuevos, y las posibles respuestas. A su vez, realizar un *diagnóstico del grupo* de alumnos a fin de que la problematización retome los contextos sociales e institucionales en los que actúan los participantes. Paralelamente delinear los

logros de aprendizaje esperados y las actividades derivadas del planteo inicial del problema. En otras palabras, se debe diseñar la lógica de tratamiento para cada tema, es decir, su *recorrido temático*.

A continuación presentamos un ejemplo de problematización en una innovación probada para un tema de Biología en la escuela secundaria. En el Anexo, al final de este capítulo se ofrecen otros ejemplos (accede desde [aquí](#)). Cabe mencionar que a lo largo de este escrito, iremos retomando dichas problematizaciones para ejemplificar cada etapa de la IDP.

Ejemplo 1: *La diversidad biológica y los disturbios* (Bermudez, 2007). En el marco del tema *Ambiente y Ecología*.

¿Ecologistas incendiarios? Durante décadas, los gobiernos encargados de los parques y las reservas han intentado preservar el patrimonio natural de sus países clausurando grandes regiones con altos niveles de diversidad, ricas en endemismos, o amenazadas por el hombre. Sus argumentos se basan en que evitando cualquier tipo de actividad antrópica (caza, pesca, construcciones, turismo, incendios, etc.) y minimizando aquellos fenómenos que pueden darse ‘naturalmente’ (como el fuego, las inundaciones, etc.) se logra mantener estables a los ecosistemas, y dentro de ellos, a especies de interés o en peligro de extinción.

Pero en los últimos años, un grupo de ecólogos (que también se hacen llamar ‘conservacionistas’) ha empezado a incendiar partes de los parques nacionales en Estados Unidos y Australia aludiendo a que, de esta forma, el sistema se conserva mejor, dándose una mayor diversidad de especies.

En Argentina, Córdoba específicamente, estos ‘incendiarios’ se han vuelto ‘ganaderos’. Ahora sabrán por qué:

Recientemente se ha creado el Parque Nacional Quebrada del Condorito ubicado en el cordón de las Sierras Grandes. La actividad ganadera en esta zona, combinada con los numerosos incendios de pastizales y bosques para producir el rebrote, la tala y, recientemente, el pisoteo debido al creciente turismo, está provocando un empobrecimiento de la vegetación y del suelo.

“Uno de los factores que motivó la creación de dicho Parque fue la importancia que radica en la protección de las cabeceras de las cuencas hídricas, que abastecen de agua potable a la mayor parte de la población cordobesa. Habitan allí especies de flora y fauna endémicas (especies que habitan solamente en la región de las altas cumbres) que le otorgan al área un alto valor para la conservación de sus ambientes” (Agüero, 2003).

Retomando la situación, resulta que ahora los “conservacionistas”, en vez de incendiar distintas áreas del parque, quieren poner parte de las vacas que originalmente pastaban allí. Las autoridades del gobierno nacional están preocupadas al respecto, porque no están seguras de autorizar la entrada del ganado vacuno.

Consignas:

- i) ¿Cuál es el problema o contradicción que se plantea en esta situación?
- ii) ¿Cuáles crees que son las razones por las cuales se usa el fuego o la ganadería para conservar?
- iii) ¿Qué recomendarías al director de los Parques Nacionales? Escríbele una carta con los argumentos debidamente justificados”.

Referencias:

- ✓ Agüero, F. (2003). Parque Nacional Quebrada de Condorito. El desconocido tesoro en el que nacen los ríos. *Rumbos*, 15, 7 de diciembre.
- ✓ Bermudez, G. (2007). Construyendo comprensiones maestras en Ecología. Resolución de situaciones problemáticas sobre biodiversidad y perturbaciones. En A. L. De Longhi & M. P. Echeverriarza (Comp.), *Diálogo entre diferentes voces. Un proceso de formación docente en Ciencias Naturales en Córdoba-Argentina* (pp. 87-110). Córdoba: UNESCO y UNC.



Para pensar...

- ✓ Estos son algunos ejemplos de problemas que hemos elaborado desde la investigación de algunas innovaciones curriculares. ¿Qué otros temas de Biología podrían ser potenciales fuentes de problematizaciones?

A.2 Las respuestas al problema y posibles intervenciones

Cuando planificamos un problema también pensamos en paralelo las posibles intervenciones de los alumnos (respuestas, dudas, preguntas) y las acciones discursivas necesarias para construir un patrón temático adecuado. En definitiva, desde nuestro posicionamiento didáctico, el *tratamiento lingüístico de la clase* se planifica:

El diálogo docente-alumno y alumno-alumno, es un elemento que debería formar parte del diseño o planificación, porque prevé [...] las intervenciones fundamentales del docente, los tipos de intervención esperadas para los alumnos, los momentos y lógica que se arma en relación al proceso de construcción conceptual que deseamos provocar (De Longhi & Bermudez, 2010, p. 7).

Existen distintas tareas docentes relacionadas con la planificación de esta etapa:

- Estipular las vías de tratamiento del contenido según las distintas aristas contempladas en el problema.

Para el [Ejemplo 2](#), “*La situación de la peperina en Córdoba*”, se clasificaron las posibles respuestas de los alumnos en razones económico-sociales, biológicas, físicas y climáticas. Esta tarea permite pre-definir los distintos ámbitos que se abordarán en la

compleja problemática. Además, permitirá reconocer las vías de tratamiento del contenido y las relaciones conceptuales válidas en relación con los objetivos y espacio curricular determinado (patrón temático).

- Razones económico-sociales:
 - Que la gente ya no compra más (la gente ya no toma mate o mate con peperina, o que usa peperina que tiene plantada en sus casas) y por eso los vendedores cambiaron de producto (demanda de mercado).
 - Que los vendedores tienen más medios económicos para comprar otros productos.
 - Que ahora hay más trabajo o tienen planes trabajar.
 - Que los vendedores viven ahora lejos de donde crecen las plantas (demografía).
 - Que los recolectores arrancan la planta entera en vez de podarla (técnica de recolección).
 - La expansión de la frontera agrícola está haciendo desaparecer el bosque serrano.
 - Otras.
- Razones biológicas
 - Que la peperina se está extinguiendo (la especie) por la sobreexplotación (razones medicinales).
 - Que la peperina mutó y está desapareciendo (de Córdoba, de Argentina).
 - Que los polinizadores de la peperina se están extinguiendo por diversas razones (contaminación, agrotóxicos, etc.).
 - Que los competidores de la peperina están teniendo más éxito que ésta.
 - Que hay plantas invasoras que están desplazando las poblaciones de peperina.
 - Otras.
- Razones climáticas y relacionadas con factores físicos
 - El cambio climático hace que las peperinas se extingan.
 - Cambios en el régimen de lluvias, temperatura, fuegos, etc.
 - Otras.

- Planificar las preguntas o afirmaciones asociadas a momentos o situaciones específicas de la clase.
 - i. Cuando los alumnos dan respuestas que no se relacionan con el contenido propuesto será necesario reubicarlas y darle una respuesta a todas, por más descabelladas que parezcan: *“Claro, si bien es cierto lo que dices, te invito a que pienses qué sucede cuando en realidad...”*, *“esto que mencionas tiene relación con lo que en Biología se llama ..., pero lo veremos más adelante en la materia, por lo que por ahora lo sacaremos de discusión”*, *“¿Qué te hace pensar eso? ¿Alguna vez lo viste?”*, etc.
 - ii. Cuando los estudiantes no responden en función de algún aspecto del problema que sea relevante para su tratamiento, conviene retomar sus expresiones y formular nuevas preguntas antes de introducir tal visión: *“Y si ahora les planteo esto, ustedes qué piensan...?”*, *“Pero qué pasaría en vez de esto si...”*, *“Hasta ahora han respondido que...; pero, cambiando el enfoque, a alguno de ustedes le pasó que...”*, etc.
 - iii. Cuando se reconocen respuestas fértiles para avanzar en el “espiral del conocimiento” deberíamos valorarlas pero continuar la indagación, evitando cerrarla cuando empleamos un lenguaje muy sofisticado o al cambiar de tema: *“Bien, lo que dices está bien, pero ¿qué pasaría entonces si a la situación inicial le cambiamos...”*, *“¿Vos me estás diciendo que en realidad... [situación análoga al problema siguiendo razonamiento del alumno]? ¿Es así?”*, *“Y si fuera así, ¿qué pasa entonces cuando... [contra-ejemplo]?”*, etc.
 - iv. Cuando los estudiantes dejan de intervenir o se inquietan durante el “discurso progresivo”, ya que buscan la respuesta correcta o una definición, se hace necesario incentivar su participación y justificar el sentido didáctico de la actividad: *“Chicos, participen por favor, es necesario para que podamos continuar que opinen todos”*, *“Ustedes parece estar esperando ‘la respuesta correcta’, pero no la hay, por ahora al menos, así que sigamos aportando para ver a dónde derivamos con estas respuestas que han dado”*, *“A veces nos*

acostumbramos a anotar la definición que da el profe o el libro, pero estamos trabajando de un modo diferente ahora, ya que para llegar al concepto debemos seguir profundizando en la idea de... sobre ...”, etc.

- v. Cuando un estudiante monopoliza la intervención, sea correcta o incorrecta, conviene volver a involucrar a más alumnos en la discusión: *“Bien... pero vos ... [Carla, por ejemplo], ¿qué pensás?”*, *“Y a vos..., ¿qué te parece lo que dice ...?”* *“¿Al resto de la clase... ¿les pasó algo así?”*, etc.

- Explicitar posibles circuitos comunicativos de acuerdo a las respuestas que vayan dando los estudiantes, lo que resulta ideal para los novatos en la estrategia IDP.

Como se puede observar, para la clase en donde se trabajó el problema *“La epidemia de piojos en la escuela”* ([Ejemplo 4](#)), con anterioridad se había pensado en los posibles intercambios entre docente y alumnos en base a los circuitos que se pueden generar (el diálogo completo está en el Anexo, al final del capítulo -accede desde [aquí](#)).

Para ello, se estableció un inicio por parte del docente (D1), abriendo el circuito comunicacional, a lo que los alumnos dan sus primeras respuestas (A1). En el caso del ejemplo dado, “Sí” (A1a) o “No (A1b). En el segundo intercambio, el docente repregunta (D2) en función de las respuestas anteriores, por lo que se ejemplifican dos opciones (D2a y D2b). Luego, se estipularon trece posibles intervenciones de los alumnos, siete como respuesta a la pregunta D2a y seis para la pregunta D2b. El docente volvió a intervenir en el tercer intercambio (D3) al igual que los alumnos (A3), según las distintas posibilidades.

- Listar las tareas concretas que será necesario que realicen el docente y los estudiantes a lo largo de la clase o momento (inicio, desarrollo, cierre).

Para el **Ejemplo 4**, *“La epidemia de piojos en la escuela”* las tareas podrían ser las siguientes:

Tareas del docente	Tareas del alumno
Pregunta y re-pregunta (abre el diálogo) Incentiva la participación de los alumnos Parafrasea respuestas de alumnos para indagar sobre las concepciones Considera como válidas las respuestas Contextualiza las respuestas fuera de lugar o que escapan al tratamiento de la clase Mantiene el patrón temático (hilo conductor de la clase) Solicita a algún alumno que interprete y explique lo que respondió otro Pide a algún alumno que responda al cuestionamiento de otro Modera las intervenciones en la clase Toma nota de las respuestas y de los conceptos en el pizarrón Organiza las respuestas surgidas en categorías o agrupamientos Solicita a algún alumno que haga una conclusión sobre la discusión Legitima (válida) niveles iniciales en el tratamiento del contenido y en una respuesta al problema inicial.	Participa en la discusión Recupera sus concepciones cotidianas, sentidos y conocimientos previos Interpreta las posturas de sus compañeros y las confronta con las propias Escribe en su cuaderno

- Especificar las relaciones conceptuales asociadas a la interacción discursiva que se establecerán, como mínimo, en la resolución del problema.

En los momentos iniciales de la resolución del problema del [Ejemplo 3](#), “*Reforestando en la reserva*” se previó el establecimiento de relaciones conceptuales necesarias para que pueda darse una respuesta inicial. Para esta secuencia se tomó como ejemplo el análisis del patrón temático propuesto por Lemke (1997). Para conocer las relaciones conceptuales que se establecieron para dicho ejemplo, te sugerimos que revises el Anexo que se ubica al final de este capítulo (accede desde [aquí](#)).



Actividad sugerida 3

1-Teniendo en cuenta el **Ejemplo 3**, “*Reforestando en la reserva*”:

a) ¿Qué nuevas preguntas harías a los comentarios listados a continuación?
Escríbelas a modo de continuar el diálogo.

- i. A3a2a
- ii. A3a6a
- iii. A3b1b
- iv. A3b3a
- v. A3b3b

b) Continúa el posible diálogo con los alumnos del **Ejemplo 3** para tres de los puntos anteriores (i a v), incorporando tres intercambios más (D4–A4, D5–A5 y D6–A6).

2- Diseña una situación problemática que tenga las características necesarias para permitir desarrollar una estrategia IDP. Te sugerimos que la temática biológica sea bien comprendida por ti.

3- Para el **Ejemplo 5**, “*El estrés y la adrenalina*”:

a) Establece los conceptos y relaciones lógicas (a través de nexos) para la situación que planificaste en “2”.

b) Elabora el patrón temático confeccionando una red conceptual con los conceptos y relaciones especificadas.

c) Elabora el patrón temático como una red conceptual para el tratamiento inicial de la situación problemática que planificaste en el punto “2”.

II. B. *Implementación de la estrategia IDP*

La implementación de la indagación dialógica problematizadora (IDP) se lleva a cabo en nueve etapas, las que se describen a continuación.

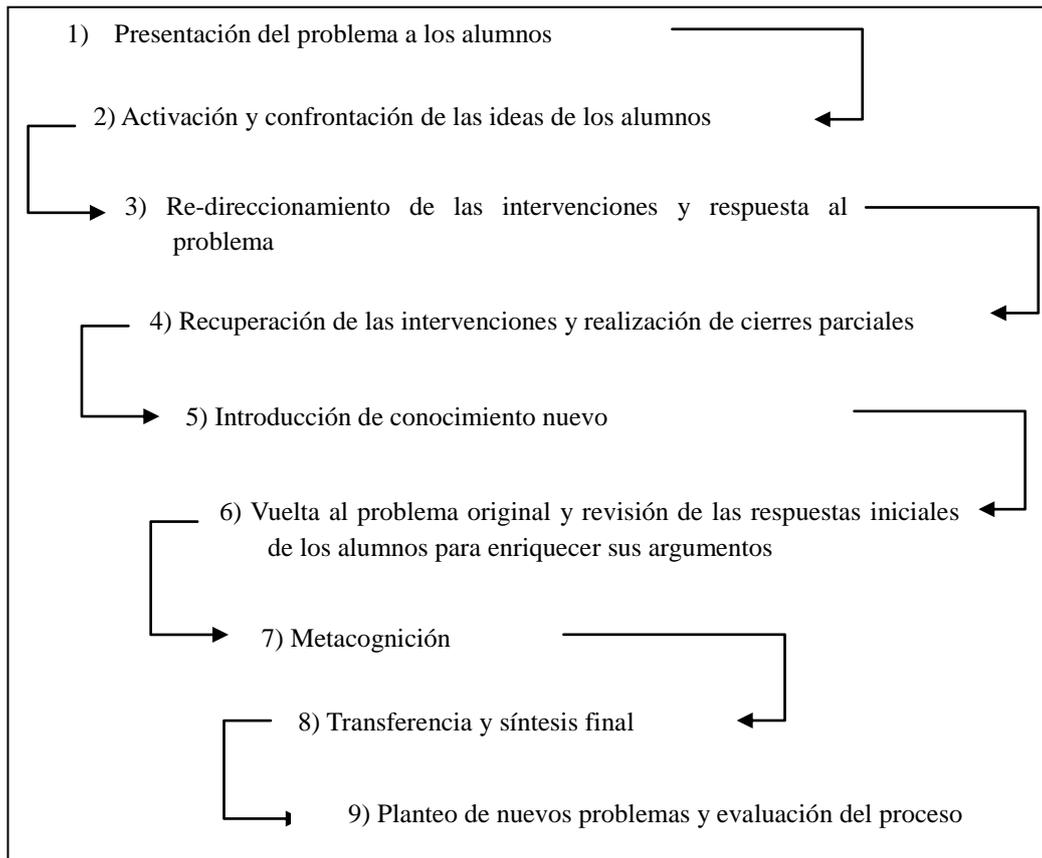


Figura 3 - Etapas de la implementación de la indagación dialógica problematizadora.

B.1 **Etapa de presentación del problema a los alumnos**

Luego de elegido el problema, delimitados los objetivos, los principales interrogantes que deberían surgir y la secuencia temática que desea lograrse comienzan las actividades guiadas por el razonamiento problematizador, el diálogo entre los integrantes del grupo, desde la vigilancia del docente. Para ello, la estrategia se inicia

con la presentación del problema a los alumnos, ya sea leyéndolo entre todos o de forma grupal, ayudados con una fotocopia o pizarrón.

B.2 Etapa de activación y confrontación de las ideas de los alumnos

En esta etapa se promueve la recuperación de los referentes lingüísticos y mentales de los alumnos. Para ello, se propone en general un *torbellino de ideas* para expresar tanto acuerdos como desacuerdos con el problema planteado y los conflictos que dicha situación provoca. Surgen aquí intervenciones que expresan principalmente sus representaciones, creencias, saberes cotidianos, valoraciones.

Discutir en el aula sobre un problema de interés con gran parte del grupo clase, no solo saca a la luz las diferentes voces que contiene la sala, sino que también, con guía del docente, es posible construir un conocimiento compartido, a la par que su explicitación permite la escucha y la evaluación de lo comprendido por cada participante.

Por ejemplo surgen preguntas del docente como:

¿Qué opinan del problema? ¿De qué se habla allí? ¿Hay palabras que no sepas su significado? ¿Cuál es tu interpretación? ¿Qué respuesta inicial darían? ¿Qué cosas le hace pensar este problema? ¿Has participado de alguna discusión sobre el tema? ¿Has visto en algún medio hablar de él? ¿Te lo has cuestionado alguna vez?... Anotemos en la pizarra.



Para pensar...

- ✓ Cuando hacemos preguntas abiertas los estudiantes responden desde un amplio repertorio de referentes, conocimientos, sentimientos, vivencias, etc., lo que muchas veces deriva en respuestas o aportes que, *a priori*, pueden resultar “descabellados” o incorrectos.
- ✓ Sin embargo, desde la postura de la interpretación generosa, se propone considerar que dichas intervenciones son verdaderas y coherentes para quienes las aportan.
- ✓ También debemos reconocer que algunas veces ciertos aportes de los estudiantes tienen por propósito distraer o desdibujar el foco temático, llamar la atención, hacer reír, hacer perder tiempo, etc. Aun así, determinados aportes bajo el código de llamado de atención o chiste habilitan a los alumnos a expresar conocimientos y sensaciones que no harían bajo un esquema de conversación o clima de clase más formal.
- ✓ Estos últimos también deberían ser interpretados generosamente en el marco del patrón temático planificado, para y generado en los intercambios de la clase. En ocasiones, los docentes solemos concentrarnos más en la “forma” de expresión que en el “contenido” de la misma, a veces enmascarando la imposibilidad de dar una respuesta inmediata al alumno o de reubicar su aporte por desconocimiento. Para ello, sugerimos “ponernos en la piel del alumno” e intentar comprender las razones por las que su contribución puede ser realmente significativa, coherente y verdadera para él.



Para saber más sobre *la interpretación (generosa) de las respuestas al problema* se sugiere revisar el Anexo al final de este capítulo (accede desde [aquí](#)).

■ Activación de las ideas.

Una vez leída la situación problemática, el docente activa mediante el diálogo numerosas nociones. En el **Ejemplo 2**, “*La situación de la peperina en Córdoba*”, se activan nociones de la especie, de sus usos y de sus aspectos ecológicos como la escasez poblacional y las relaciones interespecíficas con la menta; del concepto de biodiversidad; y algunos aspectos económico-sociales del problema. Para conocer este diálogo se recomienda revisar el Anexo, al final de este capítulo (accede desde [aquí](#)).

B.3 Etapa de re-direccionamiento de las intervenciones y respuesta al problema

En esta etapa se valora si el torbellino de ideas de los alumnos se aboca correctamente a la temática y si el docente re-direcciona el tratamiento de la clase con nuevos interrogantes o re-contextualiza la situación problemática si fuera necesario.

Por ejemplo, el docente puede ver lo anotado y decir “*agruparemos los aportes que hablan de lo mismo*”, “*seleccionaremos aquellas que corresponden a una respuesta u opinión del tema, las que son dudas, las que son ejemplos o comparaciones*”; “*organizaremos el análisis y analizaremos sub preguntas que se derivan del problema*”...

■ El redireccionamiento de las intervenciones.

En el diálogo generado se manifiesta que los alumnos tratan de dar respuesta desde sus conocimientos previos y preconcepciones. En el **Ejemplo 4**, “*La epidemia de piojos en la escuela*”, el problema se asocia inicialmente con objetivos comerciales o cuestiones de índole social. Si bien puede continuarse con una discusión centrada en estos puntos, el docente prefiere re-contextualizar las respuestas de los alumnos y volver a indagar. Para conocer este diálogo se sugiere revisar el Anexo, al final de este capítulo (accede desde [aquí](#)).

B.4 Etapa de recuperación de las intervenciones y realización de cierres parciales

Luego de que los alumnos expresan sus ideas, el docente lleva a cabo algún tipo de organización de respuestas que puede requerir de *traducciones* y *categorizaciones*. También puede ser necesaria la introducción de algún *conocimiento nuevo* para comenzar a legitimar el significado a un primer nivel de complejidad.

Por ejemplo expresa: “*entonces, dijimos que....*” “*esto se relaciona con....*” “*lo podemos definir mejor de esta manera*”, “*lo podemos relacionar con el tema...*”, “*cuando dijeron.... estaban expresando una relación...*” y *si agrupamos estas ideas de que estamos hablando? ...*

Estos cierres deberían dejar en claro cómo se va progresando desde la primera respuesta intuitiva al nivel de conceptualización actual del problema; es decir, cómo se ha ido transitando por los niveles de complejidad del contenido. Se irían explicitando entonces los niveles de conceptualización y las representaciones de los alumnos que se activaron en cada momento.

En el **Ejemplo 4**, “*La epidemia de piojos en la escuela*”, el docente re-direcciona el tratamiento del problema desde la inmunidad hacia la evolución, y luego reconoce y explicita la existencia de distintos conceptos que son necesarios de tener en cuenta. Para conocer los diálogos que ejemplifican esta tarea, se sugiere revisar el

Anexo ubicado al final de este capítulo (accede desde [aquí](#)), donde también se ofrece un diálogo sobre el **Ejemplo 2**, “*La situación de la peperina en Córdoba*”

B.5 Etapa de introducción de conocimiento nuevo

La incorporación de conocimiento nuevo permite aportar nuevas respuestas y análisis de la situación problema. El docente hace explícito un nivel de tratamiento más complejo del tema que, va más allá del sentido común y la opinión, dando nuevos fundamentos.

Por ejemplo escribe en el pizarrón, indica un texto de un libro o expresa verbalmente la argumentación más adecuada sobre el tema... “*Entonces si hablamos de SIDA estamos hablando de...*”, “*De esta forma se identifican como factores que inciden en la biodiversidad tales...*” “*Podemos ver que en el texto esto se explica como...*”

■ La introducción de conocimientos nuevos con un texto externo.

Un ejemplo de este tipo de intervenciones lo constituye el último turno de habla del docente en el siguiente diálogo, correspondiente al **Ejemplo 2**, “*La situación de la peperina en Córdoba*”.

Diálogo

P: vamos a ampliar entonces... vuelven a la fotocopia y tiene para leer ahí, dos textos... dice ampliando conceptos...

(Ruidos, charlas, pedidos de silencio)

P: vamos a hacer ahora... primero en forma individual... la lectura del texto 1 y del texto 2... individual... Siempre sugiere que uno lea y los demás siguen con la vista... ¿prefieren eso?... bueno... comencé entonces Gustavo...

A: (comienza a leer) A partir de los trabajos de coleccionistas del s. XVIII donde

comenzaron un catálogo de las especies que vivían en América... pero detrás de los coleccionistas, llegaron los cazadores, las flotas pesqueras (...) la biopiratería a causado la pérdida de especies autóctonas y de importancia farmacéutica... (...)



Para saber más sobre *el texto externo en la introducción de conocimiento nuevo: una posible amenaza* se recomienda revisar el Anexo al final de este capítulo (accede desde [aquí](#)).

■ La introducción de conocimientos nuevos en el diálogo con los alumnos.

Tomemos este fragmento de diálogo para el **Ejemplo 2**, “*La situación de la peperina en Córdoba*”.

Diálogo

D: Sí. Y es un factor a considerar. Esta muy bien lo que han dicho. Otra cosa que tiene que ver con la biodiversidad, es lo se llama... ¡ssshhhh! (los alumnos también piden silencio) (...) ustedes conocen lo que son -calculo que sí, pero díganme...- lo que son herbívoros, carnívoros, omnívoros...

A: ¡sí! (muchas respuestas)

A: un gato es carnívoro.

D: un gato es carnívoro, bien. Pero quiero saber... ¿a que se refieren esos términos? (ssshhhh!!!! los alumnos vuelven a pedir silencio y el docente repite)

A: a lo que se alimentan...

D: de lo que se alimentan. Si comen carne, si comen hierbas... Bien. Perfecto. Se puede

agrupar a los seres vivos en base a alguna estrategia. Como por ejemplo de que se alimentan... ¿sí? ¿Por qué? Porque me sirve en realidad saber que, todos los carnívoros dependen de otros animales que sean herbívoros, que comen hiervas. Entonces, en la parte inferior de esta red trófica que nos estamos imaginando, los herbívoros... ¿de quien dependen más estrictamente para alimentarse?

A: de las plantas... (muchas respuestas)

D: de las plantas. Mucho más que de los carnívoros, que pueden comerse a ellos. Perfecto. Entonces, independientemente de qué especie que sean estos organismos, puedo agrupar a todos los herbívoros, o a todos los carnívoros dentro de un mismo grupo... ¿por qué? Porque responden o se ven influenciados, por alguna característica que responde a algo en particular... como en este caso, de quien se alimenta. ¿Bien? A eso le llamamos grupo funcional. Otra palabra que por ahí quizás la hayan estudiado en alguna materia como ecología. Se llaman gremios, uno agrupa... el gremio en realidad, en la sociedad, agrupa un montón de trabajadores de un tipo, que hacen un tipo de trabajo, el gremio de los electricistas, de los gasista, bueno... esto sería una cosa similar... ¿Si? ¿Qué más uno puede seguir trabajando con esta idea de tipo funcional o de gremio? Fíjense. A ver... yo quisiera que me describieran lo que se ve en esta situación... a ver por acá... ¿Qué es lo que se ve en la uno? ¿Qué es lo que se ve en la dos?

B.6 Etapa de vuelta al problema original y revisión de las respuestas iniciales de los alumnos para enriquecer sus argumentos

Tras un debate celebrado en el salón de clase y la lectura de los textos sugeridos se pide a los estudiantes que releen la situación problema y que incorporen los argumentos desde los aspectos teóricos introducidos.

Por ejemplo *“Vuelve a leer el problema y ahora elabora una respuesta que incluya un argumento teórico respecto al mismo”* *“¿Qué conceptos entonces ayudan al análisis del problema?”*

- La reformulación de las respuestas iniciales luego de la introducción de conocimiento nuevo.

Con la incorporación de argumentos provenientes del conocimiento académico, el docente invita a los alumnos a repensar las respuestas originales al problema y reformularlas en función del nuevo saber presentado, explicitando las diferencias. Se puede conocer el diálogo para el **Ejemplo 2**, “*La situación de la peperina en Córdoba*”, revisando el Anexo ubicado al final de este capítulo (accede desde [aquí](#))

- La recuperación de intervenciones previas y enriquecimiento de argumentos.

Mientras se lee un libro donde se incorporan nociones de la biodiversidad, el docente retoma intercambios previos de los alumnos que se dieron como respuesta inicial al problema. Se puede conocer el diálogo ocurrido para el **Ejemplo 2**, “*La situación de la peperina en Córdoba*”, en el Anexo, ubicado al final de este capítulo (accede desde [aquí](#)).

B.7 Etapa de metacognición

En este proceso de reflexión metacognitiva el docente retoma la forma y el momento en que se integraron saberes previos y nuevos de cada estudiante. Por ejemplo *¿Qué diferencias hay entre tu primera respuesta y la de ahora? ¿Qué aportes se fueron haciendo? ¿Cómo fuimos ampliando la respuesta? ¿Tu primera opinión cambió?*



Actividad sugerida 4

Toma como base algunos de los diálogos ejemplificados con anterioridad y elabora un diálogo entre docente y alumnos en donde se realicen intervenciones metacognitivas.

B.8 Etapa de transferencia y síntesis final

Luego de la recuperación de los informes iniciales y la legitimación del conocimiento construido se realiza la transferencia a las nuevas situaciones de enseñanza y la síntesis final. Para el **Ejemplo 4**, “*La epidemia de piojos en la escuela*”, se observa que hacia el fin del desarrollo de la clase, se lleva a cabo la síntesis y la generalización de los conceptos tratados en la misma. El diálogo para este ejemplo se encuentra en el Anexo ubicado al final de este capítulo (accede desde [aquí](#)).

B.9 Etapa de planteo de nuevos problemas y evaluación del proceso

El docente contrasta respuestas iniciales y finales, desde un proceso de meta-análisis de la clase. Aquí se retoman los conceptos vistos y se legitima el nuevo, además se realiza una transferencia a un nuevo problema para analizar la comprensión. De esta forma, también se provoca el meta-análisis de lo visto. Un ejemplo de ello y para el **Ejemplo 4**, “*La epidemia de piojos en la escuela*”, se puede ver en el Anexo, al final de este capítulo (accede desde [aquí](#)).



Para pensar...

Antes de seguir sería adecuado que pienses en tus experiencias como alumno y como docente y trates de identificar si has experimentado esta estrategia o alguna de sus etapas.

- ✓ ¿Cuál sería la etapa más difícil de concretar? ¿Cuáles podrían ser las condicionantes para que puedas o no implementar IDP?
- ✓ ¿Puedes identificar los momentos de apertura desarrollo y cierre de las clases dadas con esta estrategia?
- ✓ ¿Qué rol le atribuyes a la metacognición?
- ✓ ¿Cuándo das clase otorgas tiempos para los cierres parciales y para el proceso de autorregulación?
- ✓ ¿Sabías que este proceso comunicacional orientado de IDP es parte de la transposición del contenido?



Actividad sugerida 5

¿Cómo evaluarías el diseño (planificación) y desarrollo (implementación) de la estrategia IDP? Recupera los conocimientos de evaluación abordados en Didáctica para confeccionar un instrumento que sirva para ambos momentos.

III. La IDP y su relación con las características del contenido

En el desarrollo de este punto retomaremos conceptualizaciones ya explicadas en el libro de De Longhi & Echeverriarza (2007). Como sabemos, el conocimiento que se enseña es producto de un proceso de transposición (Chevallard, 1991), se reconstruye en la clase y se arma en su presentación. Las clases diseñadas desde IDP son un tipo de *transposición* que se definen a partir de una selección de tema y problema, pasa por la interacción en el aula y culmina en lo que los alumnos pueden aprender.

Ya vimos que en clases diseñadas desde IDP hay procesos de construcción o reconstrucción de conocimientos con interacciones y negociaciones de significados. Además, dichas interacciones se establecen principalmente desde las consistencias o contradicciones entre los conocimientos cotidianos y científicos. En todos los casos se provoca una transposición que genera un lugar de discusión y trabajo, para que el alumno, al participar (desde sus modelos y teorías), avance hacia la comprensión del conocimiento científico y hacia el uso de un lenguaje pertinente al mismo. Dichos contextos los provocan las *situaciones de problematización*.

En general los problemas retoman conocimientos cotidianos, los cuales se construyen desde la infancia y de manera informal, incorporando estrategias que le permiten conocer y construir una visión de la realidad. Por ello el alumno llega al aula con estos significados o marcos de referencia, intentando integrarlos con los adquiridos en su paso por el sistema formal de enseñanza. En algunos casos estos conocimientos resultan contradictorios con los elaborados desde la comunidad científica específica y frecuentemente se convierten en un obstáculo para la apropiación del contenido académico.

A menudo existen diferencias entre lo que se habla y se aprende en la escuela y el conocimiento que surge y se usa en el contexto social, habitualmente llamado conocimiento “de sentido común”. Como expresan Pozo & Gómez Crespo (1998) el alumno es bombardeado por diversos canales de comunicación que proporcionan, sin

apenas filtro, conocimientos supuestamente científicos que, sin embargo, pueden ser poco congruentes entre sí.



Para pensar...

- ✓ ¿Qué conocimientos cotidianos surgen habitualmente en las clases de Biología?
- ✓ ¿Cuáles de ellos podrían ser fuente de problema?
- ✓ ¿Qué cuestiones suelen transmitirse sin filtro?
- ✓ ¿En qué medida crees que retomar los conocimientos cotidianos permite una alfabetización científica?

En cambio, los *conocimientos científicos* son producto de una actividad social e históricamente condicionada, llevada a cabo a través de diferentes estrategias metodológicas, las cuales incluyen procesos de creación intelectual, validación empírica y selección crítica, construyendo así un conocimiento temporal y relativo en permanente cambio y desarrollo, cuyo criterio de verdad viene determinado por la comunidad científica (De Longhi, 2000).

Como puente entre dichos conocimientos cotidianos y científicos se encuentra el *conocimiento académico* el que retoma los conocimientos previos y cotidianos y se proyecta hacia una construcción del conocimiento científico escolar. El mismo está presente en el tipo de interacción que promueve desde la enseñanza. Justamente la estrategia IDP negocia esa relación y va legitimando el conocimiento “a aprender”, el cual contribuye a la alfabetización científica del estudiante y le permite el avance en el sistema educativo.

**Para pensar...**

- ✓ ¿Aprenden sus alumnos más allá del conocimiento cotidiano?
- ✓ ¿Incluyen el saber académico en sus razonamientos cotidianos?
- ✓ ¿Qué límites le pone al conocimiento científico su tratamiento cotidiano?

El docente, al decir de Driver (1989), es representante de una cultura científica y puede provocar desde sus clases situaciones de “endoculturación”; es decir, la entrada a una nueva cultura diferente a la de sentido común, siempre que eleve el nivel de discurso más allá del conocimiento cotidiano.

Por otro lado, Jiménez & Sanmartí (1997) señalan que “la ciencia se origina en preguntas, en problemas a los que se busca solución; es una actividad cognitiva que trabaja con elementos como hipótesis, principios o teorías sujetas a comprobación o refutación” (p. 19). Así, desde la *IDP se provocan situaciones de reflexión, justificación y meta análisis del conocimiento que expresamos ya sea verbalmente o al resolver una actividad. Además, generar una lógica de la interacción* que no sólo ayude a que los alumnos logren un aprendizaje comprensivo, sino que no desvirtúe la lógica del contenido científico de origen, el cual actúa como vigilante epistemológico.

Pero, el *carácter del contenido* no es el mismo para Biología, Física o Química; tanto por sus saberes cotidianos de referencia, los conocimientos y prácticas científicas asociadas como por su organización académica. Como expresa Sanmartí (2002), son diferentes por sus aspectos epistemológicos, su lógica particular y las características de sus tres mundos: el de los hechos (la manipulación y la experimentación), el de los modelos imaginados (el mundo teórico que posibilita explicar los fenómenos) y el de las formas de hablar y de la simbología que usan para comunicarse. Tampoco son similares en su didáctica ya que se diferencian en los criterios de selección y organización

curricular, en los patrones temáticos y de actividad, en los enfoques y en las interacciones específicas que se establecen.

Para organizar el tratamiento de cada tema se debe pensar que, en las clases, ese objeto de conocimiento se arma con una presentación singular para cada situación didáctica y se estructura con un nivel de complejidad (producto de la transposición que se genera), organizado por la secuencia que se propone, tanto desde el tipo de diálogo, como desde las tareas y materiales que se ofrecen. Por ello, en el diseño de las unidades didácticas con IDP se requiere destinar tiempo para acordar los *niveles de complejidad* posibles de cada tema, por los cuales deseábamos que transitara la interacción.

Por ello se requiere revisar cómo debían ser las intervenciones docentes para respetar las características de ese conocimiento científico y, paralelamente, ir usando los códigos específicos. Lo primero es comprender que hay que trabajar sobre lo *que “se conoce”* y sobre el proceso de *“cómo se conoce”*. Es decir, que en el diálogo que surge de las actividades debe haber cuestionamientos sobre los contenidos y sobre la forma de conocer y expresar dicho contenido, provocando procesos de “metacomunicación”; es decir, el camino seguido por el grupo clase para comprender la secuencia de análisis del tema o actividad. De esta forma se revela para el alumno la estrategia de construcción para dicho tema, así como las resignificaciones personales y grupales que surgieron en el diálogo.

En coincidencia con la propuesta de Duschl (1997) podemos decir que es necesario generar en las aulas procesos de indagación científica, abarcando no sólo los procesos de comprobación del conocimiento, sino también los procesos generadores de éste. El autor señala dos caras o caracterizaciones relativas a la naturaleza de las Ciencias: la Ciencia como un proceso de justificación del conocimiento (lo que sabemos) y la ciencia como un proceso de descubrimiento del conocimiento (cómo sabemos). También observa que la primera caracterización domina la enseñanza contemporánea de las Ciencias y de esta forma se les presenta a los alumnos un cuadro incompleto, ya que se los hace participar de tareas diseñadas sólo para mostrar lo que se conoce de ellas.

Los lineamientos “*constructivistas*” sostienen que para la reconstrucción del conocimiento en el aula es necesario un intercambio constante entre todos los participantes (docente-alumnos y alumnos entre sí) y de ellos con el conocimiento. En ese contexto el lenguaje *condiciona las oportunidades de aprendizaje*, ya que resulta de la interacción entre los esquemas mentales del que aprende y las características del medio de aprendizaje. En dicho medio está el lenguaje, ubicándose como una pantalla entre las personas. Por ello son importantes las estrategias que retoman las ideas previas, guían un proceso de indagación, orientan la resolución de problemas, provocan cambio conceptual y generan procesos de meta cognición.

De esta forma el lenguaje no sólo sirve para representar y comunicar significado sino como instrumento para negociar y desarrollar los propios sistemas de significados; es un recurso didáctico y una estrategia de enseñanza y de aprendizaje.

Es necesario entonces en el aula, influir como docentes para conseguir que se construyan conocimientos y *códigos compartidos*. Se debería poder establecer un “*universo discursivo*” que permita a los alumnos ampliar el conocimiento y la comprensión de los temas (Edwards & Mercer, 1988) y “entrar” en comunicación. Como señalan investigadores del discurso, a menudo es más fácil usar términos técnicos para explicar otros, empleando los términos como fichas que hay que barajar, en vez de pensar en qué significan y a qué se refieren en la explicación real.

Sabemos que cada grupo social de alumnos y docente concurre al aula con ideas, representaciones, creencias, conocimientos y lenguaje, no siempre conocidos y/o compartidos entre ellos. Por eso es necesario planificar y observar la interacción discursiva.

Lo anterior le confiere al docente un rol de *guía* en la realización de la tarea en el aula, un *vigilante* “epistemológico” del conocimiento que en ella se construye y se legitima y un *agente social* “mediador” entre la cultura, el objeto de conocimiento y los significados personales que se logran.

Entonces, la conversación además de un vehículo para evaluar o hacer un seguimiento del aprendizaje de los alumnos, es un medio para desarrollar un significado

compartido desde el contexto de las actividades y, en definitiva, “hablar la ciencia” (Lemke, 1997). Lo anterior conlleva la necesidad de formar a los docentes en el diseño de actividades asociadas a estrategias de intervención verbal (De Longhi & Ferreyra, 2001).

En síntesis, podemos decir que las principales razones por las cuales creemos que debe recuperarse el estudio de la interacción dialógica en clases y formar parte de los procesos de formación docente continua son:

- una ayuda para aprender y un andamiaje útil para la construcción del conocimiento y del lenguaje específico de la disciplina,
- un indicador del contrato pedagógico y de las negociaciones que ocurren en el aula entre docente y alumnos,
- permite identificar las estrategias discursivas usadas por los docentes para resolver los problemas de comprensión del conocimiento científico,
- pone de manifiesto los contextos que dan significado a lo que se dice (códigos, variantes de habla del grupo, conocimientos previos, referentes, etc.),
- permite realizar una vigilancia epistemológica de la forma en que se construye el conocimiento, analizando la distancia entre el saber científico, el conocimiento a enseñar y el enseñado (De Longhi et al., 2003).

Son diferentes los tipos de problematización acorde al *campo disciplinar* de enseñanza (Biología en nuestro caso), al *contexto* situacional de trabajo (laboratorio, aula o campo) y al *enfoque* elegido (Ciencia pura, aplicada, relación Ciencia-Técnica-Sociedad, Educación Ambiental, entre otros).

**Para pensar...**

- ✓ ¿Cuáles son los beneficios que crees trae al aprendizaje y a la alfabetización científica trabajar desde estrategias que problematicen el contenido?
- ✓ ¿En qué contextos de la realidad educativa de Córdoba crees que el diálogo pedagógico emancipador, a través de la IDP, puede aportar a un cambio social?
- ✓ ¿Cómo ves tu futuro desempeño profesional y la posibilidad de implementar la IDP en el aula? ¿Y en otros formatos, como los virtuales?

Referencias bibliográficas

- Becerra Labra, C., Gras-Martí, A. & Martínez-Torregrosa, J. (2004). Análisis de la resolución de problemas de física en secundaria y primer curso universitario en Chile. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 275-286.
- Bereiter, C. & Scardamalia, M. (1996). Rethinking learning. En D. R. Olson & N. Torrance (Eds.), *The handbook of education and human development* (pp. 485-513). Cambridge, MA: Blackwell.
- Bermudez, G. M. A. & De Longhi, A. L. (2011). Niveles de comprensión del equilibrio químico en estudiantes universitarios a partir de diferentes estrategias didácticas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 10(2), 264-88.
- Brousseau, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherches em Didactique dès Mathématiques*, 7(2), 33-115.
- Cabral, A. (2005). Reseña de “Pedagogia do Oprimido” de Paulo Freire. *Revista Lusófona de Educação*, 5, 200-204.
- Chevallard, Y. (1991). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique.
- Coll, C. (2001). Lenguaje, actividad y discurso en el aula. En: C. Coll, J. Palacios & A. Marchesi (Org.), *Desarrollo psicológico y educación 2. Psicología de la educación escolar* (pp. 387-413). Madrid: Alianza.
- Coll, C., Onrubia, J. & Majós, T. M. (2008). Ayudar a aprender en contextos educativos: el ejercicio de la influencia educativa y el análisis de la enseñanza. *Revista de Educación*, 346, 33-70.
- Cyrino, E. G. & Toralles-Pereira, M. L. (2004). Trabalhando com estratégias de ensino-aprendizado por descoberta na área da saúde: a problematização e a aprendizagem baseada em problemas. *Cadernos de Saúde Pública*, 20(3), 780-788.

-
- D'Amore, B. & Fandiño Pinilla, M. I. (2002). Un acercamiento analítico al "triángulo de la didáctica". *Educación Matemática*, 14(1), 48-61.
- De Longhi, A. L. (2000). La construcción del conocimiento: un problema de didáctica de las ciencias y de los profesores de ciencias. *Revista de Educación en Biología*, 3(1), 13-21.
- De Longhi A. L. y Bermudez, G. M. A. (2010). *Aportes didácticos para la formación docente: La comunicación en el aula*. Córdoba: Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales-UNC.
- De Longhi, A. L. & Ferreyra, A. (2001). Un modelo de enseñanza y las estrategias comunicativas que posibilitan "hacer ciencias" en el aula: un ejemplo para biología en el nivel primario. *Revista de Educación en Biología*, 4(2), 40-44.
- De Longhi, A. L., Ferreyra, A., Iparraguirre, L., Campaner, G., Paz, A. & Calatayud, P. (2003). La interacción discursiva y el proceso de enseñanza en ciencias naturales. *Diálogos Pedagógicos*, 1(2), 56-59.
- De Longhi, A. L. & Echeverriarza, M. P. (2007). *Diálogo entre diferentes voces. Un proceso de formación docente en Ciencias Naturales en Córdoba, Argentina*. Córdoba: Jorge Sarmiento Editor – Universitas Libros.
- De Longhi, A. L., Ferreyra, A., Peme, C., Bermudez, G., Quse, L., Martínez, S., Iturralde, C. & Campaner, G. (2012). La interacción comunicativa en clases de ciencias naturales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(2), 178-195.
- De Longhi, A. L., Bermudez, G. M. A., Abensur, P. L. D. & Ruiz-Moreno, L. (2014). Una estrategia didáctica para la formación de educadores de salud en Brasil: la indagación dialógica problematizadora. *Interface (Botucatu)*, 18(51), 759-769.
- Duschl, R. A. (1997). *Renovar la Enseñanza de las Ciencias: Importancia de las teorías llo*. Madrid: Narcea Ediciones.
- Driver, R. (1989). Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education*, 11(5), 481-490.

- Edwards, D. & Mercer, N. (1988). *El conocimiento compartido: el desarrollo de la comprensión en el aula*. Barcelona: Paidós-MEC.
- Freire, P. (1975). *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Gil Pérez, D., Furió Más, C., Valdés, P., Salinas, J., Dumas Carré, A., Martínez-Torregrosa, J. & Pessoa de Carvalho, A. M. (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 311-320.
- Jiménez, M. P. & Sanmartí, N. (1997). ¿Qué ciencia enseñar?: objetivos y contenidos en la educación secundaria. En L. Del Carmen (Coord.), *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Cuadernos de Formación del Profesorado, N° 9. Barcelona: ICE/Horsori.
- Lemke, J. L. (1997). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.
- Lemke, J. L. (2012). Analyzing verbal data: principles, methods and problems. En B. J. Fraser, K. G. Tobin & C. J. McRobbie (Orgs.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 1471-1484). Dordrecht: Springer.
- Pozo, J. I. & Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.
- Sanmartí, N. (2002). Necesidades de formación del profesorado en función de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. *Pensamiento Educativo*, 30, 35-60.
- Vygotsky, L. S. (1995). *Pensamiento y lenguaje*. Barcelona: Paidós.
- Verdú Carbonell, R., Martínez Torregrosa, J. & Osuna García, L. (2002). Enseñar y aprender en una estructura problematizada. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 34, 47-55.
- Wells, G. (1999). *Dialogic inquiry: Towards a socio-cultural practice and theory of education*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Wells, G. (2000). Dialogic inquiry in education: building on the legacy of Vygotsky. En C. D. Lee & P. Smagorinsky (Eds.), *Vygotskian perspectives on literacy research* (pp. 51-85). New York: Cambridge University Press.
- Wells, G. (2001). *Indagación dialógica: hacia una teoría y una práctica socioculturales de la educación*. Barcelona: Paidós.

ANEXO

I. Las bases de la estrategia: la indagación, la problematización y la dialogicidad



Para saber más...

Sobre el contexto socio-histórico de los trabajos aportados por Vygotsky y Freire

- ✓ El trabajo de Lev Vygotsky sobre el pensamiento y el discurso fue parte de un intento racional por establecer la psicología en una base teórica más adecuada, basándose en parte en los principios marxistas, en los años posteriores a la Revolución Rusa de 1917. Un requisito esencial para esta empresa fue la creación de una metodología apropiada para el estudio del desarrollo humano y, en particular, del desarrollo de lo que llamó “las funciones mentales superiores”. Fue en este contexto que formuló el método genético por el que se construyen los procesos mentales de las personas: filogénesis (desarrollo en la evolución de la especie humana), historia sociocultural (evolución en el tiempo en una cultura particular), ontogénesis (desarrollo durante la vida de un individuo), y microgénesis (desarrollo a lo largo de, y como resultado de, interacciones particulares en contextos socioculturales específicos) (Wells, 1999).
- ✓ Paulo Freire estudió licenciatura en derecho pero ejerció durante muy poco tiempo. Su esposa, profesora de primaria, influyó fuertemente en la decisión de Freire de dejar el derecho y dedicarse a la pedagogía. Fue profesor en el Departamento de Educación y Cultura de Pernambuco, donde comenzó a pensar y practicar su método de alfabetización de adultos, por el cual es conocido en el mundo entero. Trabajó en educación popular y diseñó una campaña de alfabetización con el Gobierno Federal, pero la empresa quedó paralizada con el derrocamiento del gobierno democrático de la época. Con el golpe militar en 1964, la sociología quedó prohibida y muchos científicos sociales fueron expulsados de la Universidad, encarcelados o exiliados,

entre ellos, Paulo Freire.

Para saber más sobre esta historia, remitirse a:

El Achkar, S. (2002). Una mirada a la educación en derechos humanos desde el pensamiento de Paulo Freire. Prácticas de intervención política cultural. En D. Mato (Comp.), *Estudios y otras prácticas intelectuales latinoamericanas en cultura y poder*. Caracas: CLACSO. Extraído el 10 de mayo de 2015 de: <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/cultura/achkar.doc>

Referencia bibliográfica

- ✓ Wells, G. (1999). *Dialogic inquiry: Towards a socio-cultural practice and theory of education*. Cambridge: Cambridge University Press.



I. Las bases de la estrategia: la indagación, la problematización y la dialogicidad



Para saber más...

Sobre los tipos de problemas en la enseñanza de las ciencias

Distintos educadores han propuesto clasificaciones de las situaciones que corresponden a problemas.

Por ejemplo, Perales Palacios (1998) los clasifica según el procedimiento seguido en la resolución, por lo que surgen cuatro tipos: (i) *ejercicios*, que requieren de cálculos matemáticos tras los cuales se alcanza una solución; (ii) *algorítmicos*, realizados tras una

secuencia de operaciones prefijada, luego de la cual se obtiene una solución; (iii) *heurísticos*, para los que resulta necesario aplicar una estrategia, sin que se consigan soluciones únicas; y (iv) *creativos*, que a diferencia de los anteriores promueven estrategias diversas para alcanzar múltiples soluciones.

Por otro lado, Pozo y Gómez Crespo (1998) establecen una clasificación en (i) cualitativos, (ii) cuantitativos y (iii) pequeñas investigaciones, en función de las tareas requeridas. Los *problemas cualitativos* (i) son situaciones abiertas en las que se debe “explicar o predecir un hecho, analizar situaciones cotidianas y científicas” (pp. 70-71), mediante “razonamientos teóricos sin necesidad de recurrir a cálculos numéricos o manipulaciones experimentales” (p. 71). En tanto, en los *problemas cuantitativos* (ii) los estudiantes manipulan datos numéricos y trabajan en la solución que puede ser única, múltiple o incluso, no numérica. Este tipo de problemas es el que más frecuentemente se utiliza en clase de ciencias, si bien sólo persigue entrenar al alumno en técnicas de trabajo cuantitativo (como despejar incógnitas, interpretar tablas y gráficas, manejar fórmulas y pasar unidades, aplicar modelos, etc.). El inconveniente didáctico de centrar la enseñanza en estos problemas es que muchas veces el “problema científico” queda reducido a un “ejercicio matemático”, donde sólo se aplican fórmulas y realizan operaciones mecánicamente. Por último, las *pequeñas investigaciones* (iii) o “indagaciones” buscan acercar a los alumnos al trabajo científico, respondiendo un problema y llevando a cabo alguna experimentación.

Referencias bibliográficas

- ✓ Perales Palacios, F. J. (1998). La resolución de problemas en la didáctica de las ciencias experimentales. *Revista Educación y Pedagogía*, 10(21), 119-143.
- ✓ Pozo, J. I. & Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.



I. Las bases de la estrategia: la indagación, la problematización y la dialogicidad



Para saber más...

Sobre la diferencia entre la problematización y el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)

- ✓ El “aprendizaje basado en problemas” es frecuentemente empleado para la organización de los currículos de carreras universitarias, por lo que mientras la “problematización” representa una estrategia didáctica que puede ser utilizada para la enseñanza en las clases, el ABP se trata de una orientación para estructurar un plan de estudios completo (Batista, Batista & Berbel, 1998).

Para mayor información sobre el ABP se sugieren las siguientes lecturas:

- ✓ Batista, N., Batista, S. H. & Berbel, N. A. N. (1998). A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos? *Interface (Botucatu)*, 2(2), 139-154.
- ✓ Goldenberg, P., Seiffert, O. & Sonzogni, M. C. (2005). O enfoque problematizador na formação de profissionais da saúde. *Revista da Saúde Pública*, 39(2), 231-7.





Actividad sugerida

a) Teniendo en cuenta el diagrama conceptual sobre la clasificación de los problemas y los aportes sobre el tema de Pozo & Gómez Crespo (1998), ¿a qué tipo(s) de problemas se corresponde(n) uno para trabajar con IDP?

b) Para ejercitarnos en la clasificación de los tipos de problemas, te sugerimos clasifiques los siguientes “problemas”:

1. Un castor arrastra una rama desarrollando una fuerza constante de valor $F = 6 \text{ N}$. ¿Cuánto trabajo efectúa el animal al arrastrar la rama 5 metros?, ¿cuál es la fuerza neta sobre la rama, si en su desplazamiento esta se mueve con velocidad constante?
2. ¿Por qué las especies no son usadas con la misma intensidad en las diferentes culturas?
3. En la cabeza de *D. melanogaster* el gen **D** ocasiona forma de disco y el gen **d** forma de esfera. ¿Cuáles son las proporciones genotípicas y fenotípicas esperadas al cruzar: i. DD x Dd; ii. Dd x Dd; iii. DD x dd?
4. ¿De qué forma afecta un aumento de temperatura a la tensión superficial del agua?
5. ¿Cómo varía el número de especies de plantas entre un rincón soleado y uno sombrío del patio del colegio?
6. ¿Por qué se dice que un naufrago no puede ingerir el agua de mar como medio de subsistencia?
7. Supón que eres el cobrador de un autobús. El autobús sale de la cochera camino del centro de la ciudad. En la primera parada recoge 12 personas. En la parada siguiente suben otras 11. En la tercera parada, bajan 7 y suben 15. En la cuarta parada, bajan 21 personas y suben 14. El autobús sigue hasta la parada siguiente, donde bajan 21 personas y un borracho. El cobrador le cobra el billete, pero el borracho resulta molesto y, en la parada siguiente, 13 personas se quejan al cobrador y bajan del autobús. El cobrador hace bajar al borracho. El borracho obedece de mala gana, no sin antes pedir el nombre del cobrador. Responde: i. ¿Cuántos pasajeros siguen en el

autobús? ii. ¿Cómo se llama el cobrador? (Extraído de Edwards & Mercer, 1988). *El conocimiento compartido. El desarrollo de la comprensión en el aula.* Barcelona: Paidós. p. 70.).

c) ¿Qué contenidos de los diseños curriculares de Biología suelen ser problematizados o trabajados como problemas en los libros de texto y en las clases de la escuela secundaria?

d) Reflexiona sobre la posibilidad de que todos los aprendizajes y contenidos de Biología sean problematizados.

Referencias bibliográficas

- ✓ Edwards, D. & Mercer, N. (1988). *El conocimiento compartido: el desarrollo de la comprensión en el aula.* Barcelona: Paidós-MEC.
- ✓ Pozo, J. I. & Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia.* Madrid: Morata.

II. Caracterización de las etapas de la estrategia didáctica

II. A Planificación de la clase

A.1 La situación problemática

- Problemas para distintos temas de Biología ()

Ejemplo 1: *La diversidad biológica y los disturbios* (Bermudez, 2007). En el marco del tema *Ambiente y Ecología*.



¿*Ecologistas incendiarios*? Durante décadas, los gobiernos encargados de los parques y las reservas han intentado preservar el patrimonio natural de sus países clausurando grandes regiones con altos niveles de diversidad, ricas en endemismos, o amenazadas por el hombre.

Sus argumentos se basan en que evitando cualquier tipo de actividad antrópica (caza, pesca, construcciones, turismo, incendios, etc.) y minimizando aquellos fenómenos que pueden darse ‘naturalmente’ (como el fuego, las inundaciones, etc.) se logra mantener estables a los ecosistemas, y dentro de ellos, a especies de interés o en peligro de extinción.

Pero en los últimos años, un grupo de ecólogos (que también se hacen llamar ‘conservacionistas’) ha empezado a incendiar partes de los parques nacionales en Estados Unidos y Australia aludiendo a que, de esta forma, el sistema se conserva mejor, dándose una mayor diversidad de especies.

En Argentina, Córdoba específicamente, estos ‘incendiaros’ se han vuelto ‘ganaderos’. Ahora sabrán por qué:

Recientemente se ha creado el Parque Nacional Quebrada del Condorito ubicado en el cordón de las Sierras Grandes. La actividad ganadera en esta zona, combinada con los numerosos incendios de pastizales y bosques para producir el rebrote, la tala y, recientemente, el pisoteo debido al creciente turismo, está provocando un empobrecimiento de la vegetación y del suelo.

“Uno de los factores que motivó la creación de dicho Parque fue la importancia que radica en la protección de las cabeceras de las cuencas hídricas, que abastecen de agua potable a la mayor parte de la población cordobesa. Habitan allí especies de flora y fauna endémicas (especies que habitan solamente en la región de las altas cumbres) que le otorgan al área un alto valor para la conservación de sus ambientes” (Agüero, 2003).

Retomando la situación, resulta que ahora los “conservacionistas”, en vez de incendiar distintas áreas del parque, quieren poner parte de las vacas que originalmente pastaban allí. Las autoridades del gobierno nacional están preocupadas al respecto, porque no están seguras de autorizar la entrada del ganado vacuno.

Consignas:

- i) ¿Cuál es el problema o contradicción que se plantea en esta situación?
- ii) ¿Cuáles crees que son las razones por las cuales se usa el fuego o la ganadería para conservar?

iii) ¿Qué recomendarías al director de los Parques Nacionales? Escríbele una carta con los argumentos debidamente justificados”.

Referencias bibliográficas

- ✓ Agüero, F. (2003). Parque Nacional Quebrada de Condorito. El desconocido tesoro en el que nacen los ríos. *Rumbos*, 15, 7 de diciembre.
- ✓ Bermudez, G. (2007). Construyendo comprensiones maestras en Ecología. Resolución de situaciones problemáticas sobre biodiversidad y perturbaciones. En A. L. De Longhi & M. P. Echeverriarza (Comp.), *Diálogo entre diferentes voces. Un proceso de formación docente en Ciencias Naturales en Córdoba-Argentina* (pp. 87-110). Córdoba: UNESCO y UNC.

Ejemplo 2: *La situación de la peperina en Córdoba*³. En el marco del tema *Ambiente y Ecología*.



Hace unos años era frecuente ver en las calles o en la salida de los supermercados a numerosos vendedores ambulantes de *peperina*, la hierba aromática que se suele usar para tomar mate. Ahora la situación ha cambiado. Juan, un vecino de la ciudad de Córdoba, cree que las personas que antes vendían peperina ahora se dedican a comerciar otros productos, como CDs, películas o golosinas. Otros dicen que la peperina se está extinguiendo y que “*los recolectores tienen que ir más arriba del cerro a buscarla*” (Viano, 2008).

Consignas:

- i) Lee el problema 1 de forma individual y responde si conoces a la peperina.
- ii) ¿Qué crees que puede estar pasando con la peperina o con su venta en Córdoba y por qué?

Referencia bibliográfica

- ✓ Viano, L. (2008). Alertan sobre la escasez de peperina, el yuyo cordobés. *La Voz del Interior*, edición domingo 23/03/2008. Disponible en: http://archivo.lavoz.com.ar/nota.asp?nota_id=173836

³ Parte de la unidad didáctica “Biodiversidad en Córdoba: una aproximación a los componentes y atributos a través de la problematización, las analogías y el uso de pruebas científicas”, desarrollada en el marco del proyecto “Concepciones y actitudes acerca de la diversidad biológica en estudiantes de escuela secundaria y en textos académicos universitarios y de la escuela media” (FONCYT, PICT-2011-0977) en la ciudad de Córdoba. *Datos no publicados*.

Ejemplo 3: *Reforestando en la reserva*⁴. En el marco del tema *Ambiente y Ecología*.



Un día consigues una suplencia de unos meses para reemplazar al guarda parque en la Reserva General San Martín y hacerte cargo de la reforestación de determinadas áreas. Cuando vas a conocer el vivero ves que hay plantines de espinillos, quebrachos blancos, talas y pinos. Por otro lado, cuando hiciste un reconocimiento por el terreno viste que había muchos siempre verdes nuevos cerca de otros más viejos, aunque no parecen haber sido plantados ya que no tienen cazuela hecha y no viste plantines de esta especie en el vivero.

Consignas:

- i) ¿Con qué especies reforestarías y por qué?
- ii) ¿Qué puede estar pasando con el siempre verde?

Ejemplo 4: *La epidemia de piojos en la escuela* (Paz & Bermudez, 2007). En el marco del tema *Evolución y adaptaciones*



Mi mamá dice que ya ningún piojicida le mata los piojos a mi hermanito. Ha probado varias marcas, pero cuando salen los nuevos productos, funcionan bien un tiempo y después se vuelven totalmente ineficaces. La maestra de la escuela le recomendó los peines ultra-finos como la única y más barata solución.

Consigna:

- i) ¿Cómo explicarías las razones de esta situación? ¿Qué pasó con los piojos?

⁴Parte de la unidad didáctica “Conociendo la diversidad vegetal y animal de Córdoba. Una aproximación a las invasiones biológicas, las especies nativas y los bienes y servicios ecosistémicos”, desarrollada en el marco del proyecto PICT-2011-0977 (FONCYT) y “Representaciones y dispositivos didácticos para una enseñanza innovadora de la diversidad biológica” (SECYT, UNC) en la ciudad de Córdoba. *Datos no publicados.*

Referencia bibliográfica

- ✓ Paz, A. & Bermudez, G. M. A. (2007). La adaptación de los piojos a los insecticidas: un problema cotidiano para aprender sobre evolución. En A.L. De Longhi & M.P. Echeverriarza (Comp.), *Diálogo entre diferentes voces. Un proceso de formación docente en Ciencias Naturales en Córdoba-Argentina* (pp. 111-120). Córdoba: UNESCO y UNC.

Ejemplo 5: *El estrés y la adrenalina* (Paz, 2005). En el marco del tema *Fisiología y estrés*.



¡A los cavernícolas les sucedía lo mismo que a nosotros! Imaginemos a un primitivo morador de las cavernas que tiene que enfrentarse al impensado ataque de un animal salvaje. El organismo de este cavernícola se prepara para responder a la amenaza y poder sobrevivir. Los músculos se tensan, la respiración se vuelve rápida y poco profunda, el hambre y el deseo sexual se suprimen, el proceso digestivo se detiene, el cerebro se coloca en un estado de alerta máxima y los sentidos se agudizan. En nuestra moderna sociedad no tenemos que enfrentarnos por lo general a animales salvajes (al menos en el sentido literal del término). Sin embargo, nos enfrentamos a situaciones de otro tipo tales como problemas en el colegio, con los padres o situaciones de peligro derivadas de los difíciles momentos que nos toca vivir, con los mismos mecanismos con los que nuestros antepasados se enfrentaban a los animales salvajes. Seguramente has sentido alguna vez esa sensación.

Referencia bibliográfica

- ✓ Paz, A. (2005). La adrenalina y las situaciones de estrés. Discutir para comprender. En A. L. De Longhi, A. Ferreyra, A. Paz, G. Bermudez, M. Solís, E. Vaudagna & M. Cortez, *Estrategias de enseñanza de Ciencias Naturales en el nivel medio* (pp. 85-104). Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, Academia Nacional de Ciencias, Ministerio de Educación. Universitas.

Ejemplo 6: *Prevención del VIH* (Solís & Vaudagna, 2005). En el marco del tema *Educación para la Salud*.



Las últimas estadísticas muestran que la infección ha crecido en un 40%. A pesar de que se conoce cada vez más sobre la infección por el virus de inmunodeficiencia humana (VIH) y los comportamientos que la extienden, no se toman los recaudos necesarios, es decir la gente sigue sin cuidarse. Hoy se ve que la epidemia sigue creciendo sobre todo en niños, mujeres y jóvenes de sectores vulnerables. Las personas que hoy tienen SIDA se infectaron cuando eran muy jóvenes. Sin embargo la mayoría de las personas sabe cómo cuidarse.

Reflexiones para compartir:

¿Te has preguntado sobre cuáles son las problemáticas sociales, históricas, políticas o culturales donde está involucrado el contenido que debes dar en clase? ¿Has registrado las preguntas que generalmente se hace la gente o los alumnos sobre el tema de tu clase? ¿Revisas las noticias de los diarios, revistas y portales para tener información sobre lo que se habla (directa o indirectamente) del tema de tu clase?

Referencia bibliográfica

- ✓ Solís, M. & Vaudagna, E. (2005). Enseñar para generar conductas de prevención del VIH-sida y superar representaciones erróneas. En A. L. De Longhi, A. Ferreyra, A. Paz, G. Bermudez, M. Solís, E. Vaudagna & M. Cortez, *Estrategias de enseñanza de Ciencias Naturales en el nivel medio* (pp. 117-134). Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, Academia Nacional de Ciencias, Ministerio de Educación. Universitas.

II. Caracterización de las etapas de la estrategia didáctica

II. A. Planificación de la clase

A.2 Las respuestas al problema y posibles intervenciones

- Explicitar posibles circuitos comunicativos de acuerdo a las respuestas que vayan dando los estudiantes, lo que resulta ideal para los novatos en la estrategia IDP.

Diálogo entre docente y estudiantes para el **Ejemplo 4**, “*La epidemia de piojos en la escuela*”.

Referencias: D = Docente; A = Alumno.

D1) En esta situación, ¿existe algún problema biológico de trasfondo?
A1a) No.
A1b) Sí.
D2a) ¿Por qué no? ¿Hay otro tipo de problemas?
D2b) ¿Cuál creen ustedes que es?
A2a1) Los piojos no tienen nada que ver. La gente usa productos comerciales que no dicen el verdadero contenido del envase, menos aún las marcas más baratas.
A2a2) Los piojos no tienen ningún problema. El problema es que las empresas no ponen en los productos los insecticidas necesarios porque son importados y muy caros.
A2a3) A las empresas fabricantes de piojicidas les conviene que los productos no sean eficaces para que la gente compre uno tras otro.
A2a4) El problema es que los peines de acero son una moda ahora, y eso implica que la gente se vuelque hacia ellos a la hora de comprar productos para combatir los piojos. La cuestión es que son las mismas empresas las que fabrican los piojicidas y los peines.
A2a5) Las etiquetas de los piojicidas no informan correctamente sobre la frecuencia y cantidad de producto por aplicación.
A2a6) Los alumnos de la escuela primaria pasan mucho tiempo juntos y están permanentemente en contacto. Por ello, si uno tiene piojos, éste se los pasará inevitablemente a los demás.

A2a7) En general son las madres las que no saben aplicar los productos químicos. Los peines sirven porque todo el mundo sabe peinarse.
A2b1) Los piojos están adaptados a los piojicidas.
A2b2) Los piojos son resistentes a los piojicidas.
A2b3) Los piojos han mutado y se han vuelto resistentes.
A2b4) La maestra está equivocada. Los piojos quedan atrapados en los dientes de los peines pero no las liendres. Por lo tanto, mientras haya liendres, habrá piojos.
A2b5) Los piojos se han vuelto inmunes.
A2b6) Los piojos se acostumbraron a los piojicidas.
D3a1a) Ustedes dicen que son los productos más baratos los que no tienen los principios activos para ser llamados piojicidas, y que a su vez, son los que la gente más utiliza. Eso es verdad, pero no me estoy refiriendo a las tendencias de mercado o cómo repercute la crisis económica del país en la calidad de los productos que compramos. En realidad estoy haciendo mención a si los piojos tienen algo que ver en este problema. Veamos, ¿qué puede estar pasando con los piojos?
D3a1b) Ustedes dicen que los productos más baratos son los que no tienen los principios activos para ser llamados piojicidas y que, por otro lado, son los que la gente más compra. Puede que sea como ustedes dicen, pero habría que probarlo, es decir, si las personas compran piojicidas por su precio o por su calidad, y si estos dos factores son dependientes. ¿Qué creen ustedes? ¿Cómo podríamos saberlo? → <i>hacia la emisión de hipótesis por parte de los alumnos y desarrollo de estrategias metodológicas (encuestas, búsquedas bibliográficas, etc.) que permitan dilucidar tendencias de mercado y aspectos de la calidad - precio - valor agregado de los piojicidas.</i>
D3a2a) Ustedes dicen que los piojos no están implicados en el problema porque son las empresas las que, por problemas económicos como el costo de los materiales, no fabrican productos eficaces. Está bien. Ustedes están hablando de cómo pueden afectar los problemas económicos en el mercado y en la salud. Ahora volvamos a los piojos, ¿qué pasaría si yo tengo un frasco de producto que me sirvió durante tres semanas y luego no más? ¿o si el mismo yuyo que usaba mi abuela ya no funciona?
D3a2b) Ustedes dicen que los piojos no están implicados en el problema porque son las empresas las que, por problemas económicos como el costo de los materiales, no fabrican productos eficaces. ¿Cómo podríamos saber si los principios activos de los piojicidas han variado en los últimos tiempos? ¿O si éstos son utilizados o recomendados en otros países? ¿Cuál es la legislación en este país al respecto? → <i>hacia el desarrollo de búsquedas bibliográficas referidas a los aspectos legales de los usos de drogas en productos de aplicación en humanos, etc.</i>

<p>D3a3a) Ustedes dicen que los piojicidas traen los principios activos en muy bajas concentraciones adrede, es decir, para que siga habiendo piojos y así se mantenga en pie el mercado de estos productos. Ustedes se refieren a que, suponiendo que lo que mencionan ocurre en realidad, si no hicieran esto las empresas fabricantes los piojicidas matarían para siempre a todos los piojos? ¿Desaparecerían para siempre?</p>
<p>D3a3b) Ustedes dicen que los piojicidas traen los principios activos en muy bajas concentraciones adrede, es decir, para que siga habiendo piojos y así se mantenga en pie el mercado de estos productos. Eso no lo sabemos, ¿pero cómo podríamos averiguarlo? Además, ¿cómo actúan los insecticidas sobre los piojos, habrá alguna concentración que no sea letal?</p> <p style="text-align: center;">→ <i>hacia del desarrollo de estrategias metodológicas (indagaciones guiadas, etc.) y búsquedas bibliográficas para dilucidar la cuestión y profundizar conceptos como ‘principio activo’, ‘mecanismos de acción’, ‘concentración umbral’, ‘dosis respuesta’, etc.</i></p>
<p>D3a4) Ustedes dicen que en realidad la estrategia de mercado más rentable ya no es el piojicida sino el peine, y que el marketing ha ayudado a que la gente termine por decidirse a comprar este último. Lo que no estamos contestando es si las ganancias de la venta de piojicidas porque la gente prefiere gastar un poco menos de dinero y trabajar más para exterminarlos (no es lo mismo lavarse o enjuagarse la cabeza con un champú o loción que pasarse el peine varias veces al día) o porque los piojicidas ya no matan a los piojos. ¿Qué podría estar pasando? ¿Cómo podríamos dilucidar esto?</p>
<p>D3a5) Que la claridad del etiquetado en lo que refiere específicamente al modo de empleo de un producto afecta indudablemente en el resultado final que uno obtiene, es verdad. Acá estamos viendo cómo varían las respuestas de un proceso cualquiera según se tengan en cuenta las variables que en éste influyen. ¿Cómo podríamos dilucidar esta situación, qué experimentos haríamos?</p>
<p>D3a6</p> <p>a) Ustedes dicen que ciertos factores tales como el contacto prolongado en tiempo y lugar con personas enfermas de pediculosis ayudaría a que otros se contagien. Eso es correcto, pero no estamos contestando si los piojos mueren o no cuando son expuestos a los piojicidas, qué puede estar pasando si es que éstos no funcionan, o si los piojos que se contagian los chicos están vivos porque no les pasaron el peine a los enfermos, porque no se pusieron ningún piojicida, o porque ninguno de los dos métodos sirve?</p>
<p>b) Ustedes dicen que ciertos factores como el contacto prolongado en tiempo y lugar con personas enfermas de pediculosis ayudaría a que otros se contagien. Eso es correcto, como también el hecho de que ciertos factores comportamentales están relacionados con la infección, contagio y proliferación, por ejemplo, de las enfermedades. En este caso, ¿qué conductas serían apropiadas para evitar la</p>

pediculosis?
D3a7) Que la claridad del etiquetado en lo que refiere específicamente al modo de empleo de un producto afecta indudablemente en el resultado final que uno obtiene, es verdad. Acá estamos viendo cómo varían las respuestas de un proceso cualquiera según se tengan en cuenta las variables que en éste influyen, pero no respondemos si los piojos mueren o no cuando son expuestos a los piojicidas, qué pasa el breve tiempo en el que son efectivos, qué cambia luego, o por qué si las madres sólo utilizan correctamente el peine, éste no los ha exterminado?
D3b1) Ustedes dicen que los piojos están adaptados al piojicida y que por ello no mueren cuando son expuestos a los mismos. Verdaderamente, cuando un piojo u organismo se adapta a alguna condición del medio presenta una aptitud superior a la de los que no están adaptados (llámese supervivencia, éxito reproductivo, fertilidad aumentada, etc.). Ahora podemos preguntarnos cómo se ha originado esa adaptación?
D3b2) Ustedes dicen que los piojos no mueren cuando son expuestos a los piojicidas porque se han vuelto resistentes, pero por qué ‘resisten’ a los productos que hace tiempo están en el mercado y no a los nuevos?
D3b3) Ustedes dicen que los piojos han mutado y que por tal motivo se han vuelto resistentes, pero ¿por qué habrían de mutar los piojos?
D3b4) Ustedes dicen que los piojos se han vuelto inmunes a los piojicidas, de tal forma que no mueren los que poseen esta característica. Antes de continuar, me gustaría dejar en claro lo siguiente: ¿qué es lo que determina la inmunidad de un organismo?
D3b5) Ustedes hablan de que usar los peines ultra-finos quita los piojos pero no las liendres, que de alguna forma darán más piojos. Yo me pregunto, ¿de dónde salen las liendres?
A3a1
a) No se están muriendo como deberían.
b) A2b1,2, 3,4,5
A3a2
a) No se puede estar tratando siempre a los piojos con el mismo producto porque éstos se adaptan.
b) No se puede tratar a los piojos con el mismo producto porque tarde o temprano se terminan acostumbrando.
A3a3
a) Sí, no quedarán más piojos.

b) Y... no, alguno siempre quedaría.
c) Sería poco probable poder matar a todos. Son muchos, 'chiquititos' y se reproducen muy rápido. ¡Habría que aplicar piojicidas en un mismo día y en todo el mundo!
A3a4
a) Y... podemos hacer una encuesta a las mamás de la escuela.
b) En realidad no sería esperable que una mamá quisiera trabajar más y usar el peine pudiendo usar un piojicida si es que funciona. O es el producto que no sirve o es que está muy caro.
A3a5
a) Habría que aplicar el mismo piojicida a muchos piojos.
b) Habría que aplicar el mismo piojicida a muchos piojos durante un cierto tiempo y ver si se mueren.
c) Habría que aplicar distintos piojicidas a muchos piojos durante un cierto tiempo y ver si se mueren.
d) Habría que aplicar distintos piojicidas a muchos piojos durante un cierto tiempo controlando la cantidad de producto aplicado, frecuencia, etc.
A3a6
a) Que los chicos y chicas se corten el pelo y no acerquen sus cabezas.
b) Que la gente no use tantos insecticidas.
c) Que la gente utilice buenos piojicidas.
d) Que la gente use nuevos piojicidas.
e) Que sus madres les pasen el peine todos los días.
A3a7) A2b1,2,3,4,5,6
A3b1
a) Los piojos no han alcanzado a mutar.
b) Los piojos no han tenido tiempo a adaptarse.
c) Durante las tres primeras semanas mueren los piojos pero no las liendres, por lo que después de ese tiempo aparecen nuevamente los piojos.
A3b2
a) Porque la materia activa de los productos ha cambiado.
b) Porque hace tiempo que los piojicidas se usan.

c) Porque es necesario que transcurra un tiempo para que los piojos muten y se hagan resistentes a los nuevos productos.
d) Porque hace falta tiempo para que los piojos se acostumbren al nuevo piojicida.
e) Porque es necesario que transcurra un cierto tiempo para que los piojos se vuelvan inmunes a los elementos activos de los piojicidas.
A3b3
a) Los piojos mutan porque sí (por azar).
b) Los piojos mutan porque han sido expuestos al insecticida.
A3b4
a) El tipo de protección que tienen los piojos, como el exoesqueleto.
b) Los genes (ADN).
c) El tipo de agente extraño del que se necesita protección.
A3b5
a) De los piojos vivos.
b) Son formas de resistencia que dejan los piojos cuando no son propicias las condiciones del medio.



II. Caracterización de las etapas de la estrategia didáctica

II. A. Planificación de la clase

A.2 Las respuestas al problema y posibles intervenciones

- Especificar las relaciones conceptuales asociadas a la interacción discursiva que se establecerán, como mínimo, en la resolución del problema (para el **Ejemplo 3**, “Reforestando en la reserva”).

Concepto	Nexo	Concepto
espinillos, quebrachos blancos, talas, pinos, siempre verdes	[son ejemplos de distintas]	especies
especie	[es un conjunto de]	poblaciones
población	[es un conjunto de]	individuos
especie	[tiene como característica ser]	nativa exótica invasora
nativa	[es propia de aquí, o]	autóctona
espinillos, quebrachos blancos, talas	[son ejemplos de especies]	nativas o autóctonas
exótica	[originaria de otro lugar, o]	foránea
pinos y siempre verdes	[son ejemplos de especies]	exóticas
especies	[pueden ser]	árboles arbustos otros
espinillos, quebrachos blancos, talas, pinos, siempre verdes	[son ejemplos de]	árboles
individuos	[tienen momentos en su]	desarrollo
desarrollo	[progresión de cambios desde la]	fecundación
semilla plántula joven adulto	[son ejemplos de etapas del]	desarrollo
plantín	[es una planta joven destinada a]	plantación reforestación
plantín	[puede ser según la edad]	nuevo viejo
plantín	[puede ser estar]	plantado

		no plantado
plantín	[cuando está plantado posee]	cazuela
cazuela	[es un reborde de]	tierra
cazuela	[es un signo de]	acción humana
joven	[es un individuo que puede ser]	plantín no plantín/juvenil
no plantín/juvenil	[es un individuo joven que no fue plantado por]	acción humana
invasor	[logra dominar el]	paisaje
invasor	[puede ser]	nativa exótica
		

II. Caracterización de las etapas de la estrategia didáctica

II. B. Implementación de la estrategia IDP

B.2 Etapa de activación y confrontación de las ideas de los alumnos



Para saber más...

Sobre la interpretación (generosa) de las respuestas al problema

Klaassen & Lijnse (1996), dos investigadores holandeses del discurso educacional, sugieren que las personas en general (docentes y alumnos en particular) debiéramos considerar que las expresiones de los demás son consistentes y verdaderas para quien se expresa.

Este “*principio de caridad*” o “*generosidad*” en el hecho de otorgar significados, descrito originalmente por Davidson (1990, citado en Klaassen & Lijnse, 1996), se basa en la combinación de otros dos principios: el de correspondencia y el de coherencia.

Por el *principio de correspondencia* se busca considerar que las expresiones resultan de creencias y redes de significado consistentes y verdaderas para las personas: “[ante el reiterado manifiesto de incomprensión por su parte] asumimos que [esta alumna] no quería simplemente ser cabeza dura o recalcitrante” p. 131). Por otro lado, el *principio de coherencia* radica en asignar creencias, deseos e intenciones de manera correcta; es decir, que guarden correlación con la realidad.

De este modo, combinando ambos principios, y “para hacer que una persona tenga sentido no podemos dejar de interpretarla (y ajustar nuestra interpretación de ella) de tal manera que resulte en gran parte coherente, creyente de las verdades y un amante de lo bueno (todo por nuestras propias luces)” (Klaassen & Lijnse, 1996, p. 131).

Nuestra competencia docente puede caracterizarse ahora como una especie de arte de la teoría de la (re)construcción: lo que (re) construimos son los significados que asignamos a las expresiones del hablante, y para hacer que el hablante tenga sentido, nuestro proceso de (re)construcción no puede sino estar gobernado por el principio de correspondencia. La conclusión básica para los autores es que toda interpretación depende de nuestra capacidad de encontrar un *terreno común*. Encontrarlo no es posterior a la comprensión sino una condición de la misma. “Todo se basa en compartir (...) un mundo, muchas reacciones a sus características principales y una manera de pensar con otra persona” (Klaassen & Lijnse, 1996, p. 131).

Referencia bibliográfica

- ✓ Klaassen, C. W. J. M. & Lijnse, P. L. (1996). Interpreting students' and teachers' discourse in science classes: An underestimated problem? *Journal of Research in Science Teaching*, 33(2), 115-134.





Actividad sugerida

- a) Teniendo en cuenta los principios en los que se basa la interpretación generosa, encuentra en los diálogos transcritos ejemplos de situaciones en las que el docente los haya seguido en la interacción con los alumnos.
- b) Reflexiona y aporta ejemplos de tu experiencia personal en las que intervenciones que hayas realizado vos y tus compañeros en alguna clase de Biología no hayan sido interpretados generosamente por el profesor.
- c) Reflexiona sobre los condicionantes de la situación didáctica que son necesarios para poder seguir los principios de la interpretación generosa.

II. Caracterización de las etapas de la estrategia didáctica

II. B. Implementación de la estrategia IDP

B.2 Etapa de activación y confrontación de las ideas de los alumnos

- Activación de las ideas sobre la peperina y la biodiversidad (**Ejemplo 2**, “*La situación de la peperina en Córdoba*”).

Diálogo	Interpretación
<p>D: ¿Qué es la peperina?</p> <p>A: la Peperina es igual que el burro.</p> <p>A: es para el mate.</p> <p>A: es yuyo.</p>	<p>Luego de la lectura del problema, el profesor indaga sobre el conocimiento de la especie, condición necesaria para poder continuar la clase.</p>

A: ¿qué hay que hacer? No está clara la consigna profe.

D: La consigna es individual, escriben en su carpeta si la conocen o no... A ver... levanten la mano, los que si conocen la peperina... a ver... vos decís que se usa para el mate... vos decís que sí la conoces...

A: Sí (varias respuestas)

D: ¿De qué tamaño es esa plantita? ¿Donde la viste? Comparemos la altura de esa planta... ¿cómo es la hoja? ¿La forma? ¿Más ancha que cuál? Expliquen porque Karen nunca vio una planta...

A: (inaudible) [alumno explica cómo es y cómo se seca la planta, acompañando con gestos sobre el tamaño].

D: Bueno... ahí nos están dando la técnica de cómo se seca la peperina

A: Se seca en papel para que no se pierda el aroma

D: Sí, es importante el aroma, y se usa para el mate... ¿qué tipo de planta es?

A: Aromática profe (varias respuestas)

D: Muy bien... es aromática... ¿y tendrá otro uso? [hacia los alumnos que no dijeron que se emplea para el mate]

A: Medicinal.

A: Si se usa igual que el burro, seguro también debe ser medicinal...

A: [al compañero que explicó cómo es la planta] ¿De dónde sos?

La amplia mayoría de alumnos conocía a la peperina. Sin embargo, una alumna que había venido desde Buenos Aires recientemente a vivir a Córdoba no sabía de ella.

Todos menos la alumna de otra provincia sabían que la planta era usada para el mate por su aroma y propiedades medicinales.

El profesor explicitó que la especie no se distribuye en toda la

D: A ver escuchemos... ¿de dónde sos vos? ¿Dónde viste la planta?

A: (bullicio)

D: Es importante lo que están diciendo... porque es una planta regional...

A: (bullicio, todos hablan entre todos)

D: Hace un rato decían que se vende en la calle...

A: (varias respuestas a la vez) En la calle. En los semáforos. En la rotonda. Antes se veía más. La sacaron y es como que no crece más... la sacaron y no la repusieron... se replanto por marihuana... esta sobreexplotada...

D: ¿Tiene el mismo uso que la marihuana?

A: (risas)

D: Retomemos... ¿Cómo se extrae? ¿Por qué esta sobreexplotada?

Alumnos: (varias respuestas a la vez) se saca de raíz... se arranca la planta...

D: ¿Y a ustedes les parece que es solo porque esta sobreexplotada? ¿Por eso no hay más? ¿Es porque se reemplazo por otra cosa?

A1: Si a alguien que vende peperina en el semáforo, le pagan \$5, y por vender maní le pagan \$10... ¡no va a vender más Peperina!

D: Por una cuestión económica decís vos...

A: (bullicio, inaudible)

A2: Por que cambiaron las condiciones de la tierra... él dijo que necesitaba clima húmedo... y por ahí ahora la

Argentina, y que depende de nuestro contacto con el ambiente el conocimiento de ésta y otras especies. Además, retoma un hecho cercano al contexto de los alumnos, que es la venta en ciertos sectores del barrio y camino al colegio. Por ejemplo, cuando los alumnos dicen “en la rotonda” se refieren a la rotonda Las Flores. El aporte de la “marihuana” fue tomado naturalmente por el docente, quien lo reubicó de manera directa de forma que los alumnos no continuaron con comentarios más destinados a llamar la atención que a la construcción de conocimiento en el aula.

Los alumnos aportan el concepto de sobreexplotación y del pago que se hace de la peperina en la venta ambulante.

El docente decidió incorporar al tratamiento del problema la noción de biodiversidad de los alumnos.

tierra está más seca... también puede ser por el clima... (todos hablan a la vez y gritan)

D: Vamos a retomar... el tema de hoy es Biodiversidad... entonces... ¿Qué es la Biodiversidad? Ustedes la clase pasada me decían que no sabían, que no entendían que significa biodiversidad...

A: es la variedad de especies...

D: es la variedad de especies me dicen acá...

A3: No será la variedad, no, la cantidad de vida... Porque por ejemplo... puede haber 3 especies de este lado, y tres especies del otro lado... pero acá hay 40 de esa especie y acá hay solo dos... ¿también puede ser la cantidad?

D: Sí claro, nos referimos a la cantidad de especies que hay en un determinado ecosistema...

A: (Los alumnos repiten el concepto)

D: Incluyendo la cantidad de individuos también...

A4: es la variación de especies...

D: Muy bien, como hemos hablado... sería solo especies o Biodiversidad abarcaría algo más?

A: (inaudible, bullicio)

A: es todo lo que comprende el estudio de todos los organismos vivos...

P: ... ¿y qué sería el estudio de todos los organismos vivos?

A: Flora, fauna... todo lo que está en los ecosistemas... bióticos y abióticos...

El docente legitima a un primer nivel de complejidad la noción de biodiversidad.

El docente retoma la pregunta del problema y, ante la falta de respuesta, vuelve a indagar sobre el conocimiento que tienen los

P: Bueno... Lucas dice entonces que también abarca la Biodiversidad los diferentes ecosistemas... (bullicio y comentarios) Bueno... vamos a hacer lo siguiente... retoman las fotocopias que ustedes tienen... ¿Alguien tiene algo escrito donde dicen que creen que está pasando?

A: (sin respuesta)

P: El que comentó que en su casa había un jardín con una planta de peperina... ¿había peperina sola? ¿Había alguna otra planta?

A: era peperina y menta... se juntaban y no sé... porque como que se les pasaba el gusto...

A: era una "Pepementa" (risas)

P: Así no nos escuchamos... la pregunta es... ¿eran dos tipos de plantas diferentes? O era una?

A: No. Eran dos. Las distinguís fácil... la menta tiene una hoja rara y la Peperina otra distinta...

P: ¿Vos crees que entre ellas pasaba algo? Entre estas dos especies?

A: No sé... o sea... la peperina tiene un gusto peculiar y la menta también... por ahí a la peperina le sentía un gusto como mentolado...

P: ¿Como que había algo de cruza quizás?...

A: como que lo absorbió el suelo...

A: capaz que una necesitaba de la otra para estar ahí...

alumnos sobre la peperina. En este caso, sobre algunos aspectos ecológicos.



III. Caracterización de las etapas de la estrategia didáctica

II. B. Implementación de la estrategia IDP

B.3 Etapa de re-direccionamiento de las intervenciones y respuesta al problema

- El redireccionamiento de intervenciones sobre la resistencia de los piojos a los piojicidas (**Ejemplo 4**).

Diálogo*	Interpretación
<p>D: Es decir que para ustedes el problema es porque las empresas no generan productos que realmente maten los piojos y porque no hay buenos hábitos de higiene. Eso puede ser verdad, pero no me estoy refiriendo a eso. En realidad, estoy tratando de que indagemos si los piojos tienen algo que ver en este problema. Veamos, ¿qué puede estar pasando con los piojos?</p> <p>A: Aparte los piojos se van haciendo más resistentes</p> <p>D: Los piojos se van haciendo más resistentes, ¿a qué?</p> <p>A: A los piojicidas, insecticidas.</p> <p>D: ¿Qué otra razón?, ¿ustedes qué opinan? (Los alumnos hacen silencio) ¿... no se les ocurre otra razón? ¿Por qué creen entonces?, ¿cómo es que son más resistentes, ¿qué es eso?</p> <p>A: Se hacen inmunes.</p> <p>D: Vos Franco decís que se hacen inmunes (el docente escribe en el pizarrón la palabra 'inmunes').</p> <p>A: Se acostumbran... ya... el piojo se acostumbra a</p>	<p>Luego de una serie de intercambios iniciales en los que los alumnos orientaban las respuestas hacia la higiene de las personas y la eficacia de los productos comerciales, la docente propone reorientar el ángulo de análisis de la problemática.</p> <p>Aparece una respuesta que es más útil para el abordaje de la evolución y repregunta.</p> <p>Obtiene una respuesta e indaga sobre la concepción de resistencia, que surge asociada a la noción de inmunidad.</p>

los tipos de piojicidas que les ponen.

D: Eso de que son resistentes, ¿qué significa para ustedes que lo dijeron? (escribe 'resistentes').

A: Que resisten a los piojicidas para poder vivir.

D: Están bien, ¿pero qué significa para vos que se hace más resistente?

A: Que no se mueren con los piojicidas.

D: Que no se mueren con los piojicidas, bien. ¿Por qué?

A: Porque son inmunes.

D: Pero a ver... ¿cómo me lo pueden explicar de otra forma? A ver, ¿están de acuerdo con esto que dice Franco de que se hacen inmunes?, ¿de que se acostumbran a los piojicidas?

A: Sí.

D: Para ustedes, ¿es lo mismo que se hagan inmunes a que se acostumbren?

A: Eh... no.

D: ¿No? ¿Por qué?

A: Hacerse inmunes es tener la suficiente cantidad de defensas.

A: Pero es lo mismo que acostumbrarse.

D: A ver Flor, vos decís que es lo mismo que acostumbrarse, ¿por qué?

A: Y porque es lo mismo, si se acostumbran es porque tienen las defensas altas y porque...

A: Y por eso, que se hagan inmunes lleva a que se

El docente intenta activar las ideas de resistencia, repreguntando e indagando el significado de la resistencia. En este caso, se observa una tendencia finalista y teleológica en los estudiantes que parece sugerir que los piojos se vuelven resistentes por la necesidad de vivir. El docente no se queda conforme con la respuesta, y vuelve a indagar sobre la comprensión del hecho que los piojos no mueran al ser expuestos al piojicida.

Una vez más, la relación de la resistencia se direcciona a la de inmunidad ("inmunes", "defensas", "anticuerpos").

acostumbren.

D: Bueno, ustedes dicen que hacerse inmunes es tener la suficiente cantidad de defensas, yo les pregunto, ¿de dónde sacan esas defensas esos bichos?

A: De la sangre.

D: ¿De qué sangre?

A: De la nuestra.

D: O sea que hacerse inmunes es tener la suficiente cantidad de defensas, defensas que sacan de la sangre que nos chupan a nosotros.

A: Sí.

D: ¿Sí? ¿Es así? ¿O sea que nosotros tenemos defensas contra los insecticidas, sí?

A: No, sí, eh... algunos, contra el insecticida marca R... sí.

(...)

D: Bueno, yo les voy a contar algo ahora... Inmunidad, es cierto, es la capacidad de un organismo de defenderse ante factores externos que no son reconocidos como propios, pero la inmunidad puede ser natural o adquirida. La natural o innata es cuando nacemos con inmunidad hacia algunos agentes extraños pero no específicos y, luego, la adquirida, es la que vamos adquiriendo a lo largo de nuestra vida cuando entramos en contacto con un agente extraño y se forman anticuerpos específicos para ese agente. (...) Por eso, lo que vos decías Franco de que si yo aspiro R... desde chiquita formo

Entonces, el docente decide hacer la síntesis de los aportes sobre inmunidad, explicando brevemente de qué se trata y cómo se relaciona el tema con la respuesta al problema inicial, pero decide no continuar por esa arista y justifica su decisión. Luego, vuelve a abrir el debate a otras posibles respuestas, las que se centran nuevamente en la inmunidad, adquirida en este caso a través de la sangre humana.

El docente se ve en la necesidad de dar una explicación sobre inmunidad para poder ubicar las ricas intervenciones anteriores, si bien muchas incorrectas, útiles para trabajar esos conceptos. En ese marco conceptual, reubicó a varias respuestas e interpretaciones de los

anticuerpos, no es posible. Esto lo de inmunidad, está bien lo que ustedes hablaron de inmunidad de la formación de anticuerpos y demás, es un mecanismo de defensa que tiene nuestro organismo que es de formar defensas ante agentes externos con determinadas características. Que es un tema complicado, muy complejo y nosotros lo vamos a ver después y lo vamos a ver en profundidad. Entonces lo que yo les puedo decir es que los piojos no forman anticuerpos y no es cuestión de inmunidad. Entonces, si no es así, ¿Qué pasa?

alumnos, sobre todo las relacionadas con la inmunidad de los piojos por los anticuerpos humanos que toman con la sangre.

Además, el docente ubica el tema para un desarrollo curricular posterior, justificando la razón de no continuar con los razonamientos de inmunidad. Finalmente, vuelve a preguntar para indagar sobre otros aspectos, relacionados ahora con la evolución y adaptación.



* Extraído de Paz & Bermudez (2007).

II. Caracterización de las etapas de la estrategia didáctica

II. B. Implementación de la estrategia IDP

B.4 Etapa de recuperación de las intervenciones y realización de cierres parciales

Para el **Ejemplo 4**, “*La epidemia de piojos en la escuela*”:

- Se reconoce y explicita la existencia de diferentes posturas en el tratamiento del problema.

Diálogo*	Interpretación
<p>D: Para vos ellos tienen sus anticuerpos, bien, veamos un poquito. Hay dos posturas acá unos dicen que los piojos al chuparnos la sangre a nosotros toman los anticuerpos nuestros...</p> <p>A: No es que los formen, sino que los refuerzan, a los de ellos los refuerzan con los nuestros.</p> <p>D: ¿O sea que ellos ya tienen?</p> <p>(...)</p>	<p>Luego de que se realizara la síntesis de los aportes categorizados como relacionados con la “inmunidad”, el docente continúa sintetizando, ahora presentando dos posturas que, mientras las explicita, los alumnos continúan realizando aportes. Una de ellas se relaciona con que los piojos se hacen resistentes porque llevan en la sangre que ingieren los anticuerpos humanos que les servirían para volverse resistentes.</p>

* Extraído de Paz & Bermudez (2007).

- El docente, luego de redireccionar el tratamiento del problema, reconoce y explicita la existencia de distintos conceptos necesarios de tener en cuenta.

Diálogo*	Interpretación
<p>D: Bueno, ¿entonces los piojos dijeron: “mmm para que siga la especie tenemos que poner huevos resistentes al piojicida”?</p>	<p>El docente va encauzando el tratamiento discursivo para la complejización conceptual de los temas. Una de las</p>

A: No, yo creería que es a medida que las liendres que quedaron después que pasó el piojicida, las que no murieron, fueron las que pudieron soportar eso y son las que fueron poniendo huevos que pudieron soportarlo.

A: Los huevos son los que quedan, porque las liendres se murieron.

D: Bueno, lo que dice Franco es esto: que el piojicida mató a algunos piojos, ¿verdad? Pero otros quedaron, los que quedaron es porque eran resistentes, es porque soportaban el insecticida. Y esos que quedaron, que soportaban el insecticida, pusieron más huevos y de esos huevos nacen piojos que son resistentes...

A: Igual que ellos, los padres.

D: Igual que ellos, bien. Entonces, acá podemos sacar dos conceptos: uno es el de “resistencia”, el de resistencia es que un individuo es resistente a determinados agentes; en este caso el piojicida. Y al ser resistentes el piojicida no lo mata, al no matarlo este piojo resistente tiene más posibilidades de dejar descendencia. Entonces, al dejar más descendencia va a hacer que haya más piojos resistentes porque a esa resistencia la heredan de sus padres. Entonces cada vez va a ser más difícil combatirlos.

A: Así es como dice Pía, evolucionaron.

intervenciones del mismo estuvo dirigida a refutar el pensamiento finalista y lamarckiano de que los piojos se hacen resistentes para poder vivir. “*Mmm para que siga la especie tenemos que poner huevos resistentes al piojicida*” parafrasea a los piojos en una situación antropomórfica, en la que el cambio evolutivo se realiza *ad hoc*. De este modo se intenta ir adoptando las explicaciones científicamente aceptadas, relacionadas en este caso con la teoría darwiniana (Paz & Bermudez, 2007).

El docente entonces “saca a la luz” dos conceptos que se vienen empleando, uno de ellos es el de “resistencia”.

* Extraído de Paz & Bermudez (2007).

Para el **Ejemplo 2**, “*La situación de la peperina en Córdoba*”:

- El docente ubica al estudiante en el desarrollo del tema y luego realiza una síntesis conceptual.

Diálogo	Interpretación
<p>P: Bueno... hace más de una semana ya que empezamos con el tema biodiversidad... Venimos un poquito atrasados. Vamos a retomar directamente desde donde dejamos. ¿Sí? No sé si todos estaban presentes... habíamos empezado a ver y a ampliar un poco lo que entendíamos por biodiversidad. ¿Sí? Originalmente la habíamos definido, como un número de especies, ecosistemas y la diversidad genética... ¿se acuerdan? Después lo empezamos a ampliar, incluso hasta lo que era las comunidades de paisaje, y hasta habíamos llegado a decir, a ver si se acuerdan, de que, en este paisaje de Carlos Paz, veíamos más unidades de paisajes, porque teníamos esta montaña, la ciudad, el lago con su peri lago, y acá algo de monte nativo. A diferencia de, este otro paisaje que como ven, tenemos solo dos unidades de paisaje. ¿Sí?</p>	<p>En el caso de desarrollar un tema con aproximaciones sucesivas y construcciones parciales es necesario realizar síntesis y legitimaciones que vayan ubicando al alumno en el desarrollo didáctico de la unidad didáctica.</p>
	

II. Caracterización de las etapas de la estrategia didáctica

II. B. Implementación de la estrategia IDP

B.5 Etapa de introducción de conocimiento nuevo



Para saber más...

Sobre el texto externo en la introducción de conocimiento nuevo: una posible amenaza

- ✓ Para Lemke (1997), el “Diálogo de texto externo” es un patrón de actividad que puede convertirse en una variación del diálogo triádico (I-R-F), donde un texto escrito sustituye la “voz” del participante real (docente, por ejemplo) y desempeña una de las partes dentro de la estructura de actividad de diálogo triádico. Generalmente los profesores utilizan cierta inflexión de voz que distingue sus propias preguntas o afirmaciones de las que se leen en voz alta (por ejemplo, aludiendo a “lo que dice el libro”, “ellos sostienen [los autores del libro]”, etc.).

Si bien los textos son utilizados en las clases muchas veces para avanzar rápidamente con un contenido, para visualizar esquemas o gráficos difíciles de reproducir en el pizarrón o en alguna lámina, para trabajar ordenadamente en grupos de lectura, etc., el peligro de usar textos externos en vez de la explicación del profesor es que queden desconectados del tratamiento del problema (ya sea porque se comienza con el texto y luego se responde el problema como un ejercicio, o porque no se establecen relaciones explícitas con las respuestas iniciales de los alumnos, sus contextos y la red de significados construida en la interacción docente-alumno).

El circuito IRF encuentra su máxima expresión en los textos externos cuando se repasan preguntas de un cuestionario:

P: Pregunta número 7.... ¿Quién responde? ¿Cuáles son los componentes de la biodiversidad?

A: el genético, el ecosistémico y específico, las especies.

P: Bien. ¿Pregunta 8?

(...)

Referencia bibliográfica

- ✓ Lemke, J. L (1997). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.



II. Caracterización de las etapas de la estrategia didáctica

II. B. Implementación de la estrategia IDP

B.6 Etapa de vuelta al problema original y revisión de las respuestas iniciales de los alumnos para enriquecer sus argumentos

- Reformulación de las respuestas iniciales luego de la introducción de conocimiento nuevo (para el **Ejemplo 2**, “*La situación de la peperina en Córdoba*”).

Diálogo	Interpretación
<p>D: Bueno Cáterin, entonces si disminuye la población de peperina, se va a mantener esa diversidad genética?</p> <p>A: nooo... (varias respuestas)</p> <p>D: ¿Y va a haber variedad genética?</p>	<p>Luego de haber visto los componentes de la biodiversidad, y en particular al genético-poblacional, el docente solicita la reformulación de los dichos sobre la disminución de la población de peperina en función del conocimiento nuevo adquirido.</p>

<p>A: noo... (varias respuestas)</p> <p>D: ¿Se mantiene? ¿Si se reduce la abundancia total... se mantiene la diversidad genética?</p> <p>A: Se reduce... no... porque cambian... se reduce... se reduce... se reduce...</p> <p>D: ¿Aumenta, disminuye o se mantiene?</p> <p>A: disminuye profe... (varias respuestas) le dijimos que disminuye...</p> <p>D: Entonces...en la carpeta... vamos a agregar a la respuesta esto que estamos diciendo.</p> <p>(...)</p> <p>D: ¡Silencio chicos! En parte del texto se mencionó el efecto de algunas especies o invasoras... ¿no? Y tomando quizás el caso de la menta, ustedes conocen alguna especie que pueda estar afectando [a la peperina]?</p> <p>A: (sin respuesta)</p> <p>D: ...Invasora... alguna especie invasora, es decir que crezca en número o tengo una abundancia mayor... o que esté afectando negativamente a la peperina...</p> <p>A: la cosa esa... como se llama la plantita esa... no sé cómo se llama... es cuando una crece mucho y no deja crecer a las otras... eso quiere decir el... pueden ser los patos, las palomas...</p> <p>D: Pensemos en las sierras... a ver Juan, ¿qué te parece? ¿Y en cuanto a arbustos y árboles?</p>	<p>En un segundo momento, el docente retoma las expresiones de un alumno al comienzo de la clase cuando contó que en su patio tenía peperina y que se mezclaba con menta. La intención era que, luego de haber leído un texto sobre plantas nativas y exóticas pudieran incorporar al tratamiento del problema el lenguaje y conceptos nuevos sobre el estatus de las especies y sobre las invasiones biológicas. Los alumnos reconocían como nativa a la peperina y tuvieron dificultades en recordar los nombres de especies que conocían de las sierras de Córdoba.</p> <p>Luego, pudieron identificar a los pinos como exóticas invasoras, y la transferencia</p>
--	---

<p>A: En el campo... crecían pinos... y ese que tiene la cosita esa...</p> <p>D: ¿Y cuál es la [especie] nativa ahí? ¿El espinillo o el pino?</p> <p>A: (sin respuesta)</p> <p>D: Vos decís... teníamos pino y venían los espinillos...</p> <p>A: es el espinillo... (varias respuestas)</p> <p>D: muy bien...</p> <p>A: pero se fue al asco... se re contra mil reprodujo...</p> <p>D: Entonces, ¿qué tipo de especie es el pino? No estaba en ese ecosistema... ahí dicen invasora... si no es autóctona, ¿qué tipo de especie es?</p> <p>A: ¡Es exótica! (los alumnos gritan).</p> <p>(suena el timbre y los alumnos se retiran)</p> <p>P: Hasta la semana que viene.</p>	<p>a la situación de la peperina no pudo ser alcanzada porque se acabó la hora de clase.</p>
	

II. Caracterización de las etapas de la estrategia didáctica

II. B. Implementación de la estrategia IDP

B.6 Etapa de vuelta al problema original y revisión de las respuestas iniciales de los alumnos para enriquecer sus argumentos

- La recuperación de intervenciones previas y enriquecimiento de argumentos (para el **Ejemplo 2**, “*La situación de la peperina en Córdoba*”).

Diálogo	Interpretación
<p>D: bien... continua entonces leyendo... revisemos acá en el pizarrón... donde teníamos “biodiversidad” [con énfasis y señalando la palabra en el pizarrón] y hace un momento dijeron variedad de especies... entonces ahora... ¿cómo lo podemos denominar?</p> <p>A: riqueza de especies...</p> <p>(continua leyendo uno de los alumnos)</p> <p>D: Esperá un poquito... entonces retomamos ahí el ejemplo de la peperina... cuando ustedes hoy hablaron de abundancia... entonces me pueden decir ahora... ¿qué ocurrió con esa abundancia?</p> <p>A: cambió la riqueza... disminuyó...</p> <p>D: Bien, continuamos leyendo... espera... porque algunos no escuchan...</p> <p>A: (sigue leyendo, sobre los niveles de la biodiversidad...)</p> <p>P: Entonces... ¿qué es lo que no tuvimos en</p>	<p>En el marco de la lectura de un texto el docente recupera las expresiones previas sobre lo que los alumnos creen que ocurrió con la peperina en Córdoba. En este sentido, se reformula la intervención previa con un lenguaje académico más ajustado.</p>

<p>cuenta hasta ahora?</p> <p>A: Los cambios genéticos... o sea... todos los cambios... cuando se producen cambios genéticos y por ende cambia la planta...</p>	<p>En base a ello, se agrega una nueva arista de análisis: los cambios genéticos.</p>
	

II. Caracterización de las etapas de la estrategia didáctica

II. B. Implementación de la estrategia IDP

B.8 Etapa de transferencia y síntesis final

- Para el **Ejemplo 4**, “*La epidemia de piojos en la escuela*”:

Diálogo*
<p>D: En realidad estos conceptos de ‘adaptación’, ‘evolución’ se aplican a la población de piojos, dentro de una población de piojos algunos eran resistentes a los piojicidas porque tenían información genética que los hacía resistentes. Entonces murieron los que no eran resistentes y los que sí eran resistentes siguieron viviendo y permitieron que nacieran más piojos resistentes. Entonces podemos decir que los organismos tienen características que son heredables. En este caso de los piojos, es la resistencia a los piojicidas que les permite subsistir en el medio que habitan y esto les permite dejar mayor cantidad de descendencia con esas características, que se llaman ‘adaptaciones’. Entonces, adaptarse a un determinado ambiente es tener las características que les permitan sobrevivir, de la mejor manera, en las condiciones que les presenta el ambiente. Ahora, la adaptación es el resultado de un proceso de evolución que lleva muchísimo tiempo, que permitió la supervivencia y reproducción de los organismos que tenían características favorables para vivir en ese ambiente y determinó la desaparición de los que no tenían esas características y por lo tanto eran menos aptos.</p>


* Extraído de Paz & Bermudez (2007).

II. Caracterización de las etapas de la estrategia didáctica

II. B. Implementación de la estrategia IDP

B.9 Etapa de planteo de nuevos problemas y evaluación del proceso.

- Para el **Ejemplo 4**, “*La epidemia de piojos en la escuela*”:

Diálogo*

D: Bueno, yo ahora les hago esta pregunta para ver qué han entendido: yo hago un nuevo insecticida, distinto, un insecticida revolucionario al que le llamo ‘Repiojilimp’, que es muy superior al que usaba antes que era el ‘Piojilimp’, y que mata, al parecer, a todos los piojos. Pero resulta que dentro de mucho tiempo encontramos nuevamente la dificultad, que les planteaba al principio, que es que es muy difícil terminar con los piojos.

A: Y... porque hubo algún piojo resistente Repiojilimp (risas) y entonces pusieron huevos y de allí saldrán piojos que...

A: Empieza a pasar lo mismo que pasó con el ‘Piojilimp’, porque el piojo que era resistente era por alguna causa genética entonces la heredaron los hijos que salieron de los huevos.

A: O sea que hay un piojo resistente y, como no lo mata el piojicida, pone un montón de huevos más que van a ser resistentes y la población va cambiando a resistente; o sea que evoluciona a resistente.

A: O sea que lo mejor es pasar el peine fino porque saca todo, resistentes y no resistentes y no se adapta la población.

D: Sí, Flor, creo que es lo mejor.



* Extraído de Paz & Bermudez (2007).

LAS EXPERIENCIAS DE LABORATORIO



LAS EXPERIENCIAS DE LABORATORIO

Caracterización, planificación y desarrollo de una estrategia didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de la Biología

María Soledad Martínez¹

¹ Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Cátedras de Didáctica General y Especial. Argentina.

ÍNDICE

Introducción	97
I. Un poco de historia	99
II. El laboratorio escolar hoy: luces y sobras	101
III. Caracterización de las etapas de la estrategia didáctica	108
A. El ámbito en donde se realizará la práctica	108
B. El material	110
C. El número de alumnos	110
D. El instructivo o guía de laboratorio	111
IV. Implementación de una clase de laboratorio para el CB	114
A. Orientaciones/recomendaciones para su implementación	115
B. Conocimientos que deben tener los alumnos	115

C. Los contenidos a trabajar	116
D. Secuencia de actividades	117
Primer encuentro	117
Segundo encuentro	125
E. Evaluación de los alumnos	130
Referencias bibliográficas	131

Introducción

Un análisis del uso del laboratorio en la enseñanza de las ciencias requiere situarse en el “modelo de situaciones didácticas”. Tal como se mencionó en el capítulo precedente, en este constructo teórico se describe la relación entre los tres vértices del sistema representado por el “triángulo didáctico”: el docente (que activa a los alumnos y arma las situaciones de clase), los alumnos (que se involucran al resolver las actividades) y el conocimiento (que se transpone y se construye en el aula) (Brousseau, 1986). Además, dicho modelo vincula los tres polos desde dos procesos: el *enseñar* y el *aprender* (D’Amore & Fandiño Pinilla, 2002). Tales relaciones se completan con otros dos procesos como son la transposición del contenido y la comunicación entre docente y alumnos (De Longhi & Echeverriarza, 2007). Todo el sistema didáctico se encuentra incluido en un medio o “*milieu*”. Este medio incluye los objetos materiales, los recursos teóricos, los problemas, las actividades previstas, el soporte en el que se proporcionan, las relaciones del saber en cuestión con otros saberes, etc. Todos estos elementos son “acomodados” o dispuestos de una forma determinada, a manera de escenario, para que los alumnos entren en interacción con el objeto de conocimiento de un modo particular que sería el más adecuado para lograr el aprendizaje.

Desde esta perspectiva teórica el laboratorio constituye un medio didáctico muy favorable al aprendizaje de las ciencias ya que -y citando a Fregona & Orús Báguena (2011)-:

- Es un ámbito que *per se* favorece la interacción del alumno con el objeto de estudio, debido al alto grado de motivación y expectativas que en él genera, condiciones que de ser aprovechadas adecuadamente por el docente influyen de forma decisiva en el aprendizaje.
- Es un medio en el que el alumno puede interaccionar de manera autónoma, si el docente se lo permite.
- Puede ser diseñado para que sea un desequilibrante cognitivo, es decir, puede usarse de forma problemática. Así, según la teoría de situaciones se constituiría en un medio “antagonista” para que el alumno se confronte con sus ideas previas.



Para pensar...

En base a estas ideas iniciales, reflexiona y describe cuáles serían los elementos del “medio” laboratorio con los que el docente debería realizar la “puesta en escena” o “*misse en place*” de su clase.

I. *Un poco de historia...*

El laboratorio ha constituido una parte fundamental de la enseñanza de las ciencias desde que se comenzaron a impartir estas disciplinas de manera sistemática en las escuelas durante el siglo XIX.



En un comienzo, tal como puede verse en la imagen⁵, las prácticas de laboratorio se limitaron a la confirmación e ilustración de los fenómenos aprendidos en las clases teóricas o en los libros.

Durante los años 60, cuando se produce la revolución en la enseñanza de las ciencias y cobran auge los modelos de enseñanza por descubrimiento, el laboratorio se convierte en el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje (Shulman & Tamir, 1973).



Es decir que, para desarrollar el conocimiento científico solo se debía aplicar paso a paso de un método, el método científico, y adquirir ciertas habilidades mentales

⁵ 1900. Fotografía de la clase de ciencias en la Escuela Kalvskindet de Trondheim. Disponible en https://www.flickr.com/photos/trondheim_byarkiv/3412459402

y procedimentales que solo podían conseguirse en las clases de laboratorio. Sin embargo, se comprobó más tarde que mediante esta forma de trabajo los estudiantes no lograban comprender las relaciones entre la metodología que utilizaban, los datos obtenidos y la teoría que les daba sentido. Así, las prácticas de laboratorio servían solo para manipular instrumentos y materiales pero no para operar con las ideas.



En la década del `80, a la luz de las nuevas ideas filosóficas, sociológicas y psicológicas asociadas al constructivismo, se critica la manera en la que se venía trabajando en los laboratorios escolares y planteándose diferentes visiones acerca del papel del laboratorio en la enseñanza de las ciencias. Así en algunas posturas, se

ve al científico como un “artesano” especializado, cuyo trabajo debe aprenderse siendo “aprendiz” de un científico entrenado, ya que estas habilidades no pueden ser explicitadas. Otras apuntan a las habilidades procedimentales de manera explícita y apelan al dominio de los procedimientos relacionados con los aspectos conceptuales. Finalmente, durante la década de los `90, se desarrollan otras posturas didácticas en las que el laboratorio sirve para desafiar a los alumnos confrontando los hechos y resultados con sus ideas previas lo cual les ayudaría a construir conocimiento científico.

Desde finales de la década del `90, la reconceptualización del significado de los procesos de enseñanza-aprendizaje ha cambiado también el enfoque del trabajo de laboratorio. Según la teoría socio-histórica propuesta por Vygotsky el aprendizaje escolar, parte de la cultura, es el que permite al individuo la apropiación de las herramientas para introducirse en ella. En concordancia con dichas ideas Driver, Asoko, Leach, Mortimer & Scott (1994) reconocen al aprendizaje de las ciencias como un proceso de endoculturación, en el cual



el alumno adquiere los conocimientos, códigos y prácticas propias de la ciencia a través de las interacciones sociales que ocurren en la escuela y que le permiten introducirse a la cultura científica. Siendo las prácticas de laboratorio parte de esa cultura científica, comienza a ser necesario que los alumnos también se involucren en estas prácticas dentro del ámbito escolar.

II. *El laboratorio escolar hoy: luces y sombras*



En la actualidad existe un acuerdo generalizado acerca del valor de las prácticas de laboratorio como estrategia didáctica. Sin embargo, para muchos investigadores, es una cuestión que despierta controversias y que requiere de una investigación más profunda sobre sus potencialidades y funciones (Hodson, 1990; Hofstein & Lunetta, 1982; Barolli, Laburu &

Guridi, 2010). Numerosos estudios se han llevado a cabo para evidenciar la influencia de los trabajos prácticos de laboratorio sobre el aprendizaje (Hofstein & Lunetta, 2003; Blosser, 1983; Bryce & Robertson, 1985; Hodson, 1993; Lazarowitz & Tamir 1994). Se han publicado extensas revisiones, así como números monográficos de revistas especializadas al respecto (J Sci. Educ, 18(7) o Alambique, 2, 1994). La edición 2012 del Handbook of Science Education dedica dos capítulos al trabajo de laboratorio en la enseñanza de las ciencias. Sin embargo, en las distintas revisiones mencionadas y a pesar de un consenso difuso sobre la importancia y los beneficios de esta estrategia didáctica, aun no se ha logrado encontrar evidencias ciertas de la influencia del trabajo de laboratorio sobre el aprendizaje significativo de los alumnos. Inclusive Hodson

(1990), por citar un ejemplo, critica el uso del laboratorio escolar en la enseñanza llegando a afirmar que es improductivo y hasta contraproducente, ya que muchas veces es utilizado por los docentes sin criterios ni objetivos claros y de manera poco reflexiva.

A modo de recopilación, Hofstein & Lunetta (2003) resumen los aspectos que obstaculizarían el aprendizaje a través de las experiencias de laboratorio:

- Muchas de las actividades propuestas en las guías de los alumnos están estructuradas como “recetas” que no contribuyen a la indagación de los conceptos científicos subyacentes a la experiencia.
- En general, no se evalúan rigurosamente los contenidos procedimentales y conceptuales trabajados en el laboratorio, de modo que los alumnos no le dan importancia.
- Los docentes a veces no están informados acerca de las recomendaciones que se hacen desde la investigación sobre las prácticas de laboratorio en la enseñanza y por tanto, suele haber discrepancias entre lo que los docentes hacen en el laboratorio y lo que dicen o creen hacer, y ello influye sobre las actitudes del alumnado.
- La incorporación de actividades prácticas que involucren la indagación se encuentra muchas veces limitada por la falta de tiempo (tanto de clase como de planificación para el docente), escasez de recursos materiales, el alto número de alumnos, entre otros.



Para pensar...

- ✓ El laboratorio escolar, según las tendencias actuales, debe ser un ámbito en el que se promuevan las habilidades de indagación y reflexión. El laboratorio no es un lugar “divertido” que solo sirve para romper la rutina, sino un lugar para aprender ciencias.
- ✓ La motivación que esta estrategia despierta en los alumnos debe aprovecharse para estimular la indagación y la reflexión. De lo contrario se corre el riesgo de quedar en lo anecdótico, “hoy salimos del aula y fuimos al laboratorio”, pero sin que se recuerde qué se hizo allí ni para qué.
- ✓ Es de suma importancia la cuidadosa planificación de la estrategia, considerando siempre la coherencia entre la finalidad u objetivos perseguidos, las actividades y la evaluación de la misma.



Actividad sugerida 1

¿Podrías pensar en qué circunstancias una clase de laboratorio se vuelve contraproducente para el aprendizaje de los alumnos? Describe la situación brevemente.

Aun considerando las posibles desventajas descritas anteriormente, las prácticas de laboratorio cuando son diseñadas e implementadas criteriosamente tienen

un valor considerable como estrategia didáctica. Así, Tobin (1990) y Hofstein & Mamlok-Naaman (2007), entre muchos otros, exponen los efectos positivos del laboratorio sobre el aprendizaje. Al respecto, Tobin (1990) escribió “las actividades de laboratorio son una forma de aprender comprensivamente construyendo el conocimiento mediante los métodos de la ciencia, “haciendo ciencia” (p. 405). El laboratorio, constituye un ámbito en el cual se da a los alumnos la oportunidad de indagar en los fenómenos, formular hipótesis, plantear experimentos para verificarlas, razonar y argumentar sobre los resultados obtenidos, actividades que son todas necesarias para un aprendizaje significativo, no solo en el laboratorio sino también en el aula.

Citando a Caamaño Ross (1992) podríamos resumir qué objetivos en concreto son esperables al implementar una práctica de laboratorio:

A) En relación a los hechos, conceptos y teorías:

- Lograr el conocimiento vivencial de los fenómenos.
- Mejorar la comprensión de conceptos, leyes y teorías.
- Contrastar hipótesis para poder elaborar conceptos.
- Comprender mejor de qué manera trabajan los científicos.

B) En relación a los procedimientos:

- Desarrollar habilidades prácticas y aprender estrategias de investigación.
- Adquirir procesos cognitivos generales tales como la observación, la clasificación, la inferencia, etc.
- Adquirir habilidades comunicativas para exponer métodos, resultados, conclusiones, etc.

C) En relación a las actitudes:

- Promover la objetividad, la perseverancia, el espíritu de colaboración, etc.
- Promover el interés por la ciencia y fomentar la confianza en la propia capacidad para resolver problemas, etc.



Los objetivos de enseñanza en la implementación de un laboratorio juegan un papel preponderante a la hora de planificar e implementar este tipo de clases, ello a los fines de aprovechar al máximo sus potencialidades. Así, si se pretende que los alumnos lleven a cabo una pequeña investigación para promover formas de indagación más cercanas al trabajo de los científicos, no sería deseable diseñar una experiencia o experimento ilustrativo ya que éstos tienen utilidad cuando se quiere mostrar el fenómeno a los alumnos a modo de lo que se haría con una lámina o dibujo. Es decir que las prácticas de laboratorio tienen utilidad y valor como estrategia si son empleadas correctamente.

Una vez fijados los objetivos que tendrá la práctica de laboratorio hay que atender, como ocurriría en cualquier otra clase, a la planificación e implementación reflexiva de la misma, ya que solo de esa manera los trabajos de laboratorio serán efectivos como estrategia de enseñanza. Para ello es necesario tomar en cuenta, no solo las variables de la situación didáctica (el grupo de alumnos, el objeto de conocimiento que será presentado, el docente, el contexto), sino también el “*milieu*” o medio que engloba a la situación: aula, laboratorio, material, personal auxiliar, etc. No siempre estos últimos elementos se encuentran disponibles en todas las instituciones, de modo que se debe planear cuidadosamente qué y cómo se hará.

El tipo de objetivos que se desea alcanzar sirven, según Caamaño Ross (1992), como criterio para clasificar los trabajos prácticos de laboratorio:

- **Experiencias:** con ellas se busca que el alumno se familiarice sensorialmente con los fenómenos. Por ej.: ver el desprendimiento de gas en una reacción química, ver crecer una planta, sentir la fuerza de un resorte al estirarlo, etc.
- **Experimentos ilustrativos:** sirven para ilustrar principios, comprobar leyes o mejorar la comprensión de principios operativos. Por ej.: comprobar el crecimiento de una planta hacia la luz (fototropismo positivo).
- **Ejercicios prácticos:** actividades para desarrollar habilidades procedimentales, como la medición de volúmenes con pipeta, el uso del microscopio, la pesada con balanza, etc.
- **Experimentos para contrastar hipótesis:** sirven para contrastar hipótesis establecidas por el mismo docente o por los alumnos. Por ej., diseñar un experimento que permita comprobar la diferencia en la conductividad eléctrica en los compuestos iónicos sólidos y los disueltos en agua.
- **Investigaciones:** actividades que permiten a los estudiantes emular a los científicos en la resolución de un problema de investigación en un desarrollo más extenso y más autónomo. El docente hace el papel de un tutor y solo orienta y guía el trabajo. Por ej.: indagar acerca de qué tipo de material es mejor aislante.

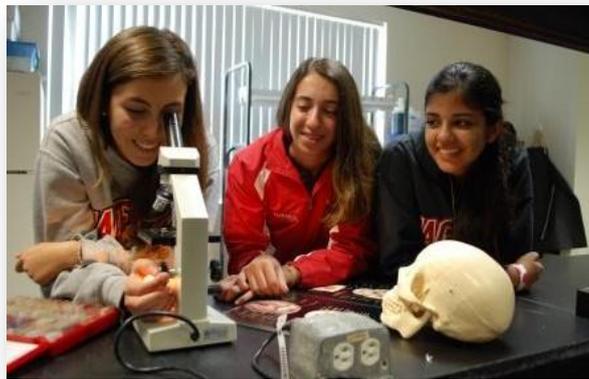


Actividad sugerida 2

Elije dos de los tipos de laboratorio descritos y proponga una experiencia para cada caso. Delimita los objetivos de la experiencia cuidando que exista coherencia entre estos y la experiencia propuesta.

Además de las cuestiones generales descriptas, hay un aspecto de las actividades experimentales que los alumnos solo pueden vivenciar durante las prácticas, el contacto con el referente natural, con los objetos reales del mundo en el que viven, antes que no están presentes ni en las clases teóricas ni en los libros pero que son los que permiten hallar sentido a lo que éstos libros explican.

Asistir al laboratorio y ponerse en contacto con el material real ayuda a encontrar un nexo entre lo que aparece en los libros y en la escuela, y lo que existe fuera de éstos, en el mundo cotidiano. Cuando los estudiantes, como dijimos, pueden experimentar por sí



mismos los hechos que estudian, por medio de la manipulación directa de los objetos, adquieren un bagaje de experiencia personal que Woolnough & Allsop (1985) llaman “acostumbrarse a los fenómenos” desarrollando “conocimiento episódico” (White, 1991) acerca de los hechos vivenciados. Este nexo entre lo real y lo conceptual queda a veces oculto durante las clases, por lo que el laboratorio, aun el puramente demostrativo, sirve para ponerlo en evidencia, devolviendo el sentido al conocimiento disciplinar. Podría decirse que la situación didáctica propia del laboratorio se construye de acuerdo con una dinámica particular, activando una red de significados que se elabora con las vivencias de los estudiantes dentro del *milieu* tan particular de este ámbito.

Por todo lo expuesto, el espacio que llamamos laboratorio y las actividades de trabajo práctico que en él se desarrollan, deberán promover actividades que operen sobre el trabajo cognitivo (la vivencia de la racionalidad) y que generen un ir y venir entre la instancia lógica y la instancia empírica. De esta manera, partiendo primordialmente de aspectos de la vida cotidiana del alumnado, se establece un diálogo constante entre los conocimientos teóricos y los datos empíricos, permanentemente

enriquecidos por la argumentación, por la ética y por los valores. Lo conceptual apoya el “hacer” de tal forma que el alumno o la alumna puede emitir hipótesis, observar, explicar, interrogar, argumentar y volver a investigar, en un proceso abierto y compartido, en torno a sus ideas y dudas (Baldaia, 2006). En palabras de Hofstein & Kind (2012), el laboratorio no solo se trata de poner “las manos en la masa” (“hands-on activities”) sino también las mentes (“minds-on”), es decir, promover la argumentación, el razonamiento y la conceptualización de los fenómenos, objetos o procedimientos que allí se lleven a cabo. Esto proporciona a los alumnos la oportunidad de construir la base conceptual que planificó el docente a través de situaciones que los involucren en los métodos propios de la ciencia.

III. Caracterización de la estrategia didáctica

Al diseñar un trabajo práctico de laboratorio se deben considerar, además de las cuestiones descriptas, algunas otras tales como el material necesario, el ámbito en donde se llevará a cabo, la cantidad de alumnos, el instructivo que se les proporcionará, la manera en que se registrarán los resultados. Por ende, a continuación se desarrollan brevemente algunas de dichas cuestiones.

■ El ámbito en donde se realizará la práctica

No todas las escuelas disponen de un espacio físico destinado a laboratorio. Si bien no siempre es necesario contar con un lugar especializado, en algunas prácticas se necesita un mínimo de instalaciones y materiales para su implementación, como por ejemplo mesadas o mesas en las que se pueda trabajar cómodamente con materiales que puedan ensuciar o algunos que entrañen algún riesgo potencial para los alumnos.



En las instituciones en donde hay laboratorio el docente debe interiorizarse a priori sobre el material disponible y verificar que el mismo se encuentre en condiciones de ser usado, antes de la clase. Existen escuelas que cuentan con un ayudante técnico a cargo del laboratorio cuyas funciones

son el mantenimiento del espacio y el material, la preparación de los materiales para los prácticos y colaborar con el docente en su dictado. En caso de que la institución tenga un ayudante de laboratorio, el docente deberá coordinar con éste la fecha en la que se hará el práctico y las actividades que se realizarán. El ayudante constituye una colaboración invaluable en la clase, ya que, además de preparar previamente el material, ayuda a monitorear el trabajo que realizan los alumnos a la par del docente durante el práctico. Esto último le permite al profesor concentrarse un poco más en la dirección de la clase delegando la vigilancia en el ayudante, quien se ocupa de reponer los faltantes de material, de controlar que los alumnos manipulen correctamente los objetos, que no incurran en acciones potencialmente peligrosas, entre otras cosas. En caso de no contar con este auxiliar, será el docente quien deberá preparar con anterioridad el material necesario y acondicionar el lugar. Siempre es conveniente que el supervise y ensaye previamente las experiencias y los tiempos que lleva realizarlas.

Algo a considerar por los docentes de Ciencias Naturales que utilizan el laboratorio es la normativa de seguridad que es necesario cumplir para trabajar en este lugar. Se sugiere familiarizar a los alumnos más jóvenes con estas normas y la importancia de su aplicación, no solo en términos de la salud de los alumnos sino también por cuestiones legales en la cobertura de los seguros, por ejemplo.

■ El material

Al planificar un práctico se debe prever el material que los alumnos utilizarán, ya que la mayoría de las veces, éstos no tienen la suficiente destreza para manejar adecuadamente algunos instrumentos o sustancia peligrosa. Si el práctico lo requiere, se solicitará a los alumnos que cumplan con las medidas de seguridad correspondientes a la manipulación de dicha sustancia, como por ejemplo, uso de guantes de látex, antiparras, uso de guardapolvo o alguna prenda que resguarde la ropa. Estos insumos pueden ser provistos por la escuela o no; en este caso serán los alumnos los que tengan que traerlos. Esto último cobra particular relevancia en relación al contexto en el que se encuentra la escuela ya que no siempre los alumnos podrán adquirir elementos como guantes, guardapolvos, antiparras, entre otros.

Otra cuestión importante es verificar cuánto material (reactivos, materiales de vidrio, microscopios, etc.) se requiere y si se dispone del mismo. Esto permitirá también la coordinación de los grupos de trabajo los cuales podrán ser armados antes de la experiencia o en el mismo momento.

■ El número de alumnos

El número de personas constituye una variable relevante en cuanto al uso de un laboratorio escolar así como también en un laboratorio de investigación de la más alta complejidad. El amontonamiento de gente hace difícil y riesgoso la manipulación de los materiales, obstaculizando la práctica. Por ello es sumamente importante considerar esta variable cuando se planifica una clase de laboratorio. Un curso numeroso en un espacio pequeño puede suscitar numerosas dificultades relacionadas a cuestiones puramente didácticas (los alumnos no aprovecharán efectivamente la clase) y a la seguridad (es más probable que ocurran accidentes, es más complicado evacuar el aula). Se sugiere, en casos así y de ser posible, dividir la clase en dos para realizar el práctico.

■ El instructivo o guía de laboratorio

Aunque se trabaje la clase de laboratorio con un enfoque constructivista, lejos de los prácticos-receta, el alumno debe contar con algún material escrito que vaya guiando el desarrollo de la actividad. Este material es necesario porque el docente no puede supervisar de manera exclusiva lo que va haciendo cada alumno todo el tiempo y por eso es imprescindible que cuente con una guía que organice las tareas de alguna manera. El diseño de esta guía no tiene un formato definido, pudiendo incluir preguntas de exploración, indicaciones para realizar la actividad, preguntas intercaladas entre las instrucciones que propicien, por ejemplo, la emisión de hipótesis, la elaboración de conclusiones, la argumentación para refrendar estas conclusiones, etc.

La guía puede tener también partes destinadas al registro de los datos, lo cual ayuda al alumno en la organización de los mismos, así como también sugerencias, preguntas, ideas para la redacción de un informe de laboratorio, si es que se piensa solicitar este documento luego de la clase.



Para pensar...

Los contenidos aprendidos en la clase de laboratorio, como cualquier otro contenido, deben ser evaluados. Por lo tanto,

-se deben explicitar los criterios de evaluación.

-las formas de evaluación y los instrumentos deben guardar coherencia con los objetivos y con el tipo de clase que se brindó.

-algunos instrumentos de evaluación para el laboratorio pueden ser: la redacción de un informe, la elaboración de organizadores (V de Gowin, redes conceptuales), la exposición oral frente a la clase, etc.



Actividad sugerida 3

Te propongo que utilices las experiencias dadas como ejemplo en la actividad 2 y defines el diseño de las mismas considerando los siguientes puntos:

- 1- Describe el contexto de la institución.
- 2- Explicita:
 - a) Si la institución cuenta o no con aula de laboratorio y/o ayudante técnico.
 - b) Para qué año se propone la experiencia y en qué ámbito se va a realizar.
 - c) El tema que se quiere enseñar.
 - d) ¿Qué se pretende lograr con el laboratorio? (objetivos)
 - e) El tipo de laboratorio.
 - f) El material que se necesitará.
- 3- Redacta una guía para el laboratorio.
- 4- Define si se trabajará de manera individual o en grupo. En este último caso, especifica, de acuerdo al material existente, cuántos grupos de alumnos se podrán formar.
- 5- Describe de qué manera se evaluarán los contenidos trabajados en dicha clase.



Para saber más...

La escritura en la clase de ciencias es un tema ampliamente tratado por la bibliografía. Es aceptado que aprender ciencias consiste en introducir al alumno en una nueva cultura que posee sus propias formas de pensamiento y códigos, dentro de los cuales está el lenguaje de la disciplina. Cual inmigrante que se integra en una nueva cultura, el estudiante de ciencias debe incorporar estos códigos, aprendiendo el lenguaje de su “nuevo” contexto, adquiriendo una progresiva destreza para comunicarse mediante las formas orales y escritas propias de la disciplina que está aprendiendo. Somos nosotros, los docentes de ciencias, quienes enseñamos estos códigos, transformándonos así en profesores del lenguaje de nuestra disciplina, por ejemplo, de Biología.

El informe de laboratorio es uno de los tipos de texto que suele pedirse a los alumnos, aunque frecuentemente se solicita sin dar pautas de cómo elaborarlo. Se recomienda consultar la siguiente bibliografía en la cual se describe cómo se enseña a redactar un informe a los estudiantes.

Meléndez Balbuena, L., Castro Lino, A., López Olivares, G. & González Coronel, M. A. (2013). La comunicación escrita en el trabajo experimental en química de coordinación. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 10. (Accede desde [aquí](#)).

IV. Implementación de la estrategia de Laboratorio: Desarrollo de un ejemplo de implementación de una clase de laboratorio de Biología

La clase de laboratorio que se presenta a continuación está pensada para alumnos de 2° año del Ciclo Básico (CB) de la escuela secundaria, en el espacio curricular Biología y para el tema metabolismo celular. La misma fue planificada para ser realizada en dos encuentros de dos módulos (80 minutos cada uno). En dichos encuentros se cumplen los momentos de **apertura, desarrollo y cierre**.

Este trabajo práctico se clasifica dentro de lo que Caamaño Ross (1992) define como “experiencias” ya que tiene por objeto que los alumnos se familiaricen sensorialmente con la fermentación anaerobia a través de la manufactura de dos alimentos comunes en la dieta: el pan y el yogur.

Siguiendo con esa misma clasificación puede también considerarse que es una experiencia “ilustrativa” porque se pretende comprobar la relación que existe entre el sustrato (azúcares) y el microorganismo que lo degrada (la levadura o el lactobacilo). La experiencia se utiliza como apertura de la unidad didáctica: Respiración celular. Con ella se comienzan a introducir los conceptos de la respiración anaeróbica.

Además del trabajo experimental propiamente dicho y del diálogo docente-alumno, se utiliza el diagrama en V de Gowin para sistematizar y legitimar los contenidos conceptuales y procedimentales que se van desarrollando a lo largo de la clase. De este modo, esta estrategia complementaria sirve como un organizador de las actividades, a la vez que propicia la visualización de los contenidos conceptuales y procedimentales que se han puesto en juego durante la práctica.

En este escrito las tareas para el alumno (guía o instructivo) se muestran en recuadros de color.

Orientaciones/recomendaciones para su implementación

Se requiere equipamiento básico de laboratorio, en particular tubos de ensayo, gradillas, tiras de pH y material de microscopía. Si la escuela no tiene un laboratorio equipado, la experiencia puede adaptarse al aula eliminando las observaciones en microscopio y sustituyéndolas por fotografías. En tal caso el docente tiene que adquirir algo del material básico o se pide a los alumnos que, en grupos, lo adquieran y lo traigan.

Conocimientos que deben tener los alumnos

Se parte del supuesto que estos alumnos manejan conceptos básicos sobre célula y sobre organismos unicelulares: conocen la diferenciación entre eucariotas y procariotas, entre organismos autótrofos y heterótrofos, y entre aerobios y anaerobios. Además, poseen alguna experiencia (aunque no mucha destreza) en procedimientos básicos de laboratorio tales como el uso del material de vidrio, medición de volúmenes con pipeta, uso del microscopio, etc., por lo que el docente deberá brindar asistencia en estos procesos. Vale mencionar que en las clases de química de ese mismo año los alumnos ya han trabajado con el concepto de acidez y basicidad de soluciones.

Algunos objetivos que pueden alcanzarse mediante la implementación de esta estrategia de laboratorio son:

- Reconocer el uso de microorganismos en procesos tecnológicos de producción de alimentos como el pan y el yogur.
- Interpretar los cambios que los microorganismos provocan en los alimentos e identificarlos como cambios químicos del tipo catabólico, es decir que producen energía.
- Diferenciar entre respiración anaeróbica y aeróbica.

- Observar frotis en fresco de *Sacharomyces cerevisiae* y frotis teñidos de Bacterias Acido-Lácticas o BAL del yogur (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus termophilus*)
- Valorar el uso del microscopio para la observación biológica.
- Fomentar el razonamiento lógico y la reflexión crítica
- Desarrollar el interés por participar en actividades y experiencias sencillas que permitan verificar los hechos y conceptos estudiados.
- Valorar positivamente el trabajo en equipo propio de la investigación científica.

Los contenidos a trabajar

A continuación se listan posibles contenidos que pueden abordarse con la estrategia de laboratorio. Como se puede observar algunos aluden a cuestiones conceptuales de la Biología, otros a procedimientos relacionados con las actividades de la ciencia y algunos a cuestiones actitudinales asociadas al desarrollo de determinados contenidos:

- Respiración anaeróbica en procariotas y eucariotas. Fermentación etanólica producida por *Sacharomyces cerevisiae* y fermentación láctica producida por *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus termophilus*.
- Identificación de las etapas de un proceso experimental.
- Manipulación de material básico de laboratorio: tubos de ensayo y pipetas.
- Preparación y observación de frotis en fresco y teñidos al microscopio óptico.
- Medición de pH con tiras reactivas.
- Observación y registro sistematizado de datos.
- Los procesos biotecnológicos en la producción de alimentos.
- Los procesos de producción de alimentos y los productos que forman parte de la dieta diaria.
- La elaboración casera de los alimentos.

Secuencia de actividades

1° Encuentro

Durante la apertura, y con objeto de explorar las ideas previas y sacar a la luz las posibles preconcepciones de los alumnos, el docente realiza una “indagación problematizadora”. Para provocar dicha problematización se inicia la clase comentando que existen dos alimentos muy usuales en la dieta diaria en cuya preparación intervienen los microorganismos: el pan y el yogur. Se plantean los siguientes interrogantes invitando a los alumnos a participar y discutir:

¿Alguna vez has hecho pan?, y ¿alguna vez hiciste yogur?, ¿cómo se hace el pan?, ¿cómo se hace el yogur?

Se espera que los alumnos enumeren los ingredientes, los pasos a seguir, las condiciones en que se lleva a cabo el proceso, temperatura, recipientes tapados, etc. El docente toma nota en el pizarrón de lo que vayan diciendo los alumnos lo cual queda registrado y a la vista durante toda la clase. Se prevén 15 minutos para esta actividad.

Otras preguntas derivadas de las anteriores y que mantienen la conversación sobre el tema pueden ser:

¿Por qué ponemos levadura en la masa del pan? ¿Por qué necesitamos un yogur comprado o “fermentos” para hacer yogur? ¿Qué papel juegan la levadura y los fermentos lácticos en el proceso de preparación de estos alimentos? ¿Qué modificaciones producen en cada uno de los alimentos mencionados? ¿En qué condiciones se producirían los cambios? ¿En la elaboración de qué otros alimentos se utilizan estos microorganismos?

Los alumnos en algún momento de esta interacción deberían mencionar a las levaduras y a las bacterias como agentes transformadores en ambos casos. Sería importante subrayar cuáles son los cambios en los alimentos: la aparición de burbujas (CO₂) en el leudado del pan y el espesamiento de la leche en el yogur (producido por el cambio de pH). También sería interesante que surja que la acción de los

microorganismos sobre los alimentos no siempre es degradativa, es decir, que un hongo -como la levadura- o una bacteria, en estos casos producen efectos deseables sobre los alimentos.

En el momento de desarrollo se lleva a cabo la parte práctica. Las experiencias pueden ser realizadas en el espacio físico de un laboratorio (si la escuela cuenta con él) o en un aula común. Para ello, se divide a la clase en grupos de 3 a 4 alumnos. Se entrega un equipo de material a cada grupo. Como la parte práctica dura entre 30 y 40 minutos, el resto del tiempo se dedica a la discusión.

Experiencia N°1: Ensayo “*in vitro*” para probar condiciones de fermentación de levaduras. Observación microscópica de levaduras.

Materiales:

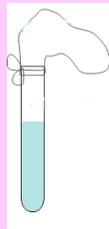
- ✓ Levadura prensada.
- ✓ Azúcar.
- ✓ Agua tibia (a 40°C) y agua fría (con hielo) (las temperaturas son aproximadas).
- ✓ Tubos de ensayo y gradillas.
- ✓ Cucharitas plásticas descartables.
- ✓ Globitos tipo bombitas para agua (bombuchas).
- ✓ Hilo de algodón.

Procedimiento:

Cada grupo de alumnos prepara cuatro tubos de ensayo de la siguiente manera:

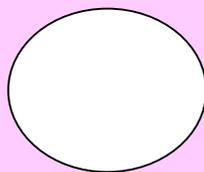
- Tubo 1: 2 mL de agua tibia + 1 cucharadita de azúcar + ½ cucharadita de harina.
- Tubo 2: 2 mL de agua tibia + ½ cucharadita levadura + ½ cucharadita de harina.
- Tubo 3: 2 mL de agua fría + ½ cucharadita levadura + 1 cucharadita de azúcar + ½ cucharadita de harina.
- Tubo 4: 2 mL de agua tibia + ½ cucharadita levadura + 1 cucharadita de azúcar + ½ cucharadita de harina.

Luego se coloca un globito en la boca de cada tubo y se lo ata fuertemente con hilo. Cada tubo debe quedar así:



Se colocan los tubos en la gradilla, se dejan reposar 15 minutos y luego se toma nota de los resultados. La formación del gas se evidenciará porque quedará atrapado dentro del tubo e irá inflando los globos.

Mientras se dejan reposar los tubos, se toma una porción de levadura y se coloca en un portaobjetos con una gota de agua. Luego se cubre con un cubreobjeto y se mira al microscopio con un aumento de 40X. Se dibuja lo observado.



Probablemente se cuente con pocos microscopios, por lo tanto, los alumnos deben ir turnándose para la observación. Como el objetivo del práctico no es específicamente la utilización del microscopio y los estudiantes seguramente no poseen la destreza para enfocar rápidamente un preparado, el docente realiza un solo frotis que deja enfocado en el microscopio para que los alumnos observen mientras se cumple el tiempo de incubación. Mientras tanto, el resto de la clase puede observar fotografías de levaduras tomadas con microscopio óptico y otras tomadas con microscopios electrónicos.

Se puede discutir acerca de los aspectos que permite apreciar cada instrumento, por ejemplo, cómo se ven las yemas que se observan cuando la célula se divide

(gemación), qué diferencias hay entre un frotis fresco y uno teñido, etc. En caso de que el número de alumnos sea grande y la observación al microscopio se prolongue, se puede proponer la siguiente experiencia, como analogía de la preparación del pan.

Coloquen en un vaso de plástico un puñado de harina, una cucharadita de levadura y una cucharadita de azúcar. Agreguen agua tibia para hacer una pequeña masa. Amásenla, colóquenla en el vaso, tápenla y déjenla unos minutos en un lugar tibio.

Al pasar los 15 minutos, se observa que algunos globos atados en las bocas de los tubos se inflaron. Se debe remarcar la importancia de saber qué se le puso a cada tubo, a fin de que corroboren que el gas (producto también esperado cuando se leuda el pan) se produce solo en aquellos tubos que tienen levadura y azúcar y que la temperatura también jugaría un papel importante.

Anotar en cuáles tubos se infló el globo y en cuáles no. Además se observará si en algún tubo se manifiesta un mayor volumen en el globo que en otro.

Completar la siguiente tabla usando cruces. (Una cruz poco gas, dos cruces mucho gas, ninguna cruz no se formó gas).

Tubo	Contenido	¿Formación de gas?
Tubo 1	<i>2 mL de agua tibia + 1 cucharadita de azúcar + 1/2 cucharadita de harina.</i>	

Tubo 2	<i>2 mL de agua tibia + ½ cucharadita levadura + ½ cucharadita de harina</i>	
Tubo 3	<i>2 mL de agua fría + ½ cucharadita levadura + 1 cucharadita de azúcar + ½ cucharadita de harina</i>	
Tubo 4	<i>2 mL de agua tibia + ½ cucharadita levadura + 1 cucharadita de azúcar + ½ cucharadita de harina</i>	

El **cierre** de la clase corresponde, en este caso, a la elaboración de conclusiones.

Responder las siguientes preguntas:

- 1) ¿De qué manera se produjo el gas? ¿De dónde salió?
- 2) De acuerdo al contenido de cada tubo y a lo observado, ¿qué factores fueron necesarios para la formación de gas?
- 3) ¿Qué factor favoreció la formación de mayor cantidad de gas?

Se deja que los alumnos intenten responder a las preguntas. A continuación se hace la puesta en común. En este momento se vuelve a las reflexiones iniciales y se repasa la “receta” del pan que se escribió en el pizarrón a partir de la participación de los alumnos. De este modo no solo se pone de manifiesto el cambio, sino que también es oportunidad para iniciar un meta-análisis del proceso.

Posteriormente, el docente proporciona a los alumnos una receta real para hacer pan para que la lean y les propone la siguiente actividad:

Subraya en la receta los pasos que se relacionan con el experimento que hicimos en los tubos.

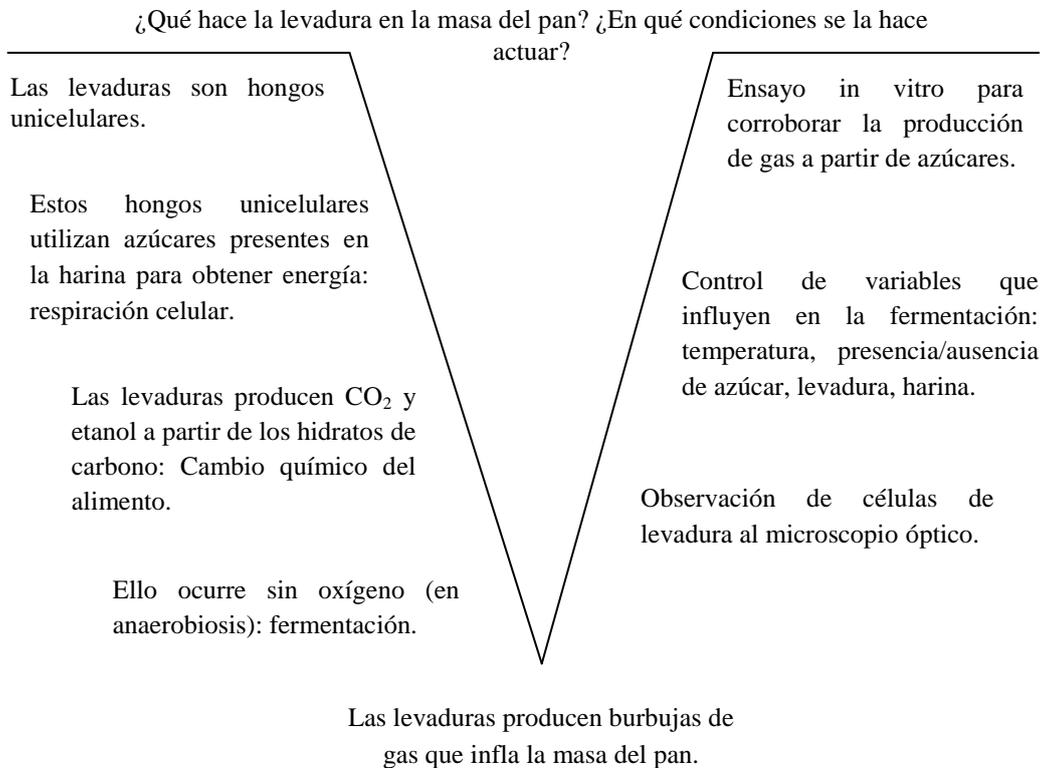
Se invita entonces a los alumnos a reflexionar respecto de por qué se llevan a cabo estas acciones cuando se hace el pan, por ejemplo, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en cada tubo, se analiza por qué se tapa la masa cuando se deja leudar y por qué debe estar en un lugar tibio. Siempre se llama la atención sobre cuál es el producto deseado, que es el CO₂, responsable del esponjado del pan. Se debe aclarar también qué ocurre con el etanol, que es el producto secundario en este caso, pero que en otros procesos tecnológicos como la elaboración de la cerveza, es importante. Cuando se hornea el pan, el etanol formado se evapora.

Se discute con los alumnos sobre la naturaleza química del cambio producido y sobre el agente biológico que lo produjo. También se representa dicho cambio químico con una ecuación cualitativa, subrayando la función biológica del proceso, es decir, la producción de energía por parte de las levaduras a partir de la glucosa. Los alumnos deben poder ver, además, que el organismo biológico que están considerando es unicelular, de modo que en este caso la nutrición y la respiración no se asocian a los sistemas de órganos macroscópicos de los organismos pluricelulares. Se establece que el proceso ocurre sin presencia de oxígeno, para así confrontar con la preconcepción de que las células queman oxígeno para producir energía.

Se registran los conceptos elaborados en el pizarrón, a la izquierda de los resultados empíricos obtenidos. Con ellos, y recuperando los contenidos trabajados, se construye un diagrama en V o V de Gowin. De acuerdo a Ramos (2009), el diagrama en V se puede construir de manera deductiva-inductiva o inductiva-deductiva, según el punto de partida. En el presente trabajo práctico se parte de una pregunta y un hecho de

la vida cotidiana y con ella como guía se lleva a cabo una experiencia. Finalmente se hace una conceptualización teórica (se construyen conceptos) que servirán de nexo entre la pregunta realizada y las observaciones hechas en el laboratorio (ver diagrama más abajo).

Esta herramienta heurística es un poderoso organizador que potenciará el aprendizaje en la clase práctica de laboratorio, a través de la integración de los aspectos teóricos y metodológicos en la búsqueda de la respuesta a una pregunta (Flores, Caballero & Moreira, 2009). La sistematización que se logra en la construcción de este organizador, contribuye a esclarecer “lo que se hizo”, el “para qué” y el “por qué” de lo observado en la clase de laboratorio, de manera que el alumno no se quede solo en “la receta” de la guía, sino que logre construir los conceptos que el docente pretendía enseñar con dicha clase. Esto le permitirá entender: (a) las interrelaciones entre lo que se conoce y lo que se necesita conocer; (b) las relaciones significativas entre eventos, procesos u objetos; (c) la estructura del conocimiento en sus elementos como un todo; y (d) las relaciones entre el pensamiento y las actividades en el trabajo experimental (Gowin & Álvarez, 2005).



Sugerencias para otro alcance

No es necesario que los alumnos midan con pipeta los 2 mL de agua. Como la experiencia es cualitativa, el docente puede hacer una marca en un tubo de ensayo que sirva de patrón para medir ese volumen en los demás tubos de ensayo. Sin embargo, si la escuela cuenta con el material, es decir pipetas, es deseable que los alumnos las utilicen para medir el líquido.

Como actualmente muchos alumnos cuentan con dispositivos digitales equipados con cámaras fotográficas (teléfonos, tablets, i pods, etc.) se les puede solicitar que hagan un registro fotográfico de los pasos de la experiencia para incluir estas imágenes en un informe.

2° Encuentro

Esta actividad requiere una preparación **previa al día del práctico (1° parte)**, ya que el docente anteriormente indica a los alumnos cómo elaborar yogur en sus casas. El día de la clase cada grupo de alumnos debe traer una muestra de su yogur.

Luego, en una 2° parte se realizan mediciones del pH de la leche y del yogur para relacionar el cambio del pH con el cambio que se produce en la leche cuando sus azúcares son fermentados por las bacterias lácticas. Finalmente en la 3° parte se observan los microorganismos (lactobacterias) en el microscopio. Los primeros 30 minutos se dedican a la parte práctica (2° y 3°) y el resto de la clase a la discusión.

En la apertura de la clase se retoman los contenidos trabajados en la apertura de la clase anterior en la cual se indagó acerca del procedimiento para hacer yogur. Los alumnos comentan de qué manera elaboraron el yogur en sus casas, cuáles son las operaciones que realizaron, las condiciones en que se llevó a cabo cada paso y los cambios que observaron.

El **desarrollo** de la clase implica realizar la **Experiencia N° 2**.

1° Parte:

Experiencia N° 2: Preparación del yogur

Materiales:

- ✓ 750 mL de leche entera o descremada.
- ✓ 1 termo de buena calidad.
- ✓ 1 yogur (descremado o entero) sabor natural o de vainilla.
- ✓ 1 termómetro (puede ser un termómetro clínico).

Procedimientos:

- Enjuagar repetidas veces el termo con agua hirviendo. Sacar el yogur de la heladera y dejar que vaya tomando temperatura ambiente.
- Hervir la leche y dejarla enfriar hasta que alcance aproximadamente 43°C.
- Agregar el yogur, disolviéndolo de a poco con la leche tibia.
- Colocar la mezcla en el termo, tapar bien y dejar reposar entre 8 y 12 horas.

Antes de consumir endulzar a gusto. Se le pueden agregar frutas o esencias. Conservar en la heladera.

- 2° Parte

En esta experiencia los alumnos miden el cambio en la acidez de la leche por acción de los microorganismos. Cabe aclarar que los alumnos de 2° año han trabajado el concepto de acidez y basicidad de soluciones acuosas en las clases de química. Esta parte de la clase dura aproximadamente unos 15 minutos.

Materiales:

- ✓ Una porción del yogur preparado.
- ✓ Leche.
- ✓ Tiras reactivas de pH.
- ✓ Unas gotas de vinagre

Procedimientos:

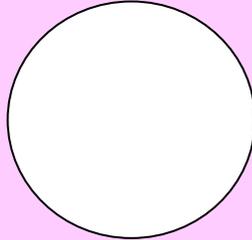
- Medir el pH de la leche y del yogur mojando las tiras reactivas. Registrar el resultado.
- Colocar una porción de leche en un tubo de ensayo y agregarle unas gotitas de vinagre. Observar ¿Qué sucedió? Medir el pH de esta mezcla
- Registrar los resultados en la siguiente tabla.

Muestra	pH	Acidez
Leche		
Yogur		
Leche con vinagre		

- 3° Parte:

La observación al microscopio se hace en las mismas condiciones que para las levaduras. El tiempo requerido para esta parte depende del número de alumnos. Se calculan unos 30 minutos para 20 alumnos.

Observar al microscopio una muestra teñida de yogur y dibujar lo observado.



Sugerencias para otro alcance

En esta parte de la actividad será el docente el que proporcione el frotis. No obstante, si la clase se subdividiera en dos encuentros, se podría proponer a los alumnos que hicieran sus propios frotis de yogur y los tiñeran. El procedimiento es sencillo: se coloca una gota de yogur, se la extiende con un palillo, se la deja secar y se la fija pasándola levemente por la llama de un mechero. Luego se cubre el vidrio con xileno y se lo deja unos minutos para extraer las grasas y proteínas del yogur. Se vuelca el xileno, se deja secar y se cubre con una solución al 2% de azul de metileno. Se enjuaga con agua de la canilla, se deja secar y se observa el preparado.

Mientras se realiza la observación se invita a los alumnos a responder las siguientes preguntas.

Conclusiones

Responde las siguientes preguntas:

- 1) De acuerdo a lo observado en la experiencia con la leche y el vinagre, ¿qué le sucede a la leche cuando se le coloca un ácido?
- 2) ¿El yogur es más ácido que la leche? ¿Qué puede haber sucedido para que la leche se transforme en yogur?
- 3) ¿Qué tipo de cambio se está observando en ambos casos?

Otra vez, tal como se hizo con las levaduras, se llama la atención de los alumnos sobre la naturaleza química del cambio producido y sobre el agente biológico que lo produjo. Se pretende que los alumnos comprendan que la modificación de la leche ha sido producida por un aumento de la acidez de la misma, y se discute el papel de las bacterias en dicho cambio. Es decir, se analiza por qué se siembra la leche con un yogur y por qué luego se la incuba en un termo. También se representa dicho cambio químico con una ecuación cualitativa, subrayando la función biológica del proceso, es decir, la producción de energía por parte de las bacterias a partir de los azúcares de la leche. Es importante destacar que en este caso no hay producción de gas. Otra vez se insiste sobre el proceso de respiración anaerobia, aunque ahora producido por un procarionta.

Se vuelve, por tanto, a las reflexiones iniciales y se repasan los pasos que siguieron en sus casas en la elaboración del yogur, intentando que identifiquen en cada paso qué está sucediendo desde el punto de vista químico y biológico.

Para el **Cierre** de la clase se prevén 20 minutos. A modo de evaluación de los conocimientos adquiridos en este laboratorio, se pide a los alumnos que anoten y discutan los puntos que hay en común entre el proceso de fermentación del pan y el del yogur. Sería interesante también comentar el uso de las levaduras y de los fermentos lácticos en otros procesos tecnológicos como la producción de la cerveza, el vino o el queso, respectivamente.

La evaluación de los aprendizajes

Los alumnos son evaluados formativamente durante todo el desarrollo del laboratorio a través de preguntas, correcciones parciales de las elaboraciones escritas, alguna exposición que realicen ellos mismos sobre los resultados que van obteniendo.

A modo de evaluación sumativa del aprendizaje del alumno se solicita la elaboración en grupos de un diagrama V que generalice todo lo trabajado en ambas instancias del laboratorio y luego la redacción de un breve informe utilizando como guía el diagrama V. Esta instancia de integración de contenidos y de elaboración propicia la construcción de conocimientos significativos ya que los alumnos deben usar los resultados experimentales para hacer una síntesis (diagrama V) de lo aprendido y luego construir un escrito para comunicarlo. En la elaboración grupal de este escrito se ponen en juego las representaciones que los estudiantes logran construir a partir del práctico y que deben ir reconstruyéndose a medida que se avanza en esta tarea de redacción, de manera que el escribir también sea una forma de “aprender”.

Referencias bibliográficas

- Baldaia, L. (2006). El cambio de las concepciones didácticas sobre las prácticas, en la enseñanza de la biología. *Revista Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 47(1), 23-29.
- Barolli, E., Laburu, C. E. & Guridi, V. M. (2010). Laboratorio didáctico de ciencias: caminos de investigación. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), 88-110.
- Blosser, P. E. (1983). Teaching Science to Middle School Students, Part I. *School Science and Mathematics*, 83, 516–523.
- Brousseau, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherches em Didactique dès Mathématiques*, 7(2), 33-115.
- Bryce, T. G. K. & Robertson, I. J. (1985). What can they do? A review of practical assessment in science. *Studies in Science Education*, 12, 1-24.
- Caamaño Ross, A. (1992). Los trabajos prácticos en ciencias experimentales. *Aula de Innovación Educativa*, 9, 61-68.
- D'Amore, B. & Fandiño Pinilla, M. I. (2002). Un acercamiento analítico al “triángulo de la didáctica”. *Educación Matemática*, 14(1), 48-61.
- De Longhi, A. L. & Echeverriarza, M. P. (2007). *Diálogo entre diferentes voces. Un proceso de formación docente en Ciencias Naturales en Córdoba, Argentina*. Córdoba: Jorge Sarmiento Editor – Universitas Libros.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E. & Scott, P. (1994). Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5–12.
- Flores, J., Caballero, M. C. & Moreira, M. A. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias. Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de investigación*, 68(33), 75-112.

-
- Fregona, D. y Orús Báguena, P. (2011). *La noción de medio en la teoría de las situaciones didácticas. Una herramienta para analizar decisiones en las clases de matemática*. Buenos Aires: Libros del Zorzal.
- Gowin, D. B. & Alvarez, M. C. (2005). *The art of educating with V diagrams*. New York: Cambridge University Press.
- Hodson, D. (1990). A critical look at practical working school science. *School Science Review*, 71(1), 33–40.
- Hodson, D. (1993). Re-thinking old ways: towards a more critical approach to practical work in school science. *Studies in Science Education*, 22, 85-142.
- Hofstein, A. & Kind, P. M. (2012). Learning in and from Science Laboratories. En B. J. Fraser, K. Tobin & J. M. R. Campbell (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 189-207). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Hofstein, A. & Lunetta, V. N. (1982). The role of the laboratory in science teaching: neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, 52, 201-217.
- Hofstein, A. & Lunetta, V. N. (2003). The laboratory in science education foundations for the twenty first century. *Journal of Science Education*, 88, 28-54.
- Hofstein, A. & Mamlok-Naaman, R. (2007). The laboratory in science education: The state of the art. *Chemistry Education Research and Practice in Europe*, 8(2), 105-107.
- Lazarowitz, R. & Tamir, P. (1994). Research on using laboratory instruction in science. En D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 94-130). New York: Macmillan.
- Ramos, O. (2009). La V de Gowin en el laboratorio de química: una experiencia didáctica en educación secundaria. *Investigación y Postgrado*, 24(3), 161-187.
- Shulman, L. S. & Tamir, P. (1973). Research on teaching in the natural sciences. En R. M. W. Travers (Ed.), *Second handbook of research on teaching* (pp.1098-1148). Chicago: Rand McNally.

Tobin K. G. (1990). Research on science laboratory activities; in pursuit of better questions and answers to improve learning, *School Science and Mathematics*, 90, 403-418.

White, R. T. (1991). Episodes and the purpose and conduct of practical work. En B. E. Woolnough (Ed.), *Practical Science* (pp.78-86). Milton Keynes, UK: Open University Press.

Woolnough, B. E. & Allsop, T. (1985). *Practical work in science*. Cambridge: Cambridge University Press.

LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y DE LA COMUNICACIÓN



APORTES DIDÁCTICOS PARA UNA *INCLUSIÓN GENUINA* DE LAS TIC EN
LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA

*Mariel E. Rivero*¹

¹ Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas,
Físicas y Naturales, Cátedras de Didáctica General y Especial. Argentina.

ITINERARIO DE VIAJE

<u>Introducción</u>	136
I. <u>¡Preparando el equipaje!</u>	138
II. <u>¡Estamos listos!... ¿Partimos?</u>	145
A. <u>Primera estación: ¿Qué se investiga sobre las TIC en la educación en Biología?</u>	146
B. <u>Segunda estación: ¿Qué se enseña de la Biología con uso de las TIC?</u>	147
C. <u>Tercera estación: Y por casa, ¿cómo andamos?</u>	150
<u>Caso 1: Enseñar a investigar, investigar para aprender: definiendo un problema de indagación en el aula virtual</u>	154
<u>Caso 2: Foros virtuales, líneas de tiempo y murales interactivos: otras maneras de colaborar y de aprender</u>	163

D. Cuarta y última estación: planificar la enseñanza con uso de TIC	173
III. Final del recorrido... ¡ideas y reflexiones que se agregan a nuestro equipaje!	176
Referencias bibliográficas	178
Anexo	185

Introducción

Las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (en adelante TIC) forman parte de nuestra vida cotidiana, por lo que las instituciones educativas no son ajenas a esta situación. Para Dussel (2011, p. 11) “la presencia de las nuevas tecnologías en las aulas ya no tiene vuelta atrás”. Éstas se incorporan en las prácticas educativas de diferentes maneras y con distintos grados de significación y compromiso. Por ello, contar con una mirada crítica y reflexiva en torno a su inclusión en las propuestas didácticas se considera uno de los aspectos importantes a tener en cuenta en nuestro trabajo como educadores.

Tal como lo plantean Burbules & Callister (2008, p. 14), “las nuevas tecnologías se han convertido en un problema educativo, un desafío, una oportunidad, un riesgo, una necesidad...”. Dicho en otras palabras, aunque la escuela trate de eludir este problema e intente relegar la responsabilidad a otras entidades, ya no puede elegir que estas tecnologías sean o no relevantes para la educación. En términos generales, las TIC pueden posibilitar, facilitar o potenciar los procesos de enseñanza y de aprendizaje, y con ellos la construcción social de conocimientos, pero no pueden hacerlo por sí solas. Es aquí donde se manifiesta la relevancia que asume el docente como profesional ya que

éste tiene la oportunidad de tomar decisiones en torno a qué enseñar y cómo hacerlo integrando a las TIC.

Entonces, más allá de debatir acerca de por qué éstas tecnologías digitales se tendrían que incluir en los procesos educativos -cuestión ampliamente analizada por numerosos autores-, considero necesario dedicar la primera parte de este capítulo a exponer algunas cuestiones referidas a su definición, características y concepciones en relación a los usos posibles. Luego, presento el estado de arte en esta temática, es decir que sintetizo aquellos antecedentes en el área de interés, especialmente los referidos a la investigación y a la enseñanza de las Ciencias Biológicas mediadas por TIC. Posteriormente, destino algunas páginas de este capítulo para compartir algunas experiencias didácticas desarrolladas en contextos educativos particulares con la intención de aproximarnos a un modelo teórico que sustenta la inclusión genuina de las TIC. Finalmente, en las últimas páginas de este escrito propongo algunas recomendaciones a tener en cuenta al momento de diseñar e implementar propuestas didácticas mediadas tecnológicamente.

Te invito a viajar conmigo, a emprender una travesía en la que pondremos en juego la creatividad, además de nuestros conocimientos didácticos y disciplinares con la intención de diseñar propuestas educativas que integren a las TIC desde una mirada holística. Para ello necesitamos, antes de partir, preparar nuestro equipaje y coordinar nuestro itinerario.

¿Comenzamos?



I. *¡Preparando el equipaje!*

Teniendo en claro nuestro destino -integrar las TIC en los procesos de enseñanza de la Biología en la educación secundaria-, y como en todo viaje, los momentos previos implican una serie de decisiones que, principalmente, intentan dar respuesta a la siguiente pregunta: *¿qué necesito llevar?*. En este caso en particular, resulta interesante comenzar a poner en palabras nuestras ideas, experiencias, conocimientos previos, dudas y temores en relación a la inclusión de las TIC en los procesos formativos ya que ellos se constituyen en parte de nuestro bagaje y por ende, de nuestro equipaje. Con esa intención, te invito -por unos minutos- a detener los preparativos y compartir conmigo tus opiniones...



Para pensar...

¿Qué entendemos por Tecnologías de la Información y de la Comunicación?

Conceptualizar a las TIC se convierte en una ardua tarea ya que no existe una definición única. Aun así, y sin la pretensión de ser exhaustiva, a continuación te presento algunas conceptualizaciones. Para González et al. (1996) las TIC son el conjunto de procesos y productos derivados de las nuevas herramientas (hardware y software), soportes de la información y canales de comunicación relacionados con el almacenamiento, procesamiento y transmisión digitalizados de la información.

Por su parte, Ramírez Montoya (2000) asegura que se pueden distinguir tres grandes sistemas: el video, la informática y la telecomunicación. Por ende, bajo la denominación de TIC “no sólo se hace referencia a los equipos hardware que hacen posible esta comunicación sino también al desarrollo de las aplicaciones (software)” (p. 17). En este sentido, Castells (2000) señala que las TIC se conciben como el conjunto convergente de tecnologías de la microelectrónica, la informática (máquinas y software), las telecomunicaciones y la optoelectrónica; mientras que Marqués Graells (2000) indica que las TIC no sólo refieren a la informática y sus tecnologías asociadas (telemática y multimedia) sino también a los medios de comunicación social (mass media) y a los medios de comunicación interpersonales tradicionales con soporte tecnológico (teléfono, fax, etc.).

En otra línea de pensamiento, Burbules & Callister (2008, p. 19) manifiestan que estas tecnologías “no sólo constituyen un conjunto de herramientas, sino un entorno -un espacio, un ciberespacio- en el cual se producen las interacciones humanas”. Finalmente, una de las conceptualizaciones más actuales es la propuesta por Cobo Romaní (2009, p. 312), para quien las TIC son todos aquellos “dispositivos tecnológicos (hardware y software) que permiten editar, producir, almacenar, intercambiar y transmitir datos entre diferentes sistemas de información que cuentan con protocolos comunes”.

**Para saber más...**

Con la intención de profundizar sobre esta temática, te invito a escuchar al Dr. Cristóbal Cobo Romaní, quien nos cuenta más detalles acerca del estudio que llevé a cabo intentando dar respuesta a la pregunta que nos convoca.



También puedes acceder a su artículo completo, haciendo clic [aquí](#).

Como hemos visto hasta el momento, bajo la denominación de TIC se incluyen diversas y numerosas tecnologías (analógicas y digitales), situación que también se manifiesta al considerar la mediación tecnológica que ocurre en los procesos de producción de conocimientos en las Ciencias Biológicas. Es más, si recorremos los interesantes caminos de la historia de las ciencias podremos observar que en avances de gran relevancia para la Biología se ha recurrido al uso de algún tipo de tecnología; pero, ¿todas esas tecnologías se pueden entender como TIC?. Recuperemos de nuestra memoria colectiva dos ejemplos: el caso del desarrollo del microscopio en el siglo XVII y de la técnica del ADN recombinante a mediados de la década del `50.

Si explicitamos nuestros conocimientos previos tal vez podríamos decir que el desarrollo del microscopio permitió aumentar la capacidad de visión del ser humano, la observación de organismos desconocidos para la época y por ende, posibilitó el desarrollo de nuevas ideas, entre ellas la de célula. Según de Robertis (1998), el

establecimiento de la teoría celular fue la consecuencia de muchas investigaciones iniciadas en el siglo XVII con el desarrollo de las lentes ópticas y su combinación para construir el microscopio compuesto. Uno de los pioneros en el uso del microscopio fue Anton van Leeuwenhoek (1632-1723) quien construyó diminutas lentes biconvexas que luego eran montadas sobre placas metálicas que se sostenían muy cerca del ojo. A través de ellas se podían observar diversos objetos, que se colocaban sobre la cabeza de un alfiler y que eran ampliados hasta trescientas veces su tamaño original. Durante años, Leewenhoek se dedicó a observar todo lo que tenía a su alcance y fue el primero en la historia que observó células vivas (células animales, vegetales e incluso algunos microorganismos).

El otro caso emblemático para la Biología que tomamos aquí, tuvo lugar en la década de 1950 cuando, gracias a la cristalografía de rayos X, se conoció la estructura de doble hélice del ADN. Recordemos que esta técnica permite inferir la ubicación de los átomos en la molécula de ADN gracias al patrón de difracción de los rayos X que la atraviesan. Posterior al desarrollo de esta técnica, Watson y Crick combinaron todo lo que se sabía hasta el momento sobre el ADN y definieron un modelo teórico (Purves, Sadava, Orians & Heller, 2006). Este modelo marcó un hito para las Ciencias Biológicas, ya que permitió el desarrollo de diferentes técnicas útiles para identificar, secuenciar, cortar y duplicar genes, lo cual posibilitó el desarrollo de la ingeniería genética.

Podemos decir entonces, que en el camino de la producción de conocimientos científicos el desarrollo tecnológico ha estado presente desde antaño y aún hoy lo sigue estando. O como dice Maggio (2011, p. 88), “cuando analizamos los escenarios sociales, culturales y educativos actuales reconocemos estas situaciones donde los modos en que se produce, difunde y revisa el conocimiento en los campos más variados están sostenidos por las tecnologías de la información y la comunicación en sus diferentes expresiones y soportes”. Sin embargo, y más allá de esta evidente relación entre ciencia y tecnología, no todas estas tecnologías son consideradas TIC. Al respecto, Cabero Almenara (1994, p. 15) señala como características distintivas de estas tecnologías las siguientes: “inmaterialidad, interactividad, instantaneidad, innovación,

digitalización, automatización, interconexión y diversidad”. A este listado, Rueda Ortiz (2006) le adiciona otras tales como hipertextualidad, conectividad y colectividad, y Papert (1980) y Turkle (1995), ambos citados por Koelher, Mishra & Cain (2015), aluden a la flexibilidad, inestabilidad y opacidad de las TIC.



Actividad sugerida 1

Lee la propuesta de [Cabero Almenara](#) y de [Rueda Ortiz](#) y especifica a qué hacen referencia cada una de estas características.

Teniendo en claro qué son las TIC y qué características poseen, otro aspecto que resulta interesante de conocer y analizar son los posicionamientos en torno a la inclusión de las mismas en el proceso educativo en sí. Para algunos, las TIC -por sus características intrínsecas- son capaces de revolucionar la educación resolviendo muchos de los problemas que aquejan a la escuela. Esta perspectiva considera al “ordenador como panacea”, es una mirada ingenua y tecnofílica donde las tecnologías se consideran neutras. Es decir, que se reconocen los usos y finalidades pero no las eventuales consecuencias que trae su utilización.

En la vereda opuesta se encuentran aquellos que sólo ven riesgos y por ende, invisibilizan las múltiples potencialidades que las TIC ofrecen. Esta mirada tecnofóbica también es ingenua, ya que aquí se concibe al “ordenador como un distractor”, como el responsable de las más variadas dificultades observadas en la escuela de hoy (Burbules & Callister, 2008).

Más allá de estar posicionados en una u otra vereda, no cabe duda de que las TIC nos invitan a usarlas de diferentes maneras. Para algunos, éstas son *herramientas* u objetos que permiten al usuario alcanzar determinados propósitos, mientras que para otros son canales o *medios* que permiten enviar y recibir información.

En este sentido, Dussel (2011, p. 15) advierte que “para algunos educadores, los medios digitales proporcionan más y mejores recursos para la enseñanza y permiten un mayor control de la acción de los alumnos”. Otra crítica a esta concepción es la que plantean Burbules & Callister (2008, p. 21) quienes manifiestan que “las herramientas pueden tener ciertos usos y finalidades establecidos, pero con frecuencia adquieren otros previsibles y generan nuevos efectos imprevisibles”.

Parafraseando a estos autores, podemos decir entonces que las tecnologías nos usan así como nosotros las usamos a ellas. Es decir, que la relación entre las personas y las tecnologías no es unilateral, sino bilateral y por ende, relacional. Desde esta concepción, los medios y los fines se reconfiguran uno a la luz del otro y por ende, se supera la visión instrumental por una más holística.

En este sentido, las TIC podrían ser entendidas como *entornos* en los cuales se producen diversas interacciones humanas como la expresión, la indagación, la comunicación y la construcción. Es decir que éstas se vuelven espacios en los que las personas actúan e interactúan. Desde este punto de vista, en el campo educativo las tecnologías podrían pensarse como un “territorio potencial de colaboración, un lugar en el que pueden desarrollarse actividades de enseñanza y aprendizaje” (Burbules & Callister, 2008, p. 19).

En síntesis, desde la mirada tecnocrática la incorporación de las TIC en el proceso educativo se percibe como una incentivación y mejora de lo que ya se viene haciendo. Tal es así que éstas se utilizan para ilustrar, mostrar, ampliar y/o reorganizar la información, o bien, para agregar un nuevo atractivo a la clase. Es decir, que las TIC se usarían -principalmente- para romper o modificar las rutinas durante el desarrollo de los contenidos (Litwin, 2005a). Por el contrario, desde la segunda perspectiva, la integración de las TIC implicaría -entre otras cuestiones- la necesidad de reestructurar lo

que se entiende por conocimiento, sus fuentes y criterios de verdad, y quienes serían los sujetos autorizados y reconocidos como productores de ese conocimiento (Dussel, 2011). En este sentido, vale explicitar que las “promesas” u “oportunidades” que nos permiten las TIC aumentan, a su vez, la necesidad de actuar con imaginación, planificar con cuidado y superar -sobre la marcha- numerosos “desafíos” impensados (Burbules & Callister, 2008).



Actividad sugerida 2

Piensa en una experiencia didáctica en la que se haya utilizado alguna TIC para la enseñanza de la Biología. Analiza y reflexiona en torno de las siguientes cuestiones:

- a) ¿Qué concepción de uso se puede inferir en dicho caso (instrumental u holístico)?
- b) ¿Se utilizó como herramienta, medio o entorno de enseñanza y de aprendizaje?

En definitiva, se podría pensar que estos usos dependen de los modelos de enseñanza que subyacen en cada caso. Si nos posicionamos en el modelo de transmisión-recepción, y teniendo en cuenta que al docente se lo considera un proveedor de información y al estudiante un receptor/consumidor de ésta, las TIC se utilizarían -principalmente- como herramientas que permiten el acceso a dicha información y/o como medio que permite/facilita la transmisión-recepción en sí misma. Por otra parte, y desde una perspectiva constructivista, la inclusión de las TIC podría pensarse estratégicamente; es decir, que para el docente implicaría el diseño de una serie de actividades con finalidades determinadas y donde las TIC jugarían un papel más activo

tanto en su planificación como durante la implementación y la evaluación de la propuesta didáctica. Teniendo en claro estas cuestiones, estamos preparados para comenzar nuestra travesía.



¡Estamos listos!... ¿Partimos?

En la sociedad actual el conocimiento se ha convertido en uno de los valores más importantes, siendo la educación y la formación inicial y continua las vías para adquirirlo. Este protagonismo de la educación y de la formación está acompañado de una presencia creciente de las TIC en los procesos educativos (Coll, 2011). La preparación, tanto de estudiantes como de profesores, en el uso eficiente de la tecnología educativa es un reto que las escuelas y las universidades no pueden eludir (Linn, 2002), ya que las TIC no son por sí mismas garantía de aprendizajes significativos (Sanmartí & Izquierdo, 2001).

Como ya sabemos, estos procesos educativos no sólo dependen de las interrelaciones que se establecen entre los vértices del triángulo didáctico -docente, estudiantes y objeto de conocimiento- sino también de numerosas variables. Entre ellas las finalidades que se persiguen, los contenidos que se seleccionan, las estrategias que se proponen, los recursos que se utilizan, los contextos mental, lingüístico y socio-cultural (incluidos el institucional y áulico) en los que ocurren los procesos de enseñanza y de aprendizaje, etc. En este sentido, Maggio (2011) señala que la *inclusión genuina* de las TIC implicaría la identificación de las formas en que dichas tecnologías enmarcan la construcción del conocimiento en cada campo o área específica del saber en un momento particular y la consecuente generación de propuestas didácticas que las

emulen. Por todo ello, en la formación docente inicial y continua esta temática adquiere gran relevancia.

Tal es así que se observa una creciente heterogeneidad de trabajos y experiencias educativas -realizadas en diferentes contextos- que se encuentran disponibles en revistas científicas, en memorias de congresos, jornadas, seminarios, etc., en libros y sitios web dedicados a este tema. Por lo tanto, y con la intención de organizar esta variedad temática, aquí se definieron dos categorías: 1) investigaciones y revisiones teóricas, y 2) experiencias didácticas. Cabe mencionar que dichas categorías se convierten en las primeras dos estaciones en nuestro itinerario de viaje, ya que la intención es aproximarnos a las TIC a través de la mirada de algunos investigadores, docentes y estudiantes, quienes comparten sus investigaciones y experiencias formativas más significativas.

Primera estación: *¿Qué se investiga sobre las TIC en la educación en Biología?*

En el área de la educación en ciencias son numerosas las investigaciones y revisiones teóricas disponibles, las cuales responden a diversos intereses y preocupaciones. Considerando sólo aquellos trabajos en los que se integra/indaga sobre la enseñanza y el aprendizaje de la Biología con uso de TIC, y sin intención de ser exhaustiva, vale mencionar que se manifiesta una heterogeneidad muy interesante sobre las temáticas particulares que se constituyen objeto de estudio. Algunos trabajos analizan las potencialidades educativas de ciertos recursos tecnológicos, mientras que otros realizan valoraciones sobre el uso de TIC en la enseñanza y el aprendizaje, o hacen hincapié en el diseño e implementación de propuestas didácticas mediadas tecnológicamente, entre otros.

Tal es así que Méndez Estrada & Monge Nájera (2010) pretenden conocer las percepciones de los estudiantes acerca de la enseñanza -bajo modalidad presencial o a distancia- de contenidos de Biología mediante el simulador Cellule; Valeiras, Micieli &

Skicko (2003) analizan el discurso escrito en páginas web sobre temas referidos a evolución y origen de la vida; Valeiras & Meneses Villagrà (2005) proponen un modelo teórico para el diseño e implementación de propuestas formativas en línea para la enseñanza constructivista de las ciencias; Murga Menoyo, Bautista Cerro & Novo (2011), desde la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED-Costa Rica), analizan la pertinencia del software CmapTools como herramienta para la elaboración de mapas conceptuales en educación ambiental; y Chorolque & Valieras (2014) revisan críticamente el contenido de diversas WebQuest sobre residuos sólidos urbanos.

También se manifiesta cierto interés por la caracterización y el análisis crítico de recursos electrónicos disponibles en Internet. Entre ellos WebQuest, simulaciones o animaciones interactivas, sitios web divulgativos (Domènech Casal, Besson Masplà, Merlo Fernández, Puigcerver Oliván & Solé Pujol, 2012); páginas web de acceso gratuito (Gutiérrez Jiménez, Schlie Guzmán, Luna Cazáres, Díaz Pérez & Vidal López, 2010), laboratorios virtuales (Piassentinni & Occelli, 2012; López García & Morcillo Ortega, 2007) museos virtuales (Melgar & Donolo, 2011), etc.

Segunda estación: *¿Qué se enseña de la Biología con uso de TIC?*

Ahora nos detendremos en la otra categoría mencionada anteriormente, las experiencias didácticas con uso de TIC planificadas e implementadas en clases de Biología. En términos generales, dichos trabajos aluden a la caracterización, el diseño, la implementación y la evaluación de propuestas didácticas con uso de diferentes tecnologías y que fueron implementadas en distintos niveles e instituciones educativas. Algunas de ellas son las que se comentan a continuación.

Con intención de abordar contenidos sobre lectura y escritura en Ciencias, Roni, Alfie & Borches (2012) pusieron en marcha una propuesta educativa en dos escuelas

secundarias de Buenos Aires cuyo contenido biológico fue síntesis de proteínas. En dicho abordaje se utilizaron audiovisuales disponibles en Internet, que se conjugaron en diferentes actividades con otros recursos didácticos no electrónicos, tales como notas periodísticas, prospectos de medicamentos, libros de texto, etc. Por su parte, y desde España, Fernández, Herreras, Asencio & Gregori (2007) comparten una experiencia realizada con alumnos de 3° de ESO en la que se utilizaron diferentes recursos TIC: CDs, DVDs, simulaciones, glosarios electrónicos, etc. para la enseñanza de contenidos sobre el cuerpo humano.

Occelli, Biber, Willging & Valeiras (2014) llevaron a cabo una propuesta didáctica junto a estudiantes de educación secundaria en la que utilizaron un videojuego educativo (Kokori) para la enseñanza de uno de los contenidos estructurantes de la Biología, el de célula. Preocupados por la comprensión de textos propios del campo de las ciencias naturales por parte de estudiantes de escuelas secundarias, Quiroga, Soliveres, Mazzitelli & Maturano (2013) implementaron una propuesta de enseñanza en la que usaron un software específico (CmapTools) para la construcción de mapas conceptuales. La intención era que los conceptos e ideas relevantes en el texto se seleccionen y organicen espacialmente, respetando cierta jerarquía, y donde además se expliciten sus relaciones conceptuales.

En un proyecto de intervención socio-comunitaria, donde el objetivo era la prevención de la enfermedad de Chagas, jóvenes de diferentes instituciones educativas del caribe colombiano participaron de la propuesta diseñada por Chica Vasco, Cantillo & Sanmartino (2013). En este caso, dichos jóvenes no sólo compartieron sus saberes sobre el tema sino que también llevaron adelante un relevamiento sobre los conocimientos de los habitantes de su propia comunidad para luego elaborar un audiovisual sobre prevención de Chagas que fue subido a una plataforma de video disponible en Internet. Desde España, Murga Menoyo & García del Pino (2010) comentan otra experiencia en la que construyeron, junto a alumnos de 4° de ESO, weblogs sobre educación ambiental.

Galera & Ocelli (2014) comentan una experiencia de enseñanza implementada en una escuela secundaria cordobesa donde la intención fue trabajar sobre el tema modelización, abordado junto a otro contenido de suma importancia para la Biología tal como sistema endócrino. Para ello se recurrió al uso del videojuego comercial SIMCity 3000. En otras experiencias en escuelas secundarias se utilizaron videos y simulaciones disponibles en Internet para enseñar mitosis (Pozzi, Ferrero, Nolli, Biber & Ocelli, 2014) y laboratorios virtuales para abordar aspectos relativos a la contaminación del agua (Tosoratto et al. 2014).

Otro trabajo interesante es el realizado por Cabero Almenara & Llorente Cejudo (2005) quienes comparten las experiencias llevadas a cabo en la Universidad de Sevilla (España) al utilizar tres tecnologías, el video, la Internet (sitios web, revistas ambientales, buscadores medioambientales, etc.) y los multimedia. Estos autores también ofrecen sugerencias para diseñar, desarrollar o seleccionar algunas de estas TIC con fines didácticos.



Actividad sugerida 3

Considerando tu tema de planificación (o alguno que sea de tu interés en el área de la Biología):

- a) Busca y selecciona un trabajo de investigación o una experiencia didáctica donde ese tema y el uso de TIC sea objeto de estudio/enseñanza. En esta búsqueda puedes considerar la revisión de revistas científicas, libros, memorias de congresos, etc.
- b) Comenta brevemente el trabajo elegido, teniendo en cuenta los siguientes aspectos: contexto de investigación/implementación (educación inicial, primaria, secundaria, superior), contenido biológico considerado/abordado, TIC analizadas/utilizadas, aportes al campo de la enseñanza de las ciencias.

Tercera estación: *Y por casa... ¿cómo andamos?*

Tal como se manifiesta en el apartado anterior, las experiencias educativas mediadas tecnológicamente en el área de las ciencias naturales, y en particular de la Biología, no son tan numerosas como en otros campos y por lo general, tampoco se explicita en ellas su diseño didáctico (aunque sí su implementación y/o evaluación). Por lo tanto, con intención de compartir propuestas de enseñanza con integración de TIC y de ponerlas a consideración para su revisión, análisis y de-construcción y/o co-construcción, en las próximas páginas comentaré brevemente dos experiencias didácticas. Sin embargo, antes de conocer y analizar dichas propuestas, resulta necesario

detenemos una vez más y aproximarnos a un modelo teórico que tiene como objetivo central la inclusión genuina de las TIC en los procesos educativos.

Para ello, te propongo recuperar las voces de Mishra & Koehler -profesores e investigadores de la Universidad de Michigan en EE.UU- ya que son ellos quienes realizan una interesante propuesta teórica al respecto y a la que denominan *Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido* (conocido por su acrónimo en inglés *TPACK*). Este modelo toma como base el trabajo de Shulman (1987) en el que este autor identifica los conocimientos pedagógicos del contenido (PCK). En el caso de Mishra & Koehler (2006) y Koehler & Mishra (2009), sus aportes refieren a la caracterización de los conocimientos pedagógicos y tecnológicos del contenido, entendidos como aquellos saberes que todo docente necesita para integrar las TIC de forma holística en los procesos de enseñanza, más allá de la disciplina de que se trate. En la siguiente figura se muestra el modelo teórico propuesto por dichos autores.

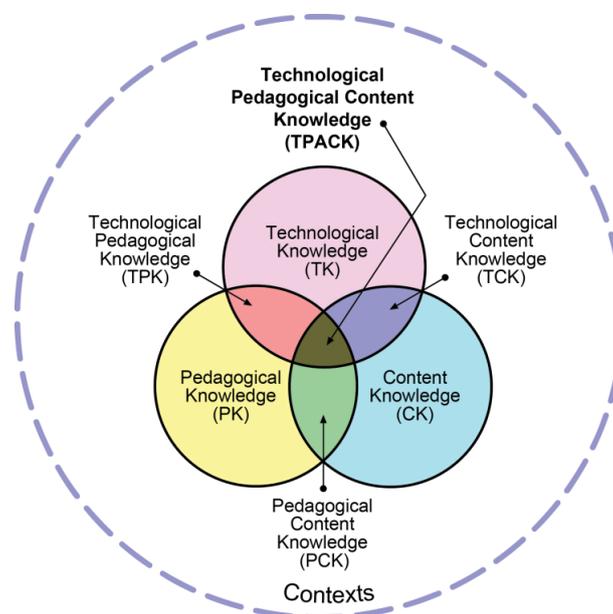


Figura 1 - Modelo TPACK propuesto por Mishra & Koehler (2006, 2009). Fuente

www.tpack.org

El **conocimiento sobre el contenido** (CK) refiere al conocimiento que el docente ha construido sobre la disciplina que va a enseñar (en nuestro caso, la Biología). Dicho conocimiento incluye datos, conceptos, teorías, leyes y principios, además de las metodologías consideradas en su producción. Es decir, que este conocimiento incluye tanto los aspectos semánticos como los sintácticos propios de una disciplina.

El **conocimiento pedagógico** (PK) alude al conocimiento que tienen los docentes sobre los procesos y prácticas en torno de la enseñanza y del aprendizaje. Un docente con un conocimiento profundo de pedagogía comprende cómo los estudiantes construyen conocimiento y adquieren habilidades, y cómo desarrollan hábitos y disposiciones positivas para el aprendizaje.

El **conocimiento sobre la tecnología** (TK) apunta no sólo al conocimiento sobre herramientas y recursos tecnológicos diversos, sino que también implica reconocer que ésta puede facilitar o entorpecer la consecución de un objetivo. A su vez, este saber también alude a la necesaria capacidad de adaptarnos y renovarnos de forma permanente de acuerdo a los avances y desarrollos tecnológicos que se generen.

Según estos autores, la inclusión de las tecnologías en la enseñanza de un contenido disciplinar requiere del docente la comprensión no sólo de los conocimientos antes mencionados, sino también de sus intersecciones. A saber:

El **conocimiento pedagógico del contenido** (PCK) se centra en la transformación del conocimiento disciplinar para su enseñanza en un contexto particular. En este caso es fundamental la toma de decisiones pedagógico-didácticas que realiza el docente, ya que es quien define, planifica, implementa y evalúa el proceso de enseñanza (es decir, que decide acerca de qué enseñar, de qué manera, cuándo y además, define qué, cómo y cuándo va a evaluar el proceso de aprendizaje de los estudiantes y el de enseñanza en sí mismo).

El **conocimiento tecnológico del contenido** (TCK) implica comprender el impacto de las tecnologías en el conocimiento y en las prácticas de una disciplina, lo cual es indispensable para desarrollar herramientas tecnológicas adecuadas a propósitos educativos particulares. La elección de las tecnologías permite o restringe los

contenidos disciplinares que pueden ser enseñados, por lo tanto, contar con el TCK implica que el docente comprende la forma en que la tecnología y los contenidos se influyen y limitan entre sí. Es decir, que no sólo necesita dominar la disciplina que enseña sino que también necesita conocer sobre la forma en que las tecnologías pueden influir en la presentación/abordaje de ese contenido.

El **conocimiento tecnológico pedagógico** (TPK) alude a cómo la enseñanza y el aprendizaje pueden cambiar cuando se utilizan determinadas tecnologías y a cómo ciertos contenidos limitan las tecnologías que pueden ser utilizadas en dichos procesos. Por lo tanto, un docente posee TPK cuando conoce las posibilidades y limitaciones pedagógicas de las distintas tecnologías que podrían ser integradas en el diseño e implementación de una propuesta didáctica.

En la práctica, estos conocimientos no son tan simples de separar ya que se presentan en íntima relación. Así surge el **conocimiento tecnológico pedagógico del contenido** (TPACK) que refiere a aquel saber integral, es decir, que va más allá de los tres elementos que lo componen (contenido, pedagogía y tecnología) y de sus intersecciones en forma independiente. El TPACK pretende que las propuestas de enseñanza con integración de tecnologías permitan al docente abordar el contenido disciplinar de forma constructiva.

Cabe explicitar que el círculo exterior que se visualiza en el modelo TPACK hace hincapié en la importancia que asumen los contextos en que ocurren los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Por ende, éstos deben ser considerados al momento de planificar e implementar propuestas didácticas con integración de tecnologías.

En este sentido, Koehler, Mishra & Cain (2015) señalan que no hay una manera de incluir las TIC en el currículum. Por el contrario, dicha integración debería ser realizada creativamente según el área de conocimiento de que se trate y en consideración de los contextos específicos en que se llevará a cabo. Por ello, las propuestas didácticas que se comentan a continuación no son *recetas*, sino que se presentan como experiencias didácticas singulares. Cabe mencionar que en cada una de ellas los contextos situacional, lingüístico y socio-institucional fueron diferentes,

además de la evidente heterogeneidad en las finalidades educativas, en los grupos de estudiantes involucrados, en los contenidos disciplinares abordados, en las metodologías de enseñanza consideradas, etc.



Caso 1: Enseñar a investigar, investigar para aprender... definiendo un problema de indagación escolar en el aula virtual

Esta propuesta didáctica se desarrolló en una escuela secundaria de gestión privada, no confesional, localizada en la ciudad de Córdoba. El espacio curricular en cuestión tenía como principal expectativa la de aproximar al estudiante a los procesos de producción de conocimientos científicos en las ciencias naturales. En el año en que se implementó, el grupo clase estuvo conformado por 12 estudiantes de entre 17 y 18 años de edad, que se encontraban cursando su último año de escolaridad obligatoria.

En ese momento, el programa anual del mencionado espacio curricular se encontraba organizado en cuatro unidades. En la primera de ellas, *La Ciencia como producción humana*, se revisaban las concepciones sobre ciencia y conocimiento científico, además de analizar sus diferentes formas de producción. En la segunda unidad, *El diseño de investigación*, se profundizaba sobre contenidos -abordados en espacios curriculares previos en cuarto y quinto año- relativos al diseño de una indagación. Es decir, que en este momento los estudiantes seleccionaban un tema de investigación, realizaban una búsqueda de antecedentes y definían el problema de indagación, los objetivos, el alcance, el diseño metodológico, el cronograma y presentaban todo esto en un formato específico: el proyecto de investigación. En la tercera unidad, *La puesta en marcha de la investigación*, el énfasis estaba puesto en la ejecución del proyecto, es decir, que los alumnos construían los instrumentos de investigación, los ponían a prueba, los revisaban (y ajustaban en caso de ser necesario) y los aplicaban. Posteriormente, procesaban los datos obtenidos, analizaban los resultados

y elaboraban conclusiones. Cabe mencionar que la cuarta y última unidad, *La comunicación del conocimiento en ciencias*, se abordaba en simultáneo junto a las otras unidades del programa debido a que los contenidos referían a las formas de presentación del conocimiento científico y a la redacción de proyectos e informes, por lo cual el foco estaba puesto en la escritura académica.

En el marco de este programa anual, uno de los contenidos de mayor relevancia era el planteamiento del problema de investigación, concretamente su identificación, caracterización, construcción y escritura formal. Este contenido asumía gran importancia debido a que los objetivos, alcance de la investigación, diseño metodológico, etc. no sólo debían ser coherentes entre sí, sino que también debían estar en estrecha relación con el problema. Por lo tanto, y teniendo en cuenta la relevancia de este contenido, la unidad didáctica que se comenta a continuación se desarrolló durante un periodo de 3 semanas.

Objetivos

Se esperaba que los estudiantes fueran capaces de...

- Conocer las características principales que definen a un problema de investigación.
- Identificar un problema de investigación de otro que no lo es.
- Construir, en forma colaborativa, una pregunta-problema de investigación.

Idea-fuerza

El problema de investigación es el motor que direcciona la definición y puesta en marcha del proceso de producción de conocimientos científicos, se expresa en forma de pregunta y su planteamiento requiere claridad y suma precisión.

Contenidos

- Características principales de un problema de investigación.
- Aspectos formales de la escritura de un problema de investigación.
- Construcción de una pregunta-problema de investigación.

Secuencia didáctica

Se diseñó e implementó una unidad didáctica de cinco clases, tres de 80 minutos y dos de 120 minutos. Cabe aclarar que la carga horaria de este espacio curricular fue de 5 horas cátedras, por lo tanto semanalmente se desarrollaron dos clases. A continuación se comenta brevemente la secuencia didáctica, aunque se hace énfasis especial en la clase desarrollada con uso de TIC.

En las primeras dos clases se presentó parte del contenido y se realizaron actividades tendientes a la caracterización e identificación de preguntas-problema de investigación. Para ello se recurrió a las explicaciones del docente, la lectura de bibliografía específica, la revisión de artículos científicos y de proyectos de investigación y al visionado de audiovisuales sobre investigaciones llevadas a cabo por científicos argentinos.

La tercera clase se desarrolló en la sala de informática de la escuela y se destinó a la presentación del aula virtual (AV) a los estudiantes. Cabe mencionar que ésta se diseñó como un entorno de enseñanza, aprendizaje y comunicación complementario al aula presencial y fue utilizada durante el resto del ciclo lectivo. Particularmente, en esta clase la intención fue que los estudiantes conocieran y se familiarizaran con dicho entorno.



Figura 2 - Aula virtual en la plataforma moodle.

La cuarta clase, con una duración de 120 minutos también tuvo lugar en la sala de informática de la escuela. La misma implicó una secuencia de actividades tal como se muestra a continuación:

Actividades

De Inicio

¿Por qué no todas las preguntas son problemas de investigación?

Inicialmente se recuperaron los conocimientos previos de los estudiantes (fuente de información) mediante la estrategia de exposición dialogada. Los recursos que se utilizaron fueron pizarra y marcadores. La participación alternó entre la modalidad individual y grupo clase y el tiempo destinado fue de 20 minutos.

Consignas:

- 1- Lee los siguientes pares de preguntas:
 - a) ¿Qué comen los estudiantes en el recreo? vs. ¿Qué productos alimenticios consumen con mayor frecuencia los estudiantes del ciclo básico y del ciclo orientado de nuestra escuela durante el primer recreo de la mañana?
 - b) ¿Qué pájaros hay en los árboles? vs. ¿Qué especies de aves visitan los árboles nativos de Ciudad Universitaria y los árboles exóticos que hay en nuestra escuela durante las primeras horas de la mañana?
 - c) ¿Cómo es el agua que tomamos? vs. ¿Qué características fisicoquímicas presenta el agua para consumo humano que sale de la planta potabilizadora y de la canilla de nuestra escuela?
- 2- Analiza las preguntas teniendo en cuenta las siguientes orientaciones: ¿qué diferencias y semejanzas se manifiestan en estos pares de preguntas?, ¿cuáles de ellas se podrían considerar problemas de investigación? y ¿por qué?.
- 3- Comparte tus opiniones con el grupo clase.

De Desarrollo

Te desafío a escribir una pregunta de investigación...

Para comenzar con esta actividad, se invitó a los estudiantes a ingresar al aula virtual y buscar el espacio de trabajo para esta clase (foro de uso general). La modalidad de participación alternó entre individual y grupo clase. Las fuentes de información fueron el docente, los conocimientos previos de los estudiantes, los investigadores entrevistados (en video) y un documento digital con las pautas de escritura de un problema de investigación. Los recursos utilizados fueron un video y el editor de texto o bloc de notas. El tiempo total estimado fue de 80 minutos.

Actividad de desarrollo I

Consignas:

- 1- Visiona el siguiente video⁶ donde científicos argentinos nos cuentan sobre las investigaciones que están llevando a cabo sobre el *síndrome urémico hemolítico*. Presta especial atención a los siguientes aspectos: agente etiológico, vías de contagio, síntomas y acciones de prevención, y toma nota de ello.
- 2- Participa de una breve puesta en común⁷.
- 3- Escribe dos preguntas que surjan luego del visionado del video y de la puesta en común utilizando algún editor de texto o bloc de notas. Comparte las preguntas en este foro.

Una vez finalizada esta actividad, el docente -mediante la estrategia de exposición dialogada- introdujo el nuevo contenido de la clase (Aspectos formales de la escritura de un problema de investigación), definió las pautas de escritura para una pregunta-problema de investigación, brindó ejemplos, retomó las preguntas formuladas por los estudiantes (actividad de desarrollo I) y las analizó junto a ellos. En este momento, los alumnos tomaron notas, explicitaron sus dudas, realizaron consultas teórico-prácticas, brindaron otros ejemplos y revisaron sus preguntas iniciales. Cabe mencionar que aquí se retomó un material digital complementario que se había brindado en clases anteriores y que en este caso sirvió de apoyo y consulta.

⁶ El video se encontraba alojado en el Portal Educ@r y se podía acceder a él desde la consigna de la actividad explicitada en el foro del aula virtual.

⁷ La intención de la puesta en común, que fue desarrollada oralmente, era definir/establecer un nivel general de conocimientos sobre la temática (síndrome urémico hemolítico). Cabe mencionar que ésta había sido trabajada con anterioridad en otro espacio curricular y que aquí solo fue retomada con objeto de dar un marco contextual y de aplicación al contenido propio de este espacio curricular.

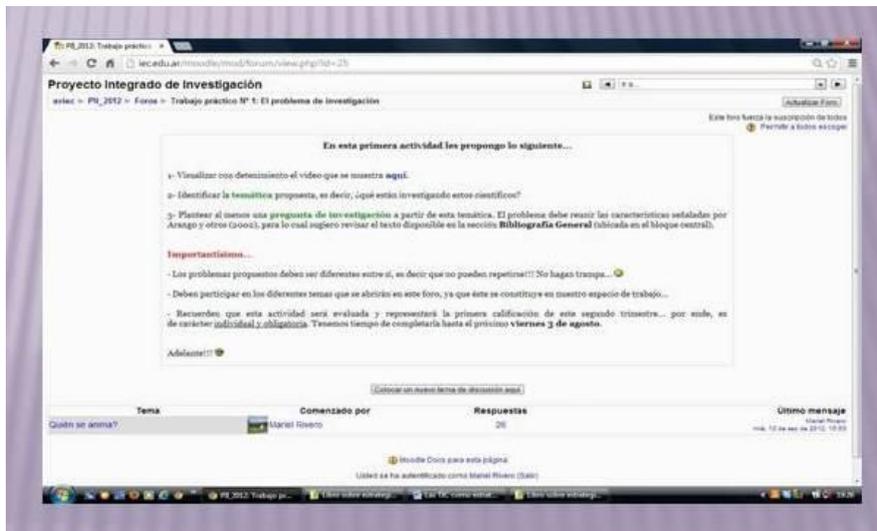


Figura 3 - Foro de uso general para la realización de las actividades de desarrollo.

Actividad de desarrollo II

Consignas:

- 4- Selecciona una de las preguntas que escribiste en la actividad anterior (punto 3).
- 5- Re-escribe dicha pregunta según las pautas de escritura establecidas anteriormente. Compártela en este foro.



Figura 4 - Participaciones de los estudiantes en el foro virtual.

Actividad de desarrollo III

Consignas:

- 6- Revisa las preguntas-problemas de investigación propuestas por tus compañeros.
- 7- Sugiere -en caso de ser necesario- los ajustes requeridos para que la pregunta cumpla con las pautas de escritura solicitadas.

Durante estas actividades, la docente realizó tareas de acompañamiento, tal como lo propone Joselevich (2014), ya que asistió a los estudiantes ante dificultades técnicas en relación al uso del aula virtual, de sus espacios de interacción y de los recursos utilizados. También desempeñó tareas de tutoría pedagógica, resolviendo dudas sobre la actividad, sobre el contenido, brindando nuevas explicaciones o ampliándolas en caso de ser necesario/solicitado. Esto permitió una interacción comunicativa entre docente y estudiantes fuera del aula virtual y dentro de ella, lo cual favoreció el desarrollo de la actividad en sí misma.

Cierre

Evaluando las preguntas de investigación.

Para finalizar la clase se retomó el diálogo con los estudiantes. En este momento, la participación fue bajo la modalidad grupo clase. Los recursos usados fueron las producciones elaboradas por los alumnos. Las fuentes de información fueron el docente, los conocimientos de los estudiantes y el documento con las pautas de escritura. El tiempo estimado fue de 20 minutos.

Consigna:

- 8- Participa de un plenario donde pondremos en común las producciones elaboradas y reflexionaremos acerca de las características y proceso de construcción de una pregunta de investigación.

En la quinta y última clase, y antes de su implementación, la docente revisó las intervenciones realizadas en el foro y las preguntas-problemas planteadas allí y sugirió correcciones/ajustes según cada caso. En dicho encuentro, se llevaron a cabo actividades tendientes a la revisión y la re-construcción de preguntas-problema y a la evaluación de éstas en función de los requisitos de definición/planteamiento a nivel teórico-práctico y de escritura formal. También se dedicó parte de la clase a realizar un cierre de la unidad didáctica legitimando los conocimientos construidos y reflexionando sobre el trabajo realizado, sus características y sobre las ventajas/desventajas del entorno virtual para la enseñanza y el aprendizaje.



*Caso 2: Foros virtuales, líneas de tiempo y murales interactivos...
otras maneras de colaborar y de aprender*

En el marco de la carrera de adscripción a la cátedra Didáctica Especial del Profesorado en Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, se diseñó e implementó la siguiente propuesta didáctica. Esta se desarrolló bajo la modalidad e-learning, para lo cual se habilitó y diseñó un aula virtual en la plataforma [Edmodo](#). El grupo clase estuvo conformado por 11 estudiantes, con recorridos formativos heterogéneos.

Objetivo

Se espera que los estudiantes sean capaces de...

- Analizar críticamente las posibilidades y desafíos didácticos que genera la inclusión de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación en la enseñanza de la Biología.

Idea Fuerza

Las Tecnologías de la Información y de la Comunicación pueden ser integradas a los procesos educativos para potenciar, favorecer y/o facilitar procesos de enseñanza y de aprendizaje de las Ciencias; por ende, al momento de su selección e inclusión es necesario considerar no sólo sus potencialidades sino también los desafíos y requerimientos tecno-didácticos que el propio uso demanda si la intención es propiciar procesos sociales de construcción significativa de conocimientos.

Contenidos

- La enseñanza de la Biología mediada tecnológicamente, retos y posibilidades didácticas.
- Exploración y manejo básico de aplicaciones web para la construcción colaborativa de conocimientos.
- Valoración reflexiva de la integración de las TIC a los procesos educativos, especialmente a la enseñanza de la Biología.

Secuencia didáctica

La presente secuencia didáctica se desarrolló a lo largo de una semana durante el mes de octubre de 2013. Los estudiantes trabajaron en un aula virtual y participaron en diferentes actividades, tanto individuales como grupales y colectivas (grupo clase). Cabe mencionar que durante su implementación, la docente asumió una función tutorial, es decir, que acompañó a los alumnos durante todo el proceso brindando ayuda pedagógica y técnica, además de orientaciones y sugerencias.

Según Barberá (2006), la construcción de conocimientos se ve facilitada por la ayuda pedagógica ofrecida por el docente-tutor, entendiendo a ésta no como una acción aislada sino como un proceso que le permite al estudiante una adaptación dinámica y situada entre lo que conoce y lo que se le presenta como contenido nuevo. En otras palabras, una de las funciones principales del docente en la virtualidad es colaborar en la superación de obstáculos de orden cognitivo y afectivo e intervenir frente al posible desánimo y aislamiento en los entornos no presenciales (Martínez & Briones, 2007).

La siguiente propuesta didáctica se organizó en tres momentos, los que podrían pensarse como equivalentes a las actividades de inicio, de desarrollo y de cierre de una clase. La primera de ellas se desarrolló en un foro disponible en el aula virtual (AV), la segunda requirió de un trabajo grupal tanto en el AV como en una línea de tiempo, y la tercera se desarrolló en un foro virtual dentro del AV y en un mural interactivo. Tanto la línea de tiempo como el mural interactivo son aplicaciones disponibles en línea.

Primer momento-Actividad de inicio

Con intención de conocer las ideas previas y opiniones de los estudiantes (fuente de información) acerca de la integración de las TIC a los procesos educativos se propuso como primera actividad participar en el foro “*Hablando de TIC...*” disponible en el aula virtual. La modalidad de participación fue individual y el foro permaneció abierto durante dos días. Para ello se ofreció una serie de recursos -video, caricaturas, nota de opinión y extracto de un capítulo de libro- que refieren a la relación TIC-Educación.

Consigna:

A continuación comparto con Uds. algunas opiniones, puntos de vista, reflexiones y conclusiones de investigación acerca del uso de las TIC en los procesos educativos.

- 1- Revisa cada uno de los recursos ofrecidos.
- 2- Comparte tus opiniones, experiencias, expectativas, preocupaciones (temores también) al pensar en la enseñanza de la Biología mediada por TIC.

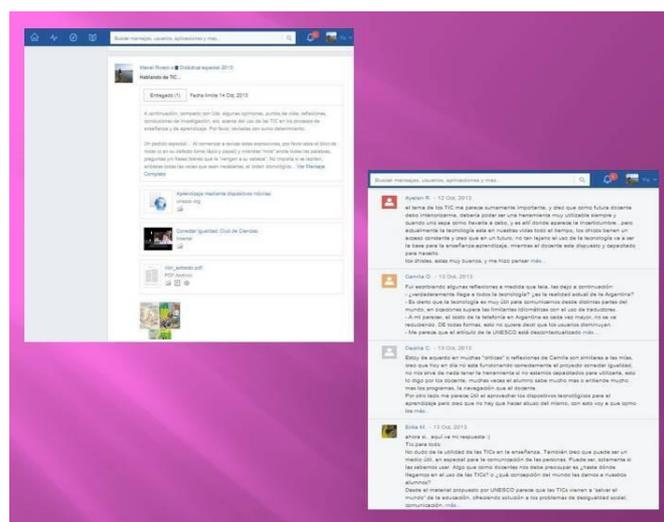


Figura 5 - Aula virtual en la plataforma Edmodo, a) espacio de trabajo y recursos utilizados; b) participaciones en el foro de discusión “*Hablando de TIC...*”.

Finalizado este primer momento, y mientras los estudiantes trabajaban en la siguiente actividad, la docente construyó una nube de palabras con las intervenciones de todo el grupo clase. Para ello utilizó [Tagxedo](#)⁸, una herramienta en línea de acceso gratuito, y posteriormente la producción se puso a disposición de los estudiantes junto a un tutorial para conocer el uso de esta herramienta digital.

Segundo momento-Actividad de desarrollo

En este segundo momento se propuso a los estudiantes una actividad a desarrollar en dos espacios virtuales: un foro en el aula virtual y una línea de tiempo en [Dipity](#). La modalidad de participación fue individual y de grupo clase. Como contenido disciplinar se tomó las Teorías sobre el origen de la vida en nuestro planeta para dar contexto a la actividad en sí misma. Cabe mencionar que este contenido no fue objeto de enseñanza aquí ya que forma parte de la currícula de la educación secundaria y también de la carrera de la que son alumnos (Profesorado en Ciencias Biológicas). El tiempo estimado para su realización fue de tres días.

Consigna:

El origen de la vida en nuestro planeta ha sido, desde siglos, una de las grandes preguntas que el ser humano se ha formulado. Desde tiempos inmemorables se busca una respuesta o posible explicación... ¿qué teorías o explicaciones se conocen o se postularon a lo largo de la historia? Les dejo una caricatura que ilustra el tema y un video para recordar lo que en algún momento de nuestro recorrido escolar estudiamos...

⁸ Tagxedo es una aplicación disponible en la web que permite crear y publicar nubes de palabras o “tags”.



Figura 6 – Recursos utilizados en la actividad de desarrollo.

Una vez que recuperamos nuestros saberes al respecto estamos listos para trabajar. Para ello les pido que:

- Conformen 4 (cuatro) grupos de trabajo. Cada equipo debe estar constituido por 2-4 personas.
- Seleccionen una de las siguientes teorías o explicaciones sobre el origen de la vida (científicas o no): creacionismo, generación espontánea, panspermia y quimiosíntesis.
- Ingresen a los foros creados para cada grupo y comiencen con la actividad.

En cada uno de estos micro-espacios de trabajo, los estudiantes encontraron la consigna y la bibliografía básica a consultar para completar el desarrollo de esta actividad. A modo de ejemplo se presenta a continuación la propuesta para un grupo:

- 1- Revisen la bibliografía ofrecida y tomen apuntes en un bloc de notas o en el propio foro sobre los aspectos que consideres más importantes sobre esta teoría/explicación.

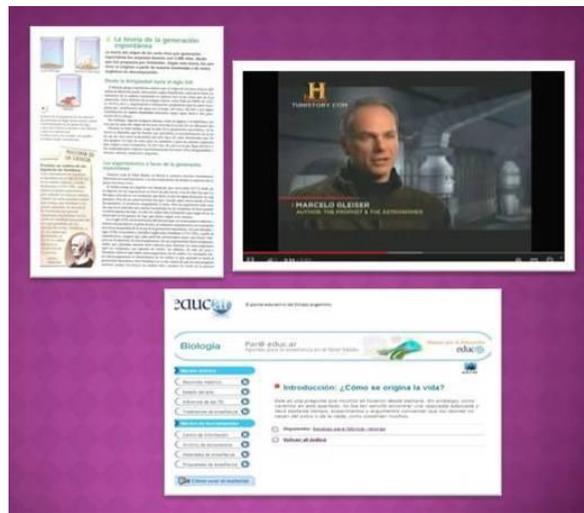


Figura 7 – Recursos disponibles para los grupos de trabajo en el aula virtual.

- 2- Elaboren una descripción breve de la Teoría considerando sus fundamentos y evidencias/experimentos/pruebas que la apoyen. También deben tener en cuenta los principales exponentes y/o detractores de la misma y la fecha o periodo histórico en que fue postulada (no incluirlos en la descripción).
- 3- Busquen y seleccionen una imagen que sea representativa de esta Teoría para ilustrar su descripción.

Opcional: busquen en la web información ampliatoria sobre la Teoría en cuestión. Para ello se sugiere revisar las recomendaciones propuestas en la siguiente nota publicada en el Portal Educ.ar bajo el título de [Estrategias para buscar en internet](#).

- 4- Compartan la producción grupal en la línea de tiempo colectiva denominada “Teorías sobre el origen de la vida” que co-construiremos entre todos en Dipity. Solo 1 (uno) de los integrantes del equipo de trabajo subirá la producción. Se debe agregar sí o sí: descripción de la Teoría, fecha o periodo de postulación e imagen representativa, el resto es opcional. Cabe mencionar que pueden realizarse varias intervenciones (eventos) por grupo.

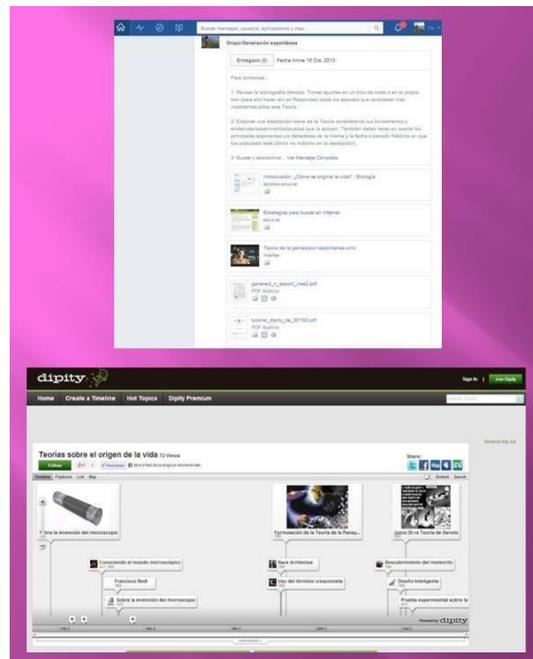


Figura 8 – Espacio de trabajo y recursos utilizados en la actividad grupal desarrollada en un a) foro de discusión en el aula virtual y en una b) línea de tiempo construida en Dipity.

Tercer momento-Actividad de cierre

En esta última actividad, la intención fue retomar las opiniones y puntos de vista expresados por los estudiantes en el primer foro de discusión (actividad de inicio) y la experiencia vivenciada durante el desarrollo de la actividad correspondiente al segundo momento (fuentes de información). La modalidad de participación fue de grupo clase y el tiempo estimado fue de 2 días. Los espacios de trabajo fueron un nuevo foro de

discusión, *¿Qué podemos recomendar para el diseño y la implementación de clases con TIC?*, disponible en el AV y un poster multimedia disponible en [Mural.ly](#)⁹.

Consigna:

En la actualidad, las TIC forman parte de nuestra vida cotidiana, aunque su inclusión no se dé en forma intencional. Nuestras escuelas no son ajenas a dichas tecnologías sino todo lo contrario; éstas se incorporan, en menor o mayor medida y con diferentes grados de significación y compromiso, en nuestras prácticas educativas habituales. Si bien las TIC pueden posibilitar, facilitar o potenciar los procesos de enseñanza y de aprendizaje, y con ellos la construcción social de conocimientos, no pueden hacerlo por sí solas. Por ende, contar con una mirada crítica y reflexiva en torno a su inclusión en las propuestas educativas se considera uno de los aspectos relevantes a tener en cuenta en nuestro trabajo como educadores. Entonces, ¿qué aspectos podemos considerar indispensables al momento de diseñar e implementar propuestas didácticas mediadas tecnológicamente?

Intentaremos -aunque sea de forma parcial y provisoria- responder este interrogante a lo largo del desarrollo de esta actividad. Para empezar...

- 1- Revisa las intervenciones realizadas en el foro de discusión "*Hablando de TIC*" (momento de inicio), poniendo especial atención a las preguntas y reflexiones de todos los participantes. También hay que tener en cuenta las palabras que aparecieron con mayor frecuencia en este espacio, ya que de cierta manera reflejan "el decir" del grupo clase sobre este tema. Para ello puedes ayudarte visualizando la nube de palabras, la que podría pensarse como un resumen de esas intervenciones.

⁹ Mural.ly es una aplicación disponible en la web que permite crear y publicar posters o murales multimedia interactivos.

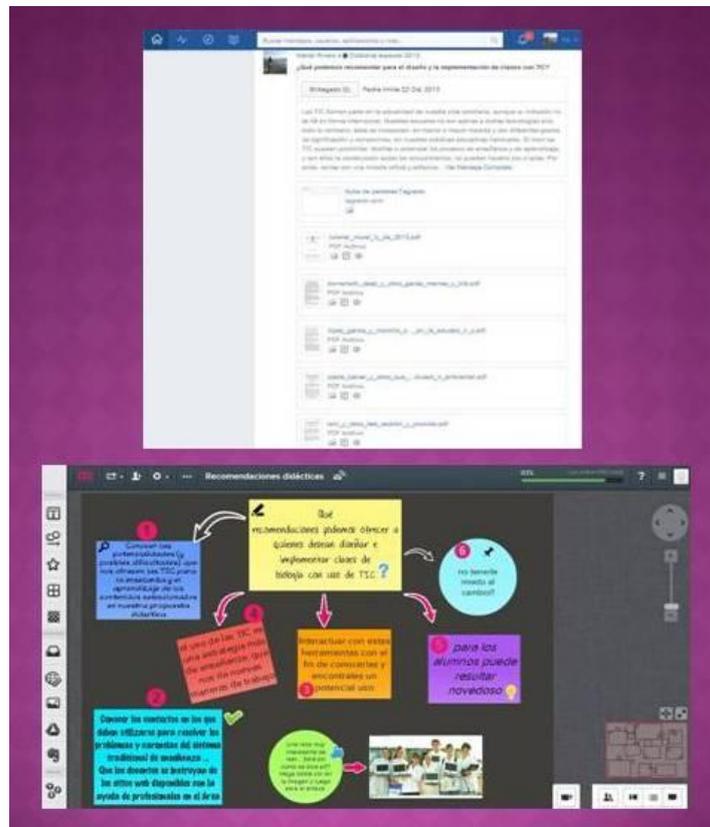


Figura 10 – Espacios de trabajo para la actividad de cierre a) foro de discusión en aula virtual y b) mural interactivo.



Actividad sugerida 4

Un conversatorio es un espacio de encuentro y de diálogo en el cual se pone en práctica el ejercicio de conversar, permitiendo el intercambio de ideas en el marco de un tema y en el cual participan diferentes profesionales como invitados especiales.

Por lo general, la dinámica implica la participación de estos invitados, quienes exponen sus ideas, luego se analiza y se discute en torno de ésta y finalmente se prepara algún documento donde se explicitan los disensos, consensos, preguntas, etc. surgidas durante el intercambio.

Imagina que estás invitada/o a participar de un conversatorio sobre el tema “¿Cómo lograr la *inclusión genuina* de las TIC en la enseñanza de la Biología? ¿Cómo planificar la propuesta didáctica bajo esta finalidad?”.

Para ello te pido que elabores un documento breve (resumen de no más de una carilla) donde explícites los puntos más importantes de tu exposición.

Cuarta y última estación: planificar la enseñanza con uso de TIC

¡Llegamos a la última estación de este itinerario de viaje! Por lo tanto, ahora te invito a poner a consideración todo lo que hemos revisado, analizado y reflexionado a lo largo de este recorrido. Para ello te propongo “*volver a mirar*” la inclusión de las TIC en los procesos educativos, en especial en la enseñanza de la Biología, desde una

perspectiva tecno-didáctica; es decir, que en esta mirada consideremos -sobre todo- los aspectos tecnológicos que se encuentran en estrecha vinculación con los pedagógico-didácticos.

Cabe mencionar que aunque son numerosas las variables que entran en juego en una situación didáctica, aquí abordaremos -aunque muy brevemente- algunos aspectos que asumen gran importancia cuando pensamos integrar las tecnologías a dichas situaciones. En este sentido, y al momento de planificar una propuesta didáctica, resulta necesario definir el uso que se realizará de las TIC. Es decir, si se las utilizará como herramientas, medios o entornos constructivos, lo cual está en íntima relación con nuestras concepciones (instrumental u holística) acerca de la mediación tecnológica.

También será necesario definir la *finalidad didáctica* de la integración de las TIC en la enseñanza y aprendizaje del contenido disciplinar, es decir, si se utilizarán para mostrar, explicar, ejemplificar, debatir, modelizar, simular, construir, etc. Vale explicitar que tener en claro esta finalidad nos permitirá establecer qué *tipo de TIC* podría ser la adecuada para el contenido a enseñar, los objetivos y propósitos a alcanzar, las actividades a desarrollar, el tiempo disponible, etc. Al respecto, en el Anexo, ubicado al final de este capítulo, te ofrezco un listado de sitios web especializados en esta temática, a la vez que menciono algunas aplicaciones disponibles en línea que podrían ser útiles al momento de seleccionar el tipo de tecnologías a considerar en el diseño de la propuesta didáctica.

En esta búsqueda y selección, hay que tener presente la *disponibilidad y acceso a las TIC* tanto por parte de los docentes como de los estudiantes. Al respecto, también será necesario conocer los *dispositivos y conectividad* disponibles, y los posibles *ámbitos de trabajo* (escuela, hogar, etc.). Si se trata de la escuela, hay que definir concretamente el *espacio físico* donde se implementará la propuesta didáctica (sala de informática, aula, patio, biblioteca, aula virtual, etc.). Si optamos por la sala de informática o la biblioteca (espacios de uso común para todos en una escuela) hay que solicitar con anticipación el espacio y acordar con la persona encargada (si lo hay) sobre el uso/disponibilidad de los recursos a utilizar (ordenadores, proyector de audiovisuales,

TV, parlantes, pantalla digital, etc.). En este punto, conocer la *relación número de estudiantes-cantidad de dispositivos tecnológicos disponibles* también resulta imprescindible.

Otro aspecto de suma relevancia al momento de planificar es conocer *las ideas y saberes previos* de los estudiantes sobre las TIC (experiencias previas, posibles dificultades, expectativas, etc.) y tenerlas presente al diseñar/elegir los *materiales de estudio y de apoyo* (apunte, libros, tutoriales, audiovisuales, recomendaciones, etc.). Además, hay que predefinir la forma o *tipo de registro* que realizarán los alumnos sobre el trabajo de clase (carpeta, documentos digitales, etc.).

Por otra parte, cuestiones que también se deben planificar -en este caso para el momento de la implementación de la propuesta didáctica- refieren al *rol del docente*. Éste asume gran relevancia ya que no sólo llevará adelante el acompañamiento pedagógico-didáctico sino también el acompañamiento técnico, sobre todo frente a posibles dificultades generadas por las TIC. Otra cuestión a tener presente y planificar es la evaluación de la propuesta y de su implementación. Al respecto, las metodologías e instrumentos elaborados a partir del modelo TPACK se presentan como una opción interesante. A su vez, la valoración de los estudiantes sobre su propio proceso de aprendizaje (meta-cognición) y del proceso de enseñanza también se considera de suma importancia, aunque vale explicitar que aquí no se profundiza en estas cuestiones.



Para saber más...

Con la intención de profundizar sobre esta temática, te invito a conocer los siguientes trabajos:

- Harris, J. & Hofer, M. (2009). Instructional planning activity types as vehicles for curriculum-based TPACK development. In C. D. Maddux (Ed.). *Research highlights in technology and teacher education* (pp. 99-108). Chesapeake, VA: Society for Information Technology in Teacher Education (SITE).
- Joselevich, M. (Coord.). 2014. *Ciencias Naturales y TIC. Orientaciones para la enseñanza*. Buenos Aires: ANSES. E-Book disponible en: <http://www.conectarigualdad.gob.ar/noticia/descarga-cuatro-ebooks-de-escuelas-de-innovacion-con-orientaciones-didacticas-para-la-integracion-de-tic-en-la-ensenanza-2128>



III. Final del recorrido... ¡Ideas y reflexiones que se agregan a nuestro equipaje!

Desde hace algunos años la presencia de las TIC en el ámbito educativo es cada vez mayor. Esta situación demanda la inclusión de esta temática, tanto en la formación docente inicial como continua, con la finalidad de desarrollar y/o potenciar las capacidades profesionales. Es decir que a partir de esta formación se espera que los docentes adquieran y/o desarrollen ciertos saberes que le permitan implementar

estrategias de enseñanza con inclusión genuina de las TIC (Manso, Pérez, Libedinsky, Light & Garzón, 2011).

Cabe mencionar que si bien en los documentos curriculares para la formación de profesores de Biología se sugiere la incorporación de las TIC, en la práctica cotidiana persiste la tendencia a asociarlas sólo con el uso de Internet (Ocelli, García & Masullo, 2012). En este contexto, los desafíos de enseñar ciencias no se vinculan sólo a la falta de acceso a las TIC, sino a la falta de formación específica. Esto, sin lugar a dudas, repercute al momento de diseñar e implementar propuestas didácticas que promuevan o faciliten la construcción significativa del conocimiento mediante la inclusión genuina de las TIC.

Como hemos señalado anteriormente, el docente es quien dinamiza, orienta y acompaña a los estudiantes durante todo el proceso educativo; por lo tanto, los momentos dedicados a la planificación didáctica, a la implementación y a la evaluación asumen gran relevancia. En este sentido, el desarrollo de ciertas competencias digitales y sociales (Marques Graells, 2007) así como de aquellas que refieren a la capacidad o plasticidad para aprovechar los recursos digitales disponibles y de adaptarlos a las exigencias y/o requerimientos de los estudiantes en contextos educativos particulares, se presenta como indispensable.

Al respecto, Harris & Hofer (2009) señalan que es necesario que los docentes incorporen a sus propuestas didácticas más de una tecnología con la intención de evitar el *tecnocentrismo* y así combinar el uso de las TIC con los conocimientos (disciplinares y pedagógico-didácticos) involucrados en los procesos educativos. Por lo tanto, alcanzar la inclusión genuina de la tecnología educativa se vuelve posible, como dice Litwin (2005b), al andar y des-andar diversos caminos, puentes y atajos en esta travesía de enseñar y aprender junto a otros.

Referencias bibliográficas

- Barberà, E. (2006). Los fundamentos teóricos de la tutoría presencial y en línea: una perspectiva socio-constructivista. En J. A. J. Montes y E. Aguilar Rodríguez (Comps.), *Educación en red y tutoría en línea* (pp.161-180). México: UNAM FES-Z.
- Burbules, N. C. & Callister, T. A. (2008). *Educación: riesgos y promesas de las nuevas tecnologías de la información*. Buenos Aires: Granica.
- Cabero Almenara, J. (1994). Nuevas tecnologías, comunicación y educación. *EDUTEC. Comunicar*, 3 (1), 14-25.
- Cabero Almenara, J. & Llorente Cejudo, M. C. (2005). Las TIC y la Educación ambiental. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 4 (2), 9-26.
- Castells, M. (2000). *La era de la información. Economía, sociedad y cultura*. Madrid: Siglo XXI Editores.
- Chica Vasco, J. A.; Cantillo, O. A. & Sanmartino, M. (marzo, 2013). Cerrando la brecha digital: una apuesta a la prevención de la enfermedad de chagas y a la promoción de la salud utilizando TIC en entornos rurales. En D. Brocca (Ed.), *I Jornadas Nacionales III Jornadas de la UNC: experiencias e investigación en educación a distancia y tecnología educativa* (pp. 433-438). Córdoba: UNC.
- Chorolque, M. E., & Valieras, N. (noviembre, 2014). *La biodiversidad a través de las WebQuest. Análisis y caracterización*. Trabajo presentado en Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación, Buenos Aires, Argentina. Recuperado de <http://www.oei.es/congreso2014/memoriactei/385.pdf>
- Cobo Romani, C. (2009). El concepto de tecnologías de la información. Benchmarking sobre las definiciones de las TIC en la sociedad del conocimiento, *Zer*, 14 (27), 295-318.

-
- Coll, C. (2011). Aprender y enseñar con las TIC: expectativas, realidad y potencialidades. En R. Carneiro, J. C. Toscano y T. Díaz (Eds.), *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo* (pp. 113-126). Madrid: OEI/ Fundación Santillana.
- de Robertis, E. (1998). La célula. En de Robertis, E., Hib, J. & Ponzio, R. (Eds.), *Biología celular y molecular* (pp. 1-20). Buenos Aires: El Ateneo.
- Domènech Casal, J., Besson Masplà, I., Merlo Fernández, M., Puigcerver Oliván, M. & Solè Pujol, M. T. (2012). Genes, memes y bits: el cómo y el porqué de cinco recursos web sobre genética. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 11 (1), 43-58.
- Dussel, I. (2011). *Aprender y enseñar en la cultura digital*. Buenos Aires: Fundación Santillana.
- Fernández, M. T., Herreras, M. V., Asencio, M. A. & Gregori, X. (julio, 2007). *Experiencia del uso de las TIC en el aula en biología y geología de 3º de la ESO*. Trabajo presentado en I Congreso Internacional Escuela y TIC. Forum Novadors. Más allá del Software Libre, Alicante, España. Recuperado de www.dgde.ua.es/congresotic/public_doc/pdf/18758.pdf
- Galera, I. L. D. & Occelli, M. (octubre, 2014). *El uso de un videojuego para abordar el concepto de "Modelo" en la enseñanza del Sistema Endócrino*. Trabajo presentado en XI Jornadas Nacionales y VI Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología, Río Negro, Argentina. Recuperado de <http://congresosadbia.com/ocs/index.php/roca2014/roca2014/paper/viewFile/849/530>
- González, A. P., Gisbert, M., Guillen, A., Jiménez, B., Lladó, F. & Rallo, R. (1996). Las nuevas tecnologías en la educación, redes de aprendizaje. En J. Salinas et al. (Ed.), *Redes de comunicación, redes de aprendizaje* (pp.409-422). Palma: Universitat de les Illes Balears.

- Gutiérrez Jiménez, J., Schlie Guzmán, M. A., Luna Cazáres, L. M., Díaz Pérez, D. & Vidal López, D. G. (2010). La Internet como recurso didáctico para la enseñanza y el aprendizaje de la biología. *Revista de Educación en Biología*, 29(4), 120-124.
- Harris, J. & Hofer, M. (2009). Instructional planning activity types as vehicles for curriculum-based TPACK development. En C. D. Maddux (Ed.), *Research highlights in technology and teacher education* (pp. 99-108). Chesapeake, VA: Society for Information Technology in Teacher Education (SITE).
- Joselevich, M. (Coord.). (2014). *Ciencias Naturales y TIC. Orientaciones para la enseñanza*. Buenos Aires: ANSES. Recuperado de <http://www.conectarigualdad.gob.ar/noticia/descarga-cuatro-ebooks-de-escuelas-de-innovacion-con-orientaciones-didacticas-para-la-integracion-de-tic-en-la-ensenanza-2128>
- Koelher, M. J. & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9 (1), 60-70.
- Koelher, M. J., Mishra, P. & Cain, W. (2015). ¿Qué son los saberes tecnológicos y pedagógicos del contenido (TPACK)? *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 10(6), 9-23.
- Linn, M. C. (2002). Promover la educación científica a través de las tecnologías de la información y comunicación (TIC). *Enseñanza de las ciencias*, 20 (3), 347-355.
- Litwin, E. (2005a). *Tecnologías educativas en tiempos de internet*. Buenos Aires: Amorrortu.
- Litwin, E. (julio, 2005b). *De caminos, puentes y atajos: el lugar de la tecnología en la enseñanza*. Conferencia de II Congreso Iberoamericano de Educared “Educación y Nuevas Tecnologías”, Buenos Aires, Argentina. Recuperado de <http://www.supervisionz22basso.com.ar/normativa/litwin%20e.de%20caminos%20puentes%20y%20atajos%20pdf.pdf>

- López García, M. & Morcillo Ortega, J. G. (2007). Las TIC en la enseñanza de la biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6 (3), 562-576.
- Maggio, M. (2011). Entrevista a Mariana Maggio. En S. Gvirtz, y C. Necuzzi (Comp.) *Educación y tecnologías: las voces de los expertos*. (pp. 85-95). Buenos Aires: ANSES.
- Manso, M., Pérez, P., Libedinsky, M., Light, D. & Garzón, M. (2011). *Las TIC en las aulas. Experiencias latinoamericanas*. Buenos Aires: Paidós.
- Marqués Graells, P. (2000). Impacto de las TIC en la educación: funciones y limitaciones. Recuperado de <http://especializacion.una.edu.ve/iniciacion/paginas/marquestic.pdf>
- Marqués Graells, P. (2007). *La web 2.0 y sus aplicaciones didácticas*. Recuperado de: <http://www.peremarques.net/web20.htm>.
- Martínez, M. T. & Briones, S. M. (2007). Contigo en la distancia: la práctica tutorial en entornos formativos virtuales. *Pixel-Bit. Revista de Medios y educación*, 29, 81-86.
- Melgar, M. F. & Danolo, D. S. (2011). Salir del aula... aprender de otros contextos: Patrimonio natural, museos e Internet. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(3), 323-333.
- Méndez Estrada, V. H. & Monge Nájera, J. (2010). Efecto de estudiar biología celular con una célula virtual: comparación entre Canadá y Costa Rica, y entre educación presencial y a distancia. *Cuadernos de investigación UNED*, 2(1), 85-89.
- Mishra, P. & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Murga Menoyo, M. A., Bautista Cerro, M. J. & Novo, M. (2011). Mapas conceptuales con CmapTools en la enseñanza universitaria de la educación ambiental. Estudio de caso en la UNED. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(1), 47-60.

- Murga Menoyo, M. A. & García del Pino, I. (2010). La Carta de la Tierra y el Blog. Dos elementos centrales de una experiencia docente innovadora en 4º de ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 85-94.
- Occelli, M., Biber, P. A., Willging, P. A. & Valeiras, N. (octubre, 2014). *Jugar y aprender biología celular: una experiencia con el videojuego Kokori*. Trabajo presentado en XI Jornadas Nacionales y VI Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología, Río Negro, Argentina. Recuperado de <http://congresosadbia.com/ocs/index.php/roca2014/roca2014/paper/viewFile/883/479>
- Occelli, M., García, L. & Masullo, M. (2012). Integración de las TICs en la formación inicial de docentes y en sus prácticas educativas. *Virtualidad, Educación y Ciencias*, 3(5): 53-72.
- Piassentinni, M. J. & Occelli, M. (octubre, 2012). *Caracterización de laboratorios virtuales para la enseñanza de ingeniería genética*. Trabajo presentado en X Jornadas Nacionales V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología, Córdoba, Argentina. Recuperado de <http://www.proy.bioweb-educa.efn.uncor.edu/wp-content/uploads/2013/09/2012.-X-Jor-Nac-V-Cong-Internac-Ens-Bio.-Piassentini-Occelli.-Caracterizacion-de-laboratorios-virtuales....pdf>
- Pozzi, F., Ferrero, M. A., Biber, P. & Ocelli, M. (octubre, 2014). *Una propuesta mediada por TIC para la enseñanza del proceso de mitosis*. Trabajo presentado en XI Jornadas Nacionales y VI Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología, Río Negro, Argentina. Recuperado de <http://congresosadbia.com/ocs/index.php/roca2014/roca2014/paper/viewFile/782/528>
- Purves, W. K., Sadava, D., Orians, G. H. & Heller, H.C. (2006). *Vida, la ciencia de la biología*. Buenos Aires: Médica Panamericana.

- Quiroga, D., Soliveres, M. A., Mazzitelli, C. & Maturano, C. (2013). Integración de TIC en el aula de ciencias naturales para la comprensión de textos disciplinares. En D. Brocca (Ed.), *I Jornadas Nacionales III Jornadas de la UNC: experiencias e investigación en educación a distancia y tecnología educativa* (pp.132-139). Córdoba: UNC.
- Ramírez Montoya, M. S. (2000). Nuevas tecnologías en la educación a distancia: La experiencia de la Universidad Virtual. *Revista EGE*, 1(2), 16-19.
- Roni, C., Alfie, L. & Borches, E. (2012). ¡¿Leer, escribir y... YouTube!?! Una secuencia didáctica sobre síntesis de proteínas. *Revista de Educación en Biología*, 16(1), 15-27.
- Rueda Ortiz, R. (2006). Tecnologías y escuela: por una pedagogía de(co)constructora de mundos posibles. En M. Narodowsky, H. Opina y A. Martínez Boom (Eds.), *La razón técnica desafía a la razón escolar*, (pp. 27-42). Buenos Aires: Noveduc.
- Sanmartí, N. & Izquierdo, M. (2001). Cambio y conservación en la enseñanza de las ciencias ante las TIC. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 29, 71-83.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1): 1-22.
- Tosoratto, N. P., Piassentini, M. J., Romero, C., Noriega, L., Ocelli, M. & Valeiras, N. (octubre, 2014). *Una propuesta para integrar un laboratorio virtual en el desarrollo de un trabajo práctico para el tema de contaminación del agua*. Trabajo presentado en XI Jornadas Nacionales y VI Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología, Asociación de Docentes de Ciencias Biológicas de Argentina, Río Negro, Argentina. Recuperado de <http://congresosadbia.com/ocs/index.php/roca2014/roca2014/paper/viewFile/850/543>
- Valeiras, N. & Meneses Villagrà, J. (2005). *Modelo constructivista para la enseñanza de las ciencias en línea*. Trabajo presentado en VII Congreso Internacional sobre

Investigación en la Didáctica de las Ciencias, Granada, España. Recuperado de http://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp464modcon.pdf

Valeiras, N., Micieli, C. & Skicko, M. (2003). Estudio del discurso escrito en páginas de Internet como apoyo para la enseñanza de temas científicos: evolución y origen de la vida. *Revista de la Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 3 (2), 21-29.

ANEXO

En este anexo se presentan algunos sitios y aplicaciones web que podrían ser utilizados en la enseñanza de las ciencias y en particular de la biología. Aun así, cabe explicitar que la lista que se muestra a continuación no pretende ser exhaustiva, sino que tiene la intención de invitar a los interesados en esta temática a completarla y de esta manera, transformarla en un banco de recursos tecnológicos para fines educativos.

1. Algunos sitios para visitar



Es el portal educativo del Ministerio de Educación de la República Argentina. Es un sitio con contenidos, plataforma de formación a distancia y otros servicios destinados a docentes, alumnos, familias, directivos, investigadores y organizaciones. El sitio oficial es: <http://www.educ.ar/>



Es el canal de televisión del Ministerio de Educación de la República Argentina. Está dirigido a todo público e incluye contenidos de todas las regiones del país, además de producciones provenientes de diversas partes de América Latina y del mundo.

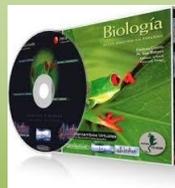
Encuentro en la Web complementa la emisión televisiva y vincula la transmisión con las TIC con la intención de generar un espacio de convergencia. El sitio posee información sobre programación, recursos educativos multimedia e interactivos, noticias y novedades institucionales, propuestas audiovisuales, etc. El sitio oficial es: <http://www.encuentro.gov.ar/>



Este programa fue creado en 2010 y entre sus fundamentos se propone trabajar para lograr una sociedad alfabetizada en las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). El sitio ofrece información sobre diversos recursos educativos, noticias, novedades, etc. tanto para alumnos, docentes, familias, directivos y referentes tecnológicos. El sitio oficial es: <http://www.conectarigualdad.gob.ar/>



Es una red educativa de la Fundación Telefónica que promueve el trabajo colaborativo y en red entre docentes. Ofrece propuestas de formación, proyectos de enseñanza y aprendizaje, herramientas y contenidos, etc. a todos los países de Latinoamérica y España. El sitio oficial es <http://www.educared.org/global/educared/>



Sitio web del libro *Biología* -séptima edición- cuyos autores son Curtis, Barnes, Sneh y Massarini de la editorial Médica Panamericana. Se ofrece glosario, resúmenes, situaciones problemáticas, figuras animadas e interactivas, ejercicios, autoevaluaciones, etc. que complementan la versión impresa del libro. El sitio es: <http://www.curtisbiologia.com>



Es un espacio virtual para docentes en el que se pueden compartir experiencias sobre el uso educativo de las TIC y recursos novedosos de la red. El sitio oficial es: <http://www.docentesinnovadores.net/>

PROYECTO BIÓSFERA

Ofrece unidades didácticas multimedia interactivas, herramientas y recursos para las materias Biología y Geología de la Enseñanza Secundaria Obligatoria y el Bachillerato (España). El sitio oficial es: <http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/>



Sitio web que informa sobre inventos, desarrollos y descubrimientos concretados en Argentina y por argentinos, logrados en universidades (públicas y privadas), en laboratorios o en software. El sitio oficial es: <http://www.elotromate.com/>



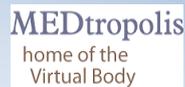
Este proyecto realiza un seguimiento en tiempo real de la deforestación de bosques y selvas combinando el uso de satélites, procesamiento de datos relevados en el territorio y cartografía digital. El sitio oficial es: <http://www.terra-i.org/>

BIODIDAC

Es un banco de imágenes, videos y simulaciones sobre temas de Biología. El sitio oficial es: <http://biodidac.bio.uottawa.ca/>



Es un sitio dedicado a la salud humana que ofrece información actualizada, además de diversos recursos tecnológicos. Uno de los más interesantes, para la enseñanza de las ciencias, es el mapa del cuerpo humano en 3D. Se puede acceder desde: <http://www.healthline.com/human-body-maps>



Es un sitio que ofrece información actualizada sobre salud humana y una de sus aplicaciones más interesante es *virtual body*. Este se encuentra disponible en: <http://medtropolis.com/virtual-body/>

RECURSOS TIC BIOLOGÍA

Es un sitio creado por la Prof. Marta López García en el que se compilan diversos recursos tales como simulaciones, laboratorios virtuales, infografías, videos, realidad aumentada, etc. útiles para la enseñanza de la biología. Disponible en: <https://laboratoriosvirtuales.wikispaces.com/RECURSOS+TIC+BIOLOG%C3%8D>
[A](#)

OEI

La Organización de los Estados Iberoamericanos ofrece una serie de recursos TIC para la enseñanza de la biología. Disponible en: <http://www.oei.es/tic/biologia.htm>

2. Algunas aplicaciones en línea para conocer...

Las aplicaciones web son aquellas que están disponibles en línea, es decir, que permiten que toda la tarea se realice a través de un espacio de Internet y quede guardado en ese mismo espacio. No es necesario descargar software y en la mayoría de los casos son gratuitas o al menos, ofrecen una versión de acceso y uso libre. Como el desarrollo tecnológico es creciente y constante, aquí solo se comparten algunas aplicaciones que podrían ser utilizadas con fines educativos.

The logo for Glogster, featuring the word "Glogster" in white text on a green rectangular background.

Permite elaborar posters multimedia interactivos ya que ofrece una serie de herramientas de edición, de uso intuitivo, para agregar imágenes, videos, texto, etc. Una vez listo, puede ser compartido en blogs, wikis, plataformas en línea y otros sitios web. El sitio oficial es: <http://www.glogster.com/>

The logo for murally, featuring the word "murally" in a pink and red lowercase font.

Permite construir en forma colaborativa murales interactivos multimedios. A dichos murales se pueden agregar textos, imágenes, videos, audios, etc. Una vez listos se pueden publicar en otros sitios web. El sitio oficial es: <https://mural.ly/>

The logo for Spicynodes, featuring a blue network diagram with three nodes and connecting lines, followed by the text "Spicynodes" in a blue font.

Permite organizar la información en forma de nodos conectados. Puede ser usada para organizar datos o conceptos, presentarlos en forma jerárquica, o bien, demostrar sus posibles relaciones. El sitio oficial es: <http://www.spicynodes.org/>



Permite crear, compartir, colaborar y publicar líneas de tiempo interactivas. En estas líneas se pueden integrar diferentes recursos tales como textos, imágenes, audios, videos, entre otros. El sitio oficial es: <http://www.dipity.com/>



Permite crear y compartir nubes de palabras interactivas. El sitio oficial es: <http://www.tagxedo.com/>



Permite compartir intereses en tableros personales temáticos. Su nombre proviene de “pin” + “interest” que en español puede entenderse como “engancha intereses”. Es decir, que permite guardar y clasificar, por categorías, imágenes en diferentes tableros. También se puede seguir a otros usuarios con los mismos gustos e intereses. El sitio oficial es: <https://www.pinterest.com/>



Sitio web que permite crear y editar páginas a múltiples usuarios, lo cual favorece el desarrollo del trabajo colaborativo. El sitio oficial es: <http://www.wikispaces.com/>



Permite generar presentaciones multimedia interactivas. Estas pueden ser compartidas y editadas por múltiples usuarios. Dispone de herramientas adicionales para realizar diseños más atractivos y permite incorporar recursos disponibles en la web (videos, imágenes, etc.). El sitio oficial es: <http://prezi.com/>



Permite generar mapas mentales en línea, pudiendo ser gestionado por diversos usuarios. El mapa mental es una forma de organizar, visualmente, las ideas permitiendo establecer relaciones no jerárquicas. No incluye palabras de enlace entre conceptos y suelen utilizarse palabras clave, símbolos, colores y gráficas para formar redes no lineales de ideas. Se pueden representar conceptos o simplemente ideas, tareas, etc. relacionadas con un tema o problema. El sitio oficial de esta aplicación es: <http://www.mindmeister.com/es>



Es una plataforma en línea gratuita que permite a docentes y estudiantes trabajar en un entorno seguro. Se pueden proponer tareas, intercambiar y guardar información en diferentes formatos (textos, videos, imágenes, etc.), entre otras funciones. El sitio oficial es: <https://www.edmodo.com/?language=es>



Es un videojuego educativo, de descarga gratuita, basado en tópicos de Biología celular. Su objetivo es resolver problemas o daños que se presenten en una célula animal y descubrir simultáneamente su micro-mundo. El sitio oficial es: <http://www.kokori.cl/>

SOBRE LOS AUTORES



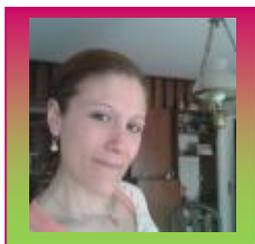
ANA LÍA DE LONGHI

Doctora y Licenciada en Ciencias de la Educación por la Universidad Católica de Córdoba (UCC) y Profesora en Ciencias Biológicas por la Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Actualmente se desempeña como Profesora Titular Plenario de Didáctica General, Especial y Universitaria de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFYN, UNC). Ha ejercido como profesora en el nivel medio y universitario, en grado y posgrado, maestrías y doctorados nacionales e internacionales. Dirige programas y proyectos de investigación e innovación educativa en Ciencias, particularmente en las temáticas de análisis de la interacción discursiva, la construcción del conocimiento y la formación docente. Coordina el Grupo de Investigación *Communicare* de la FCEFYN (UNC). Cuenta con numerosos trabajos de investigación en libros y revistas de referencia académica. Dirige tesis de maestrías y doctorados. Ha ejercido actividades de evaluación, asesoría y consultoría para organismos públicos de educación y ciencias. E-mail: analiadelonghi@yahoo.com.ar



GONZALO M. A. BERMUDEZ

Doctor, Profesor en Ciencias Biológicas y Biólogo por la Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Actualmente se desempeña como Profesor Adjunto de Didáctica General, Especial y Universitaria en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFYN, UNC). Es Investigador Asistente del CONICET en el área de “Psicología y Educación”. Su campo de trabajo se enmarca en el estudio de las concepciones sobre la diversidad biológica y las estrategias para su enseñanza, la transposición didáctica que promueven los libros de texto y en el análisis del discurso educacional. Dirige y participa como integrante de equipo de proyectos de investigación, de donde derivan diversas publicaciones nacionales e internacionales. Forma parte del Grupo de Investigación *Communicare* de la FCEFYN (UNC). A su vez, desarrolla e implementa actividades de extensión en escuelas secundarias públicas de Córdoba. E-mail: g.bermudez@unc.edu.ar



MARÍA SOLEDAD MARTÍNEZ

Bioquímica y Magister en Educación en Ciencias y Tecnología por la Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Actualmente se desempeña como Profesora Asistente de Química Aplicada para Ingeniería en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFYN, UNC). Es Profesora en la modalidad presencial y a distancia de Química II (Química Orgánica) en la carrera Licenciatura en Gestión Ambiental en la Universidad Blas Pascal (UBP). También es Profesora de Química en una escuela secundaria y en un Instituto de Formación Docente de la ciudad de Córdoba. Es adscripta a la Cátedra de Didáctica y forma parte del Grupo de Investigación *Communicare* de la FCEFYN (UNC). Su principal línea de trabajo es el análisis de los textos instruccionales (o consignas escritas) de los problemas de química que forman parte del discurso del docente y su papel en la situación didáctica. E-mail: solmartinz@hotmail.com



MARIEL ELIZABETH RIVERO

Bióloga y Profesora en Ciencias Biológicas por la Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Cursó la Maestría en Procesos Educativos mediados por Tecnologías (MPEMPT) en el Centro de Estudios Avanzados (CEA, UNC) y su tesis se encuentra en la etapa final de desarrollo. Actualmente se desempeña como Profesora Asistente de Didáctica General, Especial y Universitaria en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFyN, UNC). Es Profesora en una escuela secundaria de la ciudad de Córdoba en el espacio curricular Metodología de la Investigación en Ciencias Naturales, en quinto y sexto año del Ciclo Orientado en Ciencias Naturales y también se desempeña como Coordinadora de Aulas Virtuales en una carrera de posgrado (MEMPT-CEA, UNC). Forma parte del Grupo de Investigación *Communicare* de la FCEFyN (UNC) y del Programa de Investigación *Las tecnologías como mediadoras del proceso educativo* (CEA, UNC). Su actual línea de trabajo refiere al análisis de los contextos de actividad y a la inclusión de las TIC en los procesos de comunicación en la enseñanza de las ciencias. E-mail: mariel.rivero@unc.edu.ar

La formación docente requiere de la construcción de un conocimiento didáctico el cual permite analizar problemáticas relacionadas con el tema que se debe enseñar y su adecuación a las situaciones de aula, a las características de los alumnos, al tipo de institución en la que se encuentran y al medio socio cultural donde ella está inserta. Esta tarea constituye, para el enseñante, un verdadero desafío no solo de organización y gestión de la docencia sino también de su rol como mediador social y cultural. En cada acción que el enseñante realiza, y en las decisiones que toma, va recuperando sus conocimientos y su experiencia. Así, a lo largo de su formación va construyendo sus saberes docentes.

El conocimiento didáctico del docente va más allá del conocimiento de la propia disciplina, ya que se debe saber secuenciarlo, organizarlo, complejizarlo, movilizarlo desde actividades, haciendo uso de variadas estrategias. Dicho conocimiento permite buscar formas alternativas para representar el contenido, así como ilustrarlo, relacionarlo o aplicarlo. Es decir conocer las posibilidades didácticas de dicho contenido.

Estos cuadernos brindan conocimientos didácticos sobre fundamentos y estrategias destinadas a mejorar la comprensión de determinados contenidos, mostrar situaciones didácticas ejemplificadoras y contribuir de esta manera a la formación continua de los docentes de ciencias.



comunicare



ISBN 978-950-33-1223-0

