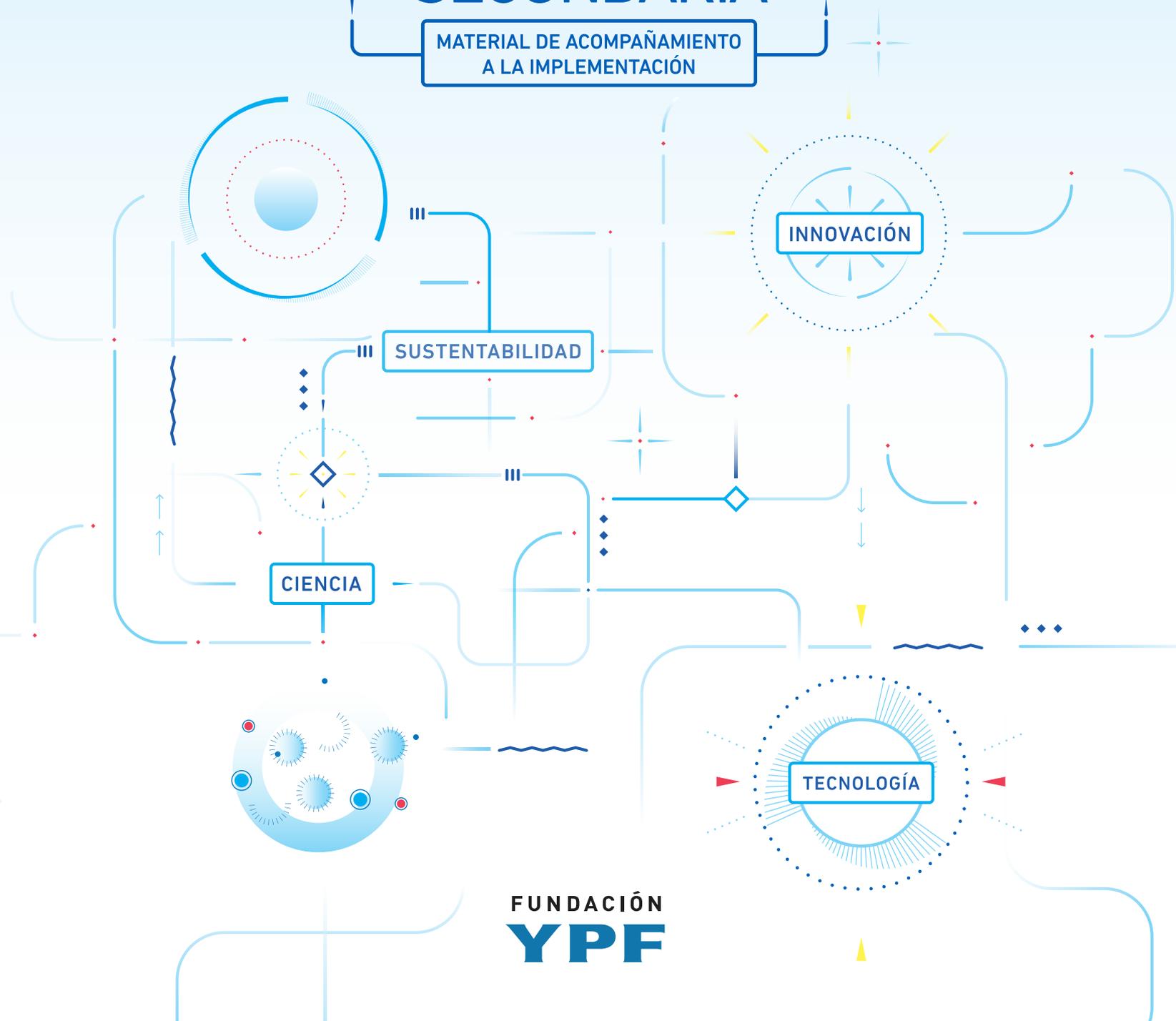


LA ENERGÍA EN LA ESCUELA SECUNDARIA

MATERIAL DE ACOMPAÑAMIENTO
A LA IMPLEMENTACIÓN





LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE BASADOS EN PROYECTOS

Material de acompañamiento
a la implementación de las Guías docentes
LA ENERGÍA EN LA ESCUELA SECUNDARIA

FUNDACIÓN
YPF

en alianza con
VOZ



Vos y la Energía Secundaria cuenta con el auspicio del Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología según resolución 2018-15-APN-SECIYCE#MECCYT

La energía en la escuela secundaria : material de acompañamiento a la implementación / María Joselevich ... [et al.]. - 1a edición para el profesor - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : FUNDACIÓN YPF, 2019.
68 p. ; 29 x 21 cm.

ISBN 978-987-4153-14-2

1. Energía. 2. Desarrollo Sustentable. 3. Implementación de Proyectos. I. Joselevich, María.

CDD 570.712

Editado por FUNDACIÓN YPF

Macacha Güemes 515
C1106BKK Buenos Aires Argentina

Proyecto y Coordinación General

FUNDACIÓN YPF

Textos

María Joselevich
María Agustina Martínez
Verónica Fantini
Pablo Daniel Moro

Corrección

María Walas
Alfredo González Tuñón

Diseño

Menos es Más

Impresión

Talleres Trama S.A.
Primera edición: 2500 ejemplares
Agosto 2019
Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Las opiniones vertidas en estas guías no reflejan necesariamente la opinión de FUNDACIÓN YPF.

Queda hecho el depósito que marca la Ley 11.723

Todos los derechos reservados. Se permite la reproducción total o parcial de este libro, su almacenamiento en un sistema informático, su transmisión en cualquier forma, o por cualquier medio, electrónico, mecánico, fotocopia u otros métodos, con la previa autorización de la FUNDACIÓN YPF.

© FUNDACIÓN YPF 2019

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	07
Objetivo general	07
Objetivos específicos	07
Organización del material	08
 CAPÍTULO 1. SENTAR LAS BASES DEL RECORRIDO: LAS TRES ETAPAS DEL DISEÑO “DE ATRÁS PARA ADELANTE”	 09
Introducción	09
Diseño de atrás para adelante	09
De atrás para adelante...	09
Etapa de selección de contenido	10
Etapa de diseño de la evaluación	10
Etapa de diseño de propuestas de clase	11
En resumen	12
 CAPÍTULO 2. ¿QUÉ BUSCAMOS QUE LOS ESTUDIANTES APRENDAN?	 13
Introducción	13
¿Qué es el Conocimiento Pedagógico del Contenido?	13
Concepciones alternativas y dificultades en el aprendizaje	14
¿Sobre qué trabajaremos?	15
Proyecto N° 1. ¿Cómo podríamos ser más eficientes en el consumo y generar energía?	15
Proyecto N° 2. ¿Podemos encender una luz con la energía del movimiento?	17
Proyecto N° 3. ¿Podemos calentar agua con basura?	19
Factores a tener en cuenta en la enseñanza de los contenidos relacionados con la energía	20
La energía	20
¿Qué pasa en las aulas?	21
Fuentes de energía y matrices energéticas	23
Recursos didácticos	24
Las reacciones químicas	26
Niveles de representación	27
El concepto de ciclo	28
¿Qué dificultades encontramos al trabajar procesos relacionados con microorganismos?	29
En resumen	30
 CAPÍTULO 3. ¿CÓMO SABER QUÉ APRENDIERON LOS ESTUDIANTES?	 31
Introducción	31
Pensar la evaluación: huellas, sentidos y resignificaciones	31
Conceptualizar la evaluación	33
Estrategias e instrumentos para una evaluación formativa	35
Autoevaluación	35
La coevaluación o evaluación entre pares	35
Otras formas de evaluación	36
La construcción de criterios de evaluación	36

Las rúbricas de evaluación	38
La evaluación en los proyectos EABP. Contextualización de las propuestas	39
La evaluación en el Proyecto N° 1	
¿Cómo podríamos ser más eficientes en el consumo y generar energía?	39
La evaluación en el Proyecto N° 2	
¿Podemos encender una luz con la energía del movimiento?	41
La evaluación en el Proyecto N° 3	
¿Podemos calentar agua con basura?	43
En resumen	45
CAPÍTULO 4. ¿CÓMO UTILIZAR LOS APORTES DE LA EABP Y LAS PROPUESTAS DE TRABAJO PARA AULAS HETEROGÉNEAS EN EL TRABAJO ESCOLAR?	46
Introducción	46
Las aulas heterogéneas	47
Del enfoque a la metodología	48
EABP y ciencias naturales	50
¿Qué se entiende por competencia científica?	51
El marco STEAM	51
EABP y el marco STEAM	52
¿Qué enseñar? ¿Cómo elegir los contenidos?	53
¿Es posible abordar todos los contenidos curriculares desde una propuesta de EABP?	57
En resumen	58
BIBLIOGRAFÍA	60

INTRODUCCIÓN

El presente documento es un material diseñado especialmente para acompañar y complementar el trabajo con la serie de Guías para Docentes “La energía en la escuela secundaria”. Estas guías fueron diseñadas para acompañar a los equipos directivos y a los profesores de química, física y biología y materias afines, en la contextualización y puesta en marcha en las aulas de proyectos relacionados con la energía en el contexto del desarrollo.

Las guías contienen propuestas para realizar tres proyectos diseñados a partir de los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios (NAP), y se proponen orientar y acompañar el desarrollo curricular con enfoque STEAM (Educación en Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas, según su acrónimo en inglés), profundizando las decisiones pedagógicas y didácticas que se entranan, y trabajando estos contenidos en el aula con la metodología de Enseñanza y Aprendizaje Basados en Proyectos (EABP).

La transformación de la escuela secundaria, que cada jurisdicción viene desarrollando a partir de la decisión conjunta tomada en el Consejo Federal de Educación, invita, entre otras cosas, a buscar cambios significativos en las maneras de enseñar y aprender. En este escenario, una modalidad que se destaca hoy en forma protagónica es la llamada Enseñanza y Aprendizaje Basados en Proyectos (EABP). La EABP tiene un origen fuertemente basado en la realidad concreta que viven los sujetos educativos, de la cual se toma algún problema y se lo aborda respondiendo a preguntas que lo describen. Esto lleva al aprendizaje de conocimientos clave y su transferencia a la interpretación y actuación en otros contextos. En esta metodología se pone énfasis en la realización de evaluaciones auténticas, en el trabajo autónomo, cooperativo y reflexivo de los estudiantes que se organizan en distintos formatos, preferentemente en grupos heterogéneos. Los proyectos de EABP culminan con un producto realista pensado para una audiencia concreta, dirigido a la realización de una acción en el entorno que responda a la problemática que haya dado génesis al proyecto.

En este marco, en la FUNDACIÓN YPF, a través de su Programa Vos y la Energía Secundaria, convencidos del valor de las alianzas institucionales, convocamos a la Fundación VOZ a sumarse al Programa a través de su iniciativa Transformar la Secundaria. De manera conjunta, nos encontramos impulsando la implementación de proyectos de EABP en el área de las ciencias exactas y naturales en acuerdo con los ministerios de Educación de diversas provincias de nuestro país.

OBJETIVO GENERAL

El material está pensado para favorecer una inmersión de los docentes en tres propuestas concretas de trabajo sustentadas en la Enseñanza y el Aprendizaje Basados en Proyectos (EABP).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Se busca que los docentes:

- Analicen las características de la modalidad EABP, identificando aportes y nuevas oportunidades para el desarrollo de sus prácticas áulicas.
- Incrementen sus recursos para adaptar los proyectos modélicos propuestos, contextualizándolos según sus realidades y potenciando prácticas innovadoras que impacten tanto en las formas de enseñar como en los modos de aprender.
- Incorporen y desarrollen herramientas destinadas a la construcción de proyectos que favorezcan prácticas inclusivas, contemplando la heterogeneidad de los estudiantes tanto en sus posibilidades de trabajo como en sus intereses, asegurando así la apropiación de saberes relevantes para la formación científica y ciudadana.

A lo largo de este material, encontrarán imágenes correspondientes a códigos QR (del inglés *Quick Response Barcode*), códigos de barra de respuesta rápida, como el siguiente:



Mediante esta herramienta tendrán acceso a los materiales audiovisuales que acompañan a los textos desde sus celulares o sus computadoras, utilizando alguna aplicación o algún programa que esté disponible en línea.

Una vez obtenida la aplicación, deberán abrirla en su dispositivo móvil y apuntar hacia el código QR. El programa lo capturará, lo leerá y lo convertirá en un enlace a Internet con el que podrán acceder rápidamente al material audiovisual asociado a ese código.

También queda disponible la opción de acceder al material mediante el enlace que se encuentra debajo de cada código QR que se halle en este texto.

ORGANIZACIÓN DEL MATERIAL

Este material se propone guiar el rediseño, la contextualización y la implementación de los proyectos que la serie “La energía en la escuela secundaria” ofrece a los docentes para desarrollar la perspectiva EABP.

Para facilitar la utilización de este texto, se sugiere la elaboración de un registro de análisis, utilizando, por ejemplo, una bitácora.

Una bitácora es un instrumento de registro personal que puede utilizarse para acompañar un proceso reflexivo. En el caso de esta propuesta, se invita a utilizarla tanto en los momentos de análisis previo y rediseño del proyecto que se haya elegido abordar como durante el desarrollo de las actividades que se llevan a cabo a lo largo de su implementación. Se sugiere incluir en ella observaciones, ideas, informaciones anexas, mención a recursos que pudieran haberse incorporado a la propuesta, posibles obstáculos y forma de transitarlos, etcétera.

Para la etapa de análisis de la propuesta, se podrán registrar sugerencias e impresiones preliminares surgidas de la primera lectura del proyecto particular en el cual se esté trabajando.

En la etapa de implementación, será central contar con el registro pedagógico cotidiano de la experiencia. Se sugiere que, en esa instancia, la utilización de la bitácora sea semanal y que esta se constituya en un relato de lo que sucede en cada tramo del proyecto. Aquello será valioso, más adelante, para futuras implementaciones.

CAPÍTULO 1:

SENTAR LAS BASES DEL RECORRIDO: LAS TRES ETAPAS DEL DISEÑO “DE ATRÁS PARA ADELANTE”

INTRODUCCIÓN

Este primer capítulo del material funciona a la manera de un prólogo. De forma general, presenta un panorama que incluye los aspectos principales de la propuesta y su metodología, y puntualiza tópicos que se desarrollarán a lo largo de los tres capítulos siguientes. De manera paralela, pone al descubierto el mapa de construcción de este material de apoyo, que sirve de soporte para mostrar los senderos metodológicos del diseño “de atrás para adelante” (McTighe y Wiggins, 2005). Dicho de otro modo, la estructura del material adopta, en su forma y lógica, el orden de la metodología que pretende explicar. Así, en este primer acercamiento se desarrollan las tres etapas del modelo y se las ejemplifica organizando en función de ella este material de apoyo.

DISEÑO DE ATRÁS PARA ADELANTE

En este primer apartado comenzaremos con la presentación de la planificación de propuestas educativas, a partir del formato denominado diseño de atrás para adelante. Esta metodología no debe confundirse con el trabajo en aulas invertidas, que es una propuesta de naturaleza muy diferente. Desde esta perspectiva metodológica, el trabajo de diseño:

1	Comienza con la pregunta acerca de los contenidos que se busca enseñar, es decir, el interrogante que apunta a la definición de las temáticas específicas a desarrollar en las clases.
2	Define luego qué actitudes, capacidades, comentarios, conductas de los estudiantes darán cuenta de que han aprendido esos contenidos.
3	Prepara finalmente el dispositivo didáctico que se llevará al aula, recuperando los dos pasos anteriores: qué se quiere enseñar y qué evidencias se busca recabar.

Veamos un ejemplo. Supongamos que queremos enseñar el contenido “Movimiento rectilíneo uniforme” y que, para evaluar si el contenido fue incorporado, necesitamos saber si los estudiantes son capaces de comparar las pendientes de dos rectas y relacionarlas con las distintas velocidades a las cuales se mueve un móvil. En ese caso podríamos, por ejemplo, entregarles materiales (datos de posición y distancia que ha recorrido un móvil en dos situaciones diferentes) para que construyan dos rectas e invitarlos a analizarlas en función de sus pendientes.

De atrás para adelante...

¿Cuáles son las fuentes a las que recurrimos habitualmente a la hora de planificar una clase, una secuencia didáctica o un proyecto? Podemos citar varias, entre ellas, las más habituales:

- La “intuición docente”,
- las prácticas habituales,
- los intereses del docente.

Estas fuentes, en ocasiones, inspiran prácticas significativas y potentes: en el primer caso, porque responden a la experiencia acumulada en la docencia; en el tercero, porque los intereses que motivan al

docente son una muy buena fuente de inspiración, ya que este enseña de manera más efectiva cuando se siente motivado, nadie puede permanecer indiferente ante un profesor apasionado por el contenido que presenta. En cambio, las prácticas habituales y rutinarias nos llevan en general por caminos menos fructíferos, ya que tienden a engendrar actividades estandarizadas, carentes de reflexiones críticas y poco motivadoras.

Aunque no adherimos a la idea de que la didáctica de las ciencias puede dar cuenta de una única forma de enseñar y planificar, ni tampoco que pueda prescribir recetas acabadas, acordamos con McTighe y Wiggins (2005) en la implementación de una forma de planificar las acciones que plantea el diseño a la inversa. Así, el presente material propone etapas en el abordaje de la planificación por proyectos que responden a esta idea de “planificación de atrás para adelante”.

Etapas de selección de contenido

La idea de diseño a la inversa que adoptamos plantea comenzar la planificación, en este caso centrada en la adaptación de los proyectos de la serie, desde la reflexión acerca de qué es lo que queremos que el estudiante aprenda, buscando responder a la pregunta: ¿qué recorte de contenidos será el más apropiado? Esto implica tomar decisiones pedagógicas y contemplar diversos aspectos, entre ellos, lo indicado en los diseños curriculares, el contexto en el cual se centrará el trabajo pedagógico, la relevancia disciplinar, etcétera.

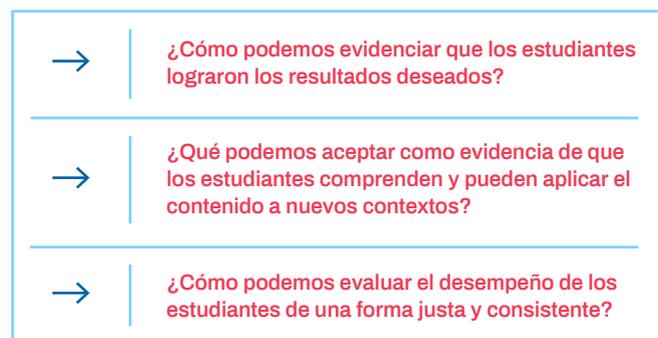
Este comienzo nos permite fijar metas y contenidos y, luego, movilizar estrategias, actividades, recursos, en función de las decisiones tomadas. Como vemos, invertir la planificación involucra un cambio de foco, una decisión en la cual los objetivos constituyen el centro y la planificación de las actividades representa un paso subsiguiente.

En el Capítulo 2, abordaremos el recorte de los contenidos que se trabajan en los tres proyectos, junto con el contenido didáctico asociado a las temáticas troncales estudiadas. Analizaremos, además, los obstáculos epistemológicos habituales relacionados con las concepciones alternativas de los estudiantes respecto de esos temas en particular.

Adelantando el planteo principal del segundo capítulo, introducimos el siguiente recurso, donde se presenta el concepto del conocimiento pedagógico o didáctico del contenido.

Etapas de diseño de la evaluación

El segundo paso de la planificación está relacionado con las preguntas sobre las formas de recabar información acerca de los procesos. Al respecto, nos preguntamos:



(McTighe y Wiggins, 2005)

Pensar en las formas en que se llevará a cabo la evaluación antes de planificar concretamente la secuenciación de las actividades nos permite ligar directamente los objetivos y los propósitos derivados de la planificación de la primera etapa. En la etapa de selección de contenidos, determinamos el recorte que se hará y definimos el enfoque didáctico más acorde a ellos, de modo que queden esbozados los propósitos y objetivos que se perseguirán sobre la base de esa selección. En esta segunda etapa,

consideraremos la evaluación del proceso, los distintos mecanismos sobre los que iremos recabando información para organizar las retroalimentaciones necesarias y las reformulaciones de estrategias o caminos según los requerimientos específicos de cada contexto.

Pensar en la evaluación en la etapa previa a la planificación de los dispositivos específicos nos permite planificar modos de evaluar insertos dentro del proceso, verbalizar criterios, buscar instrumentos que, siguiendo a Camilloni y cols. (1998) y Ravela (2006), sean confiables, válidos, útiles y prácticos.

Para abordar todas estas preguntas, presentaremos a lo largo del Capítulo 3 una síntesis de aspectos esenciales para tener en cuenta acerca de la evaluación que, según hemos planteado en esa clase, debería ser auténtica, desarrollarse en contextos que aseguren la legitimidad y la veracidad de los aprendizajes, estar incluida dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje, y contribuir a que los estudiantes potencien la autorregulación de su aprendizaje como forma de empoderamiento.

Daniel Feldman: “Necesitamos una escuela que dé más libertad a cambio de más responsabilidad”



Los invitamos a mirar una entrevista a Daniel Feldman, especialista en didáctica, en la que afirma: “Necesitamos una escuela que dé más libertad a cambio de más responsabilidad”. En ese marco, se plantea la importancia de la evaluación en el proceso de enseñanza y aprendizaje, su relación con los objetivos y propósitos, y su importancia como mecanismo que viabiliza las retroalimentaciones.

Etapa de diseño de propuestas de clase

Aquí se trata de seleccionar y secuenciar las experiencias que se consideran más pertinentes para abordar los contenidos seleccionados en la etapa inicial. Es en este momento en que se abordan los siguientes interrogantes:

- ¿Cómo puedo apoyar a los estudiantes para que comprendan las ideas y los procesos que forman parte del contenido que he decidido enseñar?
- ¿Cómo preparo a los estudiantes para que sean autónomos y puedan realizar transferencias en su aprendizaje?
- ¿Qué actividades, secuencias y recursos son los más apropiados para que los estudiantes alcancen los objetivos de aprendizaje?

(McTighe y Wiggins, 2005)

Nuestra propuesta consiste en adoptar el abordaje metodológico Enseñanza y Aprendizaje Basados en Proyectos (EABP). Esta modalidad, en la que se abren espacios enriquecedores de trabajo colaborativo entre pares, apunta a la construcción de saberes integrados que abordan no solo los “productos conceptuales”, en nuestro caso los de la ciencia; también posibilita evaluarla como “proceso”, es decir, la incorporación de contenidos epistemológicos bajo la consideración de que la ciencia, como actividad humana en continua construcción, posee un contexto que la enmarca y la determina en gran medida.

El abordaje EABP y la concepción de evaluación auténtica contribuyen a contemplar la heterogeneidad en el trabajo áulico y a desarrollar distintos recorridos que involucran la posibilidad de que los estudiantes elijan y puedan aprender y expresar sus saberes de diversas maneras. En esta línea, en el Capítulo 4 proponemos analizar materiales que nos ayuden a generar una hipótesis de trabajo relacionada con la pregunta: ¿Cómo enseñar y aprender a través de proyectos en aulas heterogéneas?

Guillermina Tiramonti: Aprendizaje basado en proyectos



A modo de introducción a las temáticas que desarrollaremos en el Capítulo 4, les proponemos escuchar a Guillermina Tiramonti en una charla acerca del aprendizaje por proyectos.

EN RESUMEN

En este primer capítulo hemos abarcado de manera sucinta las ideas centrales que se desarrollarán en las próximas páginas, en este material destinado a la adaptación de los proyectos de la serie “La energía en la escuela secundaria”.

Siguiendo la metodología de la planificación inversa, hicimos una presentación de los temas del Capítulo 2, que ofrece un análisis acerca del conocimiento pedagógico del contenido; en este caso, el tema de la energía. Luego, anticipamos los contenidos del Capítulo 3, en el que estudiamos la concepción de evaluación formativa tendiente al desarrollo metacognitivo de los estudiantes. Por último, hemos introducido el trabajo por proyecto bajo la consideración de que implica cambios profundos en cuanto a la finalidad de la enseñanza de la ciencia escolar, temática que se amplía en el Capítulo 4.

Consideramos que mediante la metodología de trabajo por proyectos se contribuye a generar espacios en los cuales los jóvenes se acerquen a distintas formas de mirar el mundo de la ciencia. Esto significa mucho más que abordar las teorías y los modelos científicos más aceptados: implica incidir en las miradas de nuestra realidad, que luego permiten actuar en y sobre ella. Por eso, es imprescindible el abordaje de saberes diversos que integren las distintas dimensiones del conocimiento, así como de formas de actuar y decidir respecto del mundo.

CAPÍTULO 2:

¿QUÉ BUSCAMOS QUE LOS ESTUDIANTES APRENDAN?

INTRODUCCIÓN

Uno de los desafíos más importantes que se plantea en la práctica educativa es la adaptación de las propuestas de trabajo al contexto real de las aulas. En particular, este texto busca acompañar la contextualización que deberán hacer los docentes de los proyectos de la colección “La energía en la escuela secundaria” con respecto al marco específico de cada aula. En el Capítulo 1 mencionamos el “Diseño de atrás para adelante”, modalidad de producción de materiales educativos que consiste en comenzar el diseño definiendo qué es lo que queremos que nuestros estudiantes aprendan. De eso trata este segundo capítulo.

En este espacio, nos dedicamos a analizar parte de las temáticas curriculares a la que están dedicados estos proyectos. Ello implica no solo recuperar los diseños curriculares y decidir el tema a trabajar, sino también abordar otras dimensiones involucradas en esta tarea de selección. El trabajo anterior significa comprometerse con el llamado Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC).

¿QUÉ ES EL CONOCIMIENTO PEDAGÓGICO DEL CONTENIDO?

Saber mucho y muy profundamente de un tema, ¿implica saber enseñarlo? ¿Alcanza tener profundos conocimientos pedagógicos para enseñar temas específicos, como los relacionados con la energía? ¿Qué conocimientos se necesitan para enseñar un contenido?

Lee Shulman definió en 1987 un campo de estudio: el *pedagogical content knowledge* (que algunos traducen como conocimiento didáctico del contenido y otros como conocimiento pedagógico del contenido). Postula que la enseñanza de un tema requiere que el docente tenga conocimientos referidos a varias dimensiones. Los aportes de Shulman fueron recuperados y ampliados por otros autores, entre ellos Verdugo-Perona, Solaz-Portolés y López (2017), quienes sugieren que la enseñanza de un contenido determinado debe tener en cuenta:

1	El propósito de enseñar un determinado tema o cuestión	2	Las dificultades que tendrán los estudiantes	3	El currículum
4	Las estrategias instruccionales y las representaciones de los contenidos	5	Los recursos instruccionales	6	La evaluación
7	Los contenidos a enseñar	8	El contexto de enseñanza	9	La didáctica de la disciplina

El CPC es el conocimiento de formas que en determinados contextos resultan adecuadas para enseñar un tema concreto a estudiantes específicos. Shulman nos dice: “es el conocimiento que va más allá del tema de la materia *per se* y que llega a la dimensión del conocimiento del tema de la materia para la enseñanza” (Shulman, 1987, p. 9). Esto incluye, por un lado, el conocimiento de los obstáculos o las dificultades de aprendizaje que suelen presentar muchos de los estudiantes al trabajar sobre el tema específico en cuestión y de las estrategias que hayan sido probadas como útiles para sortearlos. En este sentido, engloba concepciones alternativas, intereses, redes de significado y formas de hablar, que deberían ser estudiados a la luz de las estrategias de enseñanza que pueden ser más fructíferas.

Por otro lado, también contempla la organización del tema y su adaptación a los diversos intereses y habilidades de los estudiantes, la elección de la metodología más adecuada para abordarlo, la selección y el uso adecuado de modelos, ejemplos, analogías, etc. (Flores, 2012).

El origen de la teoría del Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC)

El origen de la teoría del conocimiento didáctico del contenido (CDC) :: Lee Shulman

El origen del CPC se remonta a una conferencia que Shulman dio en la Universidad de Texas –en Austin– durante el verano de 1983, titulada “El paradigma perdido en la investigación sobre la enseñanza”. Este paradigma resultó ser el pensamiento del profesor sobre el contenido del tema objeto de estudio y su interacción con la didáctica. Lo que Shulman proponía era centrar la atención en el estudio del pensamiento del profesor sobre la enseñanza del contenido de la asignatura. El CPC incluye las conexiones entre los conocimientos de la materia y didácticos del profesor. Esta interacción permite la transformación del contenido para su enseñanza.



En esta presentación, les acercamos algunos datos más sobre esta categoría conceptual: <http://xurl.es/w1cyq>

Concepciones alternativas y dificultades en el aprendizaje

Las personas se relacionan con el mundo, en sus primeros años, a partir de los fenómenos que perciben con sus sentidos. Así, construyen definiciones operacionales que les permiten formarse una idea de cómo funciona la Naturaleza. Estas ideas son concepciones que pueden ser alternativas a las explicaciones que se les da a esos mismos fenómenos en el mundo de la ciencia. Dado que al individuo le sirven para explicar su realidad, el acercarlo a explicaciones más “científicas” es uno de los más arduos trabajos de la enseñanza y el aprendizaje.

Pero más que un obstáculo, esas ideas previas pueden considerarse una oportunidad para los procesos de enseñanza y aprendizaje (Campanario y Otero, 2000). Sin duda, deben tenerse en cuenta como condición necesaria para un aprendizaje representativo de las ciencias. En esta línea, para generar un aprendizaje constructivista se debe aproximar a los estudiantes a nuevas formas de razonamiento que les faciliten el cambio progresivo de sus ideas. El objetivo de este cambio es un acercamiento hacia el pensamiento científico, con el fin de familiarizar a los estudiantes con ideas científicas (Driver, 1986).

Esta transformación de saberes no es sencilla. Si bien es una verdad de Perogrullo que cada estudiante es diferente, el hecho de tener en cuenta este factor en la enseñanza, así como la enorme diversidad en pensamientos, ideas, formas de aprender e incluso tipos de inteligencia de los alumnos con los que tratamos, hace deseable que en la enseñanza se brinden diferentes opciones, versiones, visiones, modelos y formas de representación del conocimiento que se espera que adquiera cada estudiante, para que este pueda sentirse “llamado” por alguna o algunas de ellas y construya su propio conocimiento.

Howard Gardner postuló en 1991 (Gardner, 1993) su teoría de las inteligencias múltiples, según la cual los seres humanos pueden conocer el mundo de siete modos diferentes, a los que llamó las siete formas de inteligencia humana. Estas son la forma lingüística, la lógico-matemática, la espacial, la musical, la corporal, la interpersonal y la intrapersonal. Según Gardner, cada sujeto tiene su propio perfil de inteligencia, en el que cada uno de estos factores aporta de una manera particular.

Si bien las ideas de Gardner han sido discutidas, revisadas y completadas por varios autores, la diversidad es un hecho. Si cada uno de nuestros estudiantes tiene un sitio de confluencia particular y personal de “sus inteligencias”, no debería sorprendernos que el aprendizaje no resulte homogéneo si se les presenta una forma única de aproximarse al conocimiento.

¿SOBRE QUÉ TRABAJAREMOS?

La propuesta de la serie "La energía en la escuela secundaria" se compone de tres proyectos de trabajo cuyos contenidos se desglosan a continuación. En el proceso de escritura de los proyectos, luego de la elección de los temas a trabajar, se estudiaron las concepciones alternativas y las dificultades que suelen presentarse en el aprendizaje de estos contenidos en estudiantes del ciclo básico de la escuela secundaria. Tomando en cuenta esa información, y en el marco de la EABP, se diseñaron las actividades que componen los tres proyectos.

Los contenidos elegidos y la organización que se les dio fueron los siguientes.

→ PROYECTO N° 1.

¿Cómo podríamos ser más eficientes en el consumo y generar energía?

En este primer proyecto, se trabajan ideas básicas acerca de la energía, se construye desde la multifacetedad el concepto de sostenibilidad energética y se analiza la figura del prosumidor.

Se busca que se construya en forma colectiva un pequeño video documental que apuntará a dar respuesta a la gran pregunta guía del proyecto: ¿Cómo podríamos ser más eficientes en el consumo y generar energía?

Los contenidos que se estudian se organizan en torno de los siguientes interrogantes:

01	Si la energía no se crea, ni se destruye... ¿de dónde viene?
02	¿Dónde se genera la energía que llega a nuestra escuela?
03	¿Qué es la sostenibilidad energética?
04	¿Podemos tener una escuela energéticamente más eficiente?
05	¿Podemos generar energía en nuestra escuela?
06	¿Podemos nosotros ser prosumidores?

Estas preguntas organizan el estudio de los temas que se muestran en la siguiente tabla:

TRAMO	PREGUNTA GUÍA	CONTENIDOS	NAP
1	Si la energía no se crea ni se destruye... ¿de dónde viene?	Transformaciones de la energía. Definición operacional de energía, tipos de energía.	El empleo del concepto de energía para la interpretación de una gran variedad de procesos asociados a fenómenos físicos.
2	¿Dónde se genera la energía que llega a nuestra escuela?	Matrices energéticas. Complementariedad, prosumidores y matriz diversificada.	La aproximación a las nociones de transformación y conservación de la energía.

TRAMO	PREGUNTA GUÍA	CONTENIDOS	NAP
3	¿Qué es la sostenibilidad energética?	Multifactoriedad en la definición de sostenibilidad.	La comprensión de que la posibilidad de renovación-reutilización de los recursos naturales (energéticos y materiales) condiciona la obtención y el uso de los mismos, y de la diversidad de las consecuencias de las decisiones y acciones humanas sobre el ambiente y la salud.
4	¿Podemos tener una escuela energéticamente más eficiente?	Eficiencia energética. Consumo promedio, cálculos de consumos. Formas de aumentar la eficiencia.	El análisis y la comprensión de los fenómenos físicos que tienen lugar en la obtención de energía de distintas fuentes actuales y futuras, teniendo en cuenta los recursos involucrados, renovables o no, para comparar sus características al integrar una matriz energética del país y la región; así como de los procesos de generación, transporte, almacenamiento, transformación, conservación y degradación de la energía, y de aspectos relacionados con su preservación y consumo, entre otros.
5	¿Podemos generar energía en nuestra escuela?	Autogeneración. Opciones disponibles en el mercado a nivel mundial. Variables que afectan la eficiencia de cada sistema.	
6	¿Podemos nosotros ser prosumidores?	Fuentes de energía, matriz distribuida, multidimensionalidad del concepto de sostenibilidad energética.	

→ **PROYECTO N° 2.**

¿Podemos encender una luz con la energía del movimiento?

El tema fundamental que se trata en el segundo proyecto es la transformación de la energía, particularmente la conversión de energía cinética en mecánica, de energía mecánica en eléctrica y luego en lumínica. Este tema es central en el currículo de ciencias naturales y permite dar sentido a numerosos fenómenos del entorno cotidiano. Para eso, tomaremos el movimiento de un fluido, el cual, a su vez, accionará un dispositivo que transformará esa energía en electricidad y luego, otro dispositivo la transformará en luz.

Las preguntas que guían son las siguientes:

01	¿Podemos encender una luz con la energía del movimiento? Diseñemos nuestro proyecto.
02	¿Cómo pondremos en funcionamiento nuestra máquina transformadora de energía?
03	¿Por dónde se transporta la energía eléctrica?
04	¿Cómo se produce la electricidad?
05	¿Cómo obtener energía sin perjudicar a nuestro río?
06	Integración y armado del producto final.

Los contenidos que se abordan para responder a estas preguntas se muestran en la siguiente tabla:

TRAMO	PREGUNTA GUÍA	CONTENIDOS	NAP
1	¿Podemos encender una luz con la energía del movimiento? Diseñemos nuestro proyecto.	Presentación del proyecto a los estudiantes y confección de una hoja de ruta de trabajo.	La interpretación y la resolución de problemas significativos a partir de saberes y habilidades del campo de la ciencia escolar, para contribuir al logro de la autonomía en los planos personal y social. La planificación y realización sistemática de exploraciones para indagar algunos de los fenómenos naturales.

TRAMO	PREGUNTA GUÍA	CONTENIDOS	NAP
2	¿Cómo pondremos en funcionamiento nuestra máquina generadora de energía?	El agua como recurso natural. Introducción a la generación hidroeléctrica. Estados de la materia.	Elaboración de conclusiones a partir de observaciones realizadas o de la información disponible, dando explicaciones o interpretando un fenómeno a partir de un modelo científico pertinente. El uso adecuado de aparatos de laboratorio y de instrumentos diversos siguiendo una guía de procedimientos o las instrucciones del docente y atendiendo a normas de seguridad. La realización de diseños y actividades experimentales adecuados a la edad y al contexto.
3	¿Por dónde se transporta la energía eléctrica?	Circuitos eléctricos. Materiales conductores y aislantes de la electricidad. Formas de energía.	La utilización de propiedades comunes para el reconocimiento de familias de materiales, como, por ejemplo, materiales metálicos, plásticos, combustibles.
4	¿Cómo se produce la electricidad?	Transformaciones de la energía. Producción de energía eléctrica. Electromagnetismo.	El empleo del concepto de energía para la interpretación de una gran variedad de procesos asociados a fenómenos físicos.
5	¿Cómo obtener energía sin perjudicar a nuestro río?	Factores sociales, económicos y ambientales que confluyen en las decisiones sobre la utilización y el manejo de la energía. Implicancias de la presencia de represas hidroeléctricas. Formas diversas de utilización de la energía hidroeléctrica.	La comprensión del conocimiento científico como una construcción histórico-social y de carácter provisorio.
6	Integración y armado del producto final.	Elaboración del dispositivo generador hidroeléctrico modélico y de las propuestas de contextualización del uso del dispositivo.	La realización de observaciones, el registro y la comunicación en diferentes formatos sobre temas referidos a los ejes que organizan los NAP: los seres vivos en su diversidad, su unidad, sus interrelaciones y cambios; los materiales y sus cambios; los fenómenos del mundo físico y la Tierra, el universo y sus cambios.

→ **PROYECTO N° 3.**
¿Podemos calentar agua con basura?

La tercera propuesta para el aula ofrecida por el programa “La energía en la escuela secundaria” mantiene el eje de trabajo formulado en las propuestas anteriores, centradas en el concepto de energía y en sus transformaciones. En esta oportunidad, se estudia la disposición de los residuos orgánicos hogareños, con el propósito de invitar a los estudiantes a realizar un desarrollo prototípico de biodigestores desde un enfoque experimental. Este proyecto aborda un tema complejo desde un punto de vista interdisciplinario. Se propone llevar al docente y a sus estudiantes a construir un conocimiento que atraviesa distintas áreas y se contextualiza en el caso concreto de la producción del biodigestor.

Los contenidos que se abordan en este proyecto y las preguntas que se utilizan para ello son los que siguen:

TRAMO	PREGUNTA GUÍA	CONTENIDOS	NAP
1	¿Podemos tirar este problema a la basura?	Generación de residuos urbanos. Trabajo con mapas y análisis de datos.	La interpretación y la resolución de problemas significativos a partir de saberes y habilidades del campo de la ciencia escolar, para contribuir al logro de la autonomía en los planos personal y social.
2	¿Podemos convertir la basura en una fuente de energía aprovechable?	Reacción de combustión. Transformaciones químicas. Diseño experimental. Análisis de casos. Aspectos históricos del proceder científico.	La aproximación a las nociones de transformación y conservación de la energía. La realización de diseños y actividades experimentales adecuados a la edad y al contexto. La planificación y realización sistemática de exploraciones para indagar algunos de los fenómenos naturales.
3	¿Qué transformaciones ocurren en el biodigestor?	Transformaciones de la materia. Digestión aeróbica y anaeróbica. Microorganismos. Flujo de la energía en los ambientes. Transformaciones y transferencias de la energía. Redacción de textos argumentativos.	La aproximación a las nociones de transformación y conservación de la energía. La interpretación de las relaciones tróficas, su representación en redes y cadenas alimentarias, y el reconocimiento del papel de productores, consumidores y descomponedores vinculado con los distintos modelos de nutrición.

TRAMO	PREGUNTA GUÍA	CONTENIDOS	NAP
4	¿Qué produce el biodigestor?	Transformaciones de la materia. Transformaciones y transferencias de la energía. Combustión. Redacción de textos argumentativos.	La comprensión de que la posibilidad de renovación-reutilización de los recursos naturales (energéticos y materiales) condiciona la obtención y el uso de los mismos, y de la diversidad de las consecuencias de las decisiones y acciones humanas sobre el ambiente y la salud.
5	Invierno y verano, ¿amigos o enemigos del biodigestor?	Conducción del calor. Materiales aislantes.	La utilización del conocimiento de las propiedades de los materiales para la identificación de los métodos químicos utilizados en la elaboración de otros materiales; por ejemplo, en procesos industriales y/o artesanales. El reconocimiento de algunas variables que influyen en la velocidad de las transformaciones químicas; por ejemplo, temperatura, presencia de catalizadores.
6	Integración y elaboración del producto final.		

Factores a tener en cuenta en la enseñanza de los contenidos relacionados con la energía

El siguiente es un análisis de los estudios acerca de las concepciones alternativas y de las dificultades para el aprendizaje de los contenidos expuestos anteriormente. Se presentan solamente los que resultaron más interesantes y fundamentales para la redacción de los proyectos. Esta elección es personal y deja afuera muchos otros temas que los docentes pueden considerar importantes. Invitamos a los docentes a enriquecer sus propuestas con sus propias investigaciones acerca de ellos.

LA ENERGÍA

El de energía es uno de los conceptos fundamentales en las ciencias. Interviene en el tratamiento de numerosos temas en campos disciplinares muy diversos, como en el estudio de la fotosíntesis, las reacciones químicas o el funcionamiento de los motores. El concepto de energía es transversal en el currículo, y se trabaja en los distintos niveles educativos y dentro de diversas materias. Esta transversalidad lo convierte en un concepto clave (Domènech-Casal, 2018), pues, trabajado de manera adecuada, permite conectar estos distintos campos para acompañar al alumnado en la construcción de interpretaciones holísticas y conexas del mundo.

Desde el punto de vista de la formación ciudadana, los temas relacionados con la energía constituyen problemáticas fundamentales para comprender el funcionamiento de nuestro mundo y la posibilidad de que el desarrollo humano siga un camino sostenible. A la vez, se trata de un concepto complejo, difícil de entender. Tal es así que, en palabras del físico Richard Feynman (Feynman y cols., 1987, pp. 42 y 43):

“Es importante darse cuenta de que en la Física actual no sabemos lo que es la energía. No tenemos un modelo de energía formada por pequeñas gotas de tamaño definido. No es así. Sin embargo, hay fórmulas para calcular cierta cantidad numérica y cuando las sumamos todas siempre encontramos el mismo número”.

En otras palabras, si bien podemos asociarla a algunas situaciones, a ciertos eventos, etc., dar una respuesta cabal a la pregunta ¿qué es la energía? es algo que, todavía, está fuera de nuestro alcance. No obstante, no poder enunciar en una frase el concepto energía no significa que no podamos acercarnos a ella, acotarla, definir nociones que la involucran. En este sentido, podemos decir que:

1. La energía no es una especie de fluido.
2. Las transformaciones que experimentan los sistemas se deben a la capacidad de la materia para interactuar de diferentes formas.
3. La energía puede asociarse a la configuración de los sistemas y las interacciones que estas configuraciones permiten.
4. Las transformaciones en las configuraciones de los sistemas pueden asociarse a variaciones en la energía de estos.
5. Esas diferentes configuraciones de los sistemas y las diversas formas de interacción de la materia pueden ser mencionadas como distintas formas de energía (potencial, gravitatoria, cinética, etc.).

(Doménech y cols., 2001, p. 48).

¿Qué pasa en las aulas?

Cuando el profesor de Ciencias encara la enseñanza de los conceptos relacionados con la energía, se topa con dificultades que deben ser sorteadas. Según los estudios de numerosos investigadores, (Doménech y cols., 2003; Doménech-Casal, 2018), los estudiantes suelen tener dificultades en la comprensión del término, al que otorgan un carácter mágico, o desarrollar concepciones alternativas como las que se muestran en la tabla de abajo.

CONCEPCIONES ALTERNATIVAS HABITUALES EN RELACIÓN CON EL CONCEPTO DE ENERGÍA (TOMADAS DE DOMÈNECH-CASAL, 2018)

ÁMBITO	CONCEPCIÓN ALTERNATIVA
De ámbito ontológico (qué es la energía)	<p>Asignar un carácter material a la energía o incluso asimilarla a algún tipo de fluido.</p> <p>Identificar a la energía con la fuerza, la actividad o los procesos, o la actividad humana en general.</p> <p>Confundir las formas de energía con sus fuentes.</p> <p>Mostrar dificultades para identificar la energía en contextos.</p> <p>Considerar ontológicamente distintas la energía mecánica y las energías química o biológica.</p> <p>Identificar a la energía con los combustibles.</p> <p>Adjudicar a la energía el papel de fuente causal.</p>
Relación con magnitudes: el calor	<p>Asociar o confundir la energía con el calor o la llama.</p> <p>Considerar el calor como la energía que tienen los cuerpos.</p> <p>No entender el calor como proceso de transferencia de energía.</p> <p>Asignar un carácter sustancial al calor (teoría del calórico, teoría del flogisto).</p> <p>Confundir calor y temperatura o energía y temperatura.</p>
Relación con magnitudes: el trabajo	<p>Confundir trabajo y esfuerzo. Identificar trabajo y energía, obviando el calor.</p>

ÁMBITO	CONCEPCIÓN ALTERNATIVA
Relación con magnitudes: la energía mecánica	Considerar que la energía potencial está “en el cuerpo” o “en la altura” y no en su posición relativa en un campo o en la interacción entre cuerpos.
Respecto de la conservación, transformación, transmisión o degradación	Considerar que la energía puede gastarse o almacenarse o desaparecer. Analizar la energía desde la perspectiva de la actividad física: descansar para ganar energía, hacer ejercicio/perder energía. Tener dificultades para movilizar conceptos de transformación, conservación, transferencia y degradación de la energía (y, en particular, este último). Tener dificultades para asociar el rendimiento a distintos sistemas de transformación.

Las dificultades de las que hablamos más arriba son intensificadas por el uso cotidiano de un léxico que genera que las expresiones adoptadas en las ciencias para los cambios energéticos confundan a los estudiantes. Así, por ejemplo, se habla del “consumo y ahorro” de energía y de su “producción y almacenaje”. Más que sustituir el lenguaje coloquial por el científico, algunos autores sugieren buscar que los alumnos sean capaces de distinguir estos dos dominios del léxico (cotidiano y científico) y de pensar y razonar en ambos (Domènech-Casal, 2018; Solomon, 1985; Solbes y Tarín, 2004).

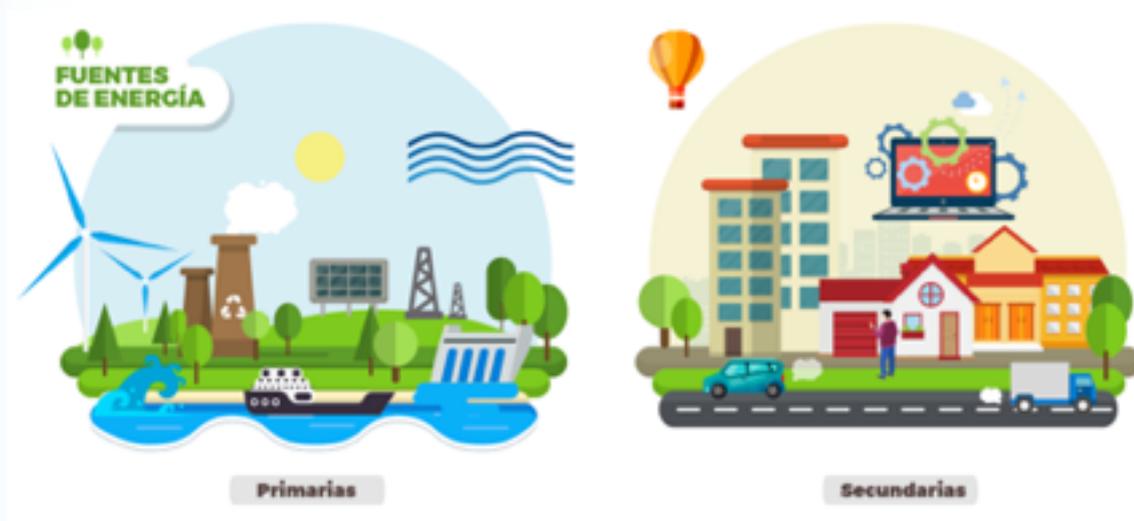
El concepto de degradación de la energía es particularmente complicado, pues requiere la comprensión de determinados modelos que se usan en la ciencia para describir los comportamientos de la materia desde un punto de vista submicroscópico. Estos modelos suelen ser lejanos a la comprensión de los estudiantes.

Así, hablamos de orden y desorden de las partículas que forman los sistemas y decimos que las interacciones entre sistemas hacen que la energía se degrade o, más precisamente, se redistribuya. Los sistemas evolucionan hacia estados más desordenados, los cuales, como nos muestra nuestra vida cotidiana, son más probables. Por ejemplo, si calentamos un sistema gaseoso, es más probable que las partículas que lo forman se agiten en todas direcciones a que todas se desplacen en la misma dirección. Cuando un sistema se ha desordenado, no puede reutilizar en transformaciones posteriores la energía que utilizó para desordenarse. Recuperar esa energía implicaría volver al estado anterior, o sea, producir orden a partir del desorden. Esa energía no se puede reutilizar. Por eso se habla de degradación de la energía de ese sistema o, en palabras más técnicas, de crecimiento del desorden, o entropía. Un ejemplo de este fenómeno es el movimiento de las moléculas de gases del aire cuando se mueve un objeto de un lugar a otro. Esas moléculas, luego de que el objeto pasó por su ubicación, no volverán a su posición inicial y se habrá gastado energía en desplazarlas. Lo mismo pasa con las moléculas de agua cuando se sumerge algo en un recipiente lleno de agua líquida, por ejemplo, una cuchara. El volumen del líquido subirá al introducir la cuchara y bajará al nivel inicial cuando el cuerpo se retire. Si bien en ambos momentos el sistema parecerá igual desde el punto de vista macroscópico, desde el punto de vista microscópico las moléculas de agua habrán cambiado de lugar, con el gasto de energía que eso conlleva. La distribución espacial nunca será como la inicial y la energía utilizada en ese desorden no se recuperará.

Si se considera entonces que luego de un intercambio de energía dentro de un sistema se obtiene una nueva configuración en la cual parte de esa energía se ha distribuido de forma submicroscópica, se ha homogeneizado entre las partes del sistema, esta energía ya no es útil para que se produzcan cambios macroscópicos. La energía se conserva, sin duda, pero parte de ella ya no es útil.

Fuentes de energía y matrices energéticas

El acceso a la energía y las transformaciones en función de su utilización motorizan los proyectos de la serie "La energía en la escuela secundaria". La energía utilizada en la vida cotidiana proviene de distintas fuentes que pueden ser primarias (recursos naturales como el viento, el Sol, el petróleo) o secundarias (derivadas de las primarias, como la electricidad producida en plantas hidroeléctricas o los combustibles derivados del petróleo).



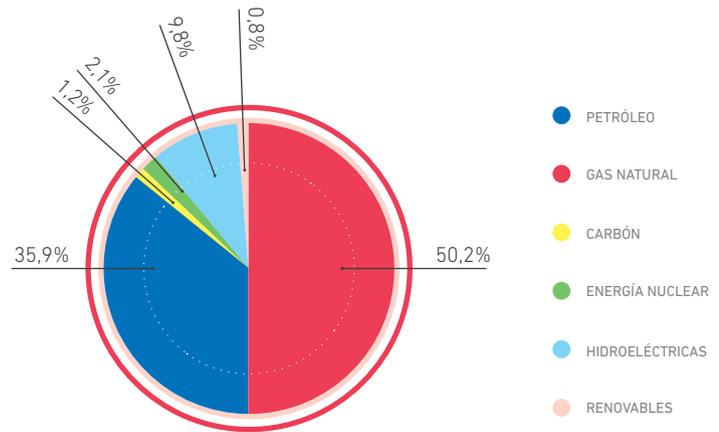
Materiales para seguir trabajando



Podemos encontrar numerosos materiales para trabajar estas cuestiones, producidos por instituciones académicas y gubernamentales y fundaciones, entre otras. Una fuente de consulta sugerida es *Energía para aprender*, elaborado por la FUNDACIÓN YPF.

La variedad de fuentes de energía que se utilizan en un país se suele representar en las llamadas **matrices energéticas**. Se trata de gráficos de torta en los cuales se muestran las proporciones de las distintas fuentes de energía que se utilizan en un determinado lugar (un país, el mundo entero) durante un período. El siguiente gráfico es un ejemplo extraído del libro *Energía para aprender*:

Matriz de energía en Argentina 2016



..... PETRÓLEO + GAS NATURAL

86,1%

Es interesante observar cómo esas representaciones gráficas se modifican con el tiempo y muestran una evolución en el uso de las fuentes de energía. Estas modificaciones van de la mano de desarrollos tecnológicos y socioculturales de las poblaciones.

Los países utilizan distintas fuentes de energía según lo que les proveen sus geografías y sus contextos socioeconómicos y culturales. Para la formación de ciudadanos informados, capaces de opinar y tomar decisiones fundamentadas acerca del tema, se requiere de un abordaje escolar de estas diversas fuentes y de la discusión acerca de los usos y elecciones de los tipos de energía que hacen las naciones a partir de las múltiples dimensiones que intervienen.

Con relación a este tema, en el Proyecto N° 1 se sugiere analizar en clase, a través de una actividad a resolver en grupos, los desarrollos tecnológicos que trae el aprovechamiento de las distintas fuentes. Recomendamos usufructuar este momento para trabajar sobre el análisis crítico y contextualizado de los materiales que consultan los estudiantes.

Recursos didácticos

El sitio *Energías de mi país*, desarrollado por Educ.ar y FUNDACIÓN YPF, propone algunos recursos como infografías, mapas interactivos, artículos, etc., que pueden ser útiles para el trabajo en clase en torno de estos temas. Sugerimos recorrerlo y acceder, especialmente, a la información que se encuentra disponible en la Galería de mapas energéticos de la Argentina, en particular al recurso interactivo Mapa de los recursos energéticos de la Argentina.

Energías de mi país



Galería de mapas de los recursos energéticos de la Argentina



Mapa del sistema energético argentino



Actividad sugerida para la bitácora

Investigue en los textos de los Proyectos N° 1 y N° 2 cuál es la progresión de contenidos que lleva al estudio de las distintas fuentes de energía. Puede organizar esa información en una línea del tiempo u otra representación gráfica que tenga como hitos los distintos tramos del proyecto.

En la serie de proyectos “La energía en la escuela secundaria”, tomaremos como principal objeto de estudio los conceptos relacionados con la energía, especialmente sus transformaciones y la degradación.

Pero el contexto en que se presenta el trabajo requiere que se incluyan otros saberes que enriquecen el aprendizaje, por lo que en los proyectos se incorporan, además de contenidos de física, temas de áreas como biología y química.

Con respecto a estos conocimientos, sin pretender tratar los temas en forma exhaustiva, resulta oportuno mencionar determinadas nociones de las didácticas específicas de algunos de ellos, como las reacciones químicas, el concepto de ciclo y el abordaje en el aula del estudio de los microorganismos.

LAS REACCIONES QUÍMICAS

¿Alguna vez rociaron repollo colorado con limón? ¿Recuerdan qué pasó? Seguramente, cambió de color: de violeta pasó a rosado. Pero si le agregan bicarbonato de sodio en lugar de limón, el repollo se teñirá de verde.

Las sustancias se modifican, se transforman unas en otras, y tanto ellas como los cambios que sufren conforman el campo de estudio de la química.

Estas modificaciones de la materia se producen a través de lo que llamamos reacciones químicas. Coincidimos con Raviolo y cols. (2011) en considerar que las reacciones químicas son el centro de la química y que los conceptos de sustancia y reacción química deben asumirse como estructurantes del estudio del campo. Analizándolo desde el punto de vista docente, consideramos que enriquecer el trabajo del aula al respecto puede contribuir a una mejor comprensión de la química en general y facilitar la posterior profundización de su estudio.

Numerosos investigadores han trabajado acerca de las concepciones alternativas y las dificultades que encuentran los estudiantes para la comprensión de las reacciones químicas.

Como se puede ver en la lista que sigue, resumida por Betancour y cols. (2008), muchas de esas dificultades provienen de la construcción de una articulación conceptual deficiente entre los diferentes niveles de representación de la química que se les propone durante la escolaridad.

1. El balanceo de las ecuaciones químicas se concibe como un ejercicio estrictamente algorítmico.
2. Les resulta difícil dibujar diagramas de moléculas para explicar las ecuaciones químicas a nivel microscópico.
3. No utilizan la información contenida en los coeficientes y subíndices de una ecuación química para construir modelos de moléculas individuales.
4. Algunos estudiantes parecen tener un modelo aditivo de las reacciones, es decir, los compuestos son concebidos como la simple unión de fragmentos.
5. Los estudiantes evidencian una gran confusión entre las reacciones químicas y las transformaciones físicas.
6. No utilizan las explicaciones microscópicas de las reacciones químicas, sino que todas las explicaciones que formulan corresponden a un nivel macroscópico.
7. A nivel macroscópico, consideran que ocurre una reacción química cuando cambian algunas de las propiedades de las sustancias.
8. A nivel microscópico, piensan que varían la forma, el tamaño y el color de los átomos cuando ocurre una reacción química.
9. Conciben que solo hay reacción química cuando se unen dos sustancias distintas o bien, a nivel microscópico, cuando se unen átomos distintos.

En el modelo tradicional de enseñanza se suele presentar a los estudiantes explicaciones basadas en los niveles más abstractos de representación, con poco arraigo en lo fenomenológico. Furió y Domínguez (2007) advierten el riesgo de suponer que los estudiantes asociarán las explicaciones a nivel modelístico a referentes macroscópicos ya conocidos. Si esos referentes no existen o son de una naturaleza diferente a la que cree el docente, algunos estudiantes encuentran grandes dificultades para conceptualizar contenidos relacionados con sustancias, compuestos y mezclas, tanto en sus aspectos macroscópicos como microscópicos (Ordones y cols., 2014).

Pero si se asumen los conceptos de sustancia y reacción química como estructurantes de la química, como vimos más arriba, debe dedicarse tiempo y espacio en la clase a la observación de fenómenos, la identificación de sustancias, la separación de mezclas, etcétera.

Raviolo y cols. (2011, p. 250) consideran que la apropiación conceptual profunda de las nociones de sustancia, mezcla y reacción química se produce cuando el alumno “puede relacionar correctamente los atributos macroscópicos con entidades e imágenes nanoscópicas”. Para eso, la interpretación nano debería realizarse luego de que los estudiantes adquieran una buena comprensión fenomenológica de

los conceptos. Esto coincide con la concepción didáctica a la cual adherimos, que propone un acercamiento inicial fenomenológico a los procesos de la naturaleza para que los estudiantes se formen una idea o un modelo de cómo funcionan y para formalizar luego con la terminología científica adecuada.

Niveles de representación

Para los estudios relacionados con la química se utilizan, según Johnstone (1982), al menos tres niveles de representación:

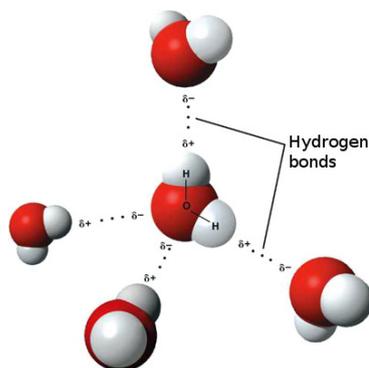
1. Un nivel macroscópico, fenomenológico o sensorial, donde se trabaja con lo que perciben los sentidos. Aquí se utilizan representaciones relacionadas con las propiedades empíricas, que son perceptibles por los sentidos o por lo que podríamos llamar "sentidos extendidos", o sea, métodos de medición de laboratorio.

Reacción de formación de ioduro de plomo a partir de ioduro de potasio y nitrato de plomo



Licencia Atribución de Creative Commons (reutilización permitida)

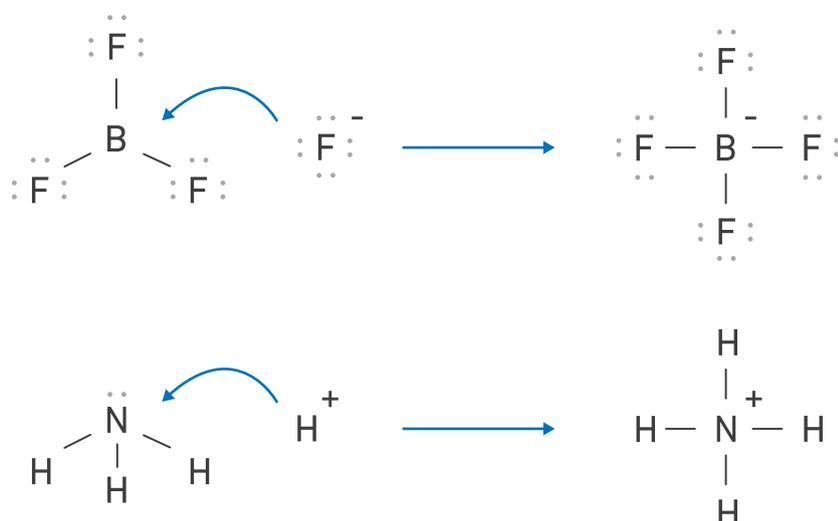
2. Un nivel submicroscópico o, como lo llaman Raviolo y cols. (2011), nanoscópico, que es inaccesible con mediciones directas (al menos actualmente), por lo que solo se accede a él a través de representaciones con modelos. Estos modelos pueden basarse, por ejemplo, en consideraciones acerca de la particularidad de la materia y/o en aproximaciones fisicoquímicas, como los modelos de la mecánica cuántica. Es común describir la materia a partir de partículas como átomos, electrones, etc., y representarla con dibujos, diagramas o gráficos en dos o tres dimensiones.



Modelo de moléculas de agua, con enlaces de hidrógeno.

Utilizado bajo la licencia https://en.wikipedia.org/wiki/es:Creative_Commons (Creative Commons), <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.es> (Genérica de Atribución/Compartir-Igual 3.0).

3. Un nivel simbólico, en el cual se trata con símbolos y fórmulas asignados a distintas entidades, cuya organización está regida por un lenguaje específico del campo.



Ácidos de Lewis y ácidos de Brønsted.

Las reacciones químicas como las que se trabajan en el Proyecto N° 3 pueden definirse de distinta manera según el nivel de representación con el cual se estén describiendo.

Desde el punto de vista macroscópico, según Raviolo y cols. (2011, p. 248), “una reacción química es un proceso en el cual una sustancia o varias sustancias se forman a partir de otras”. Por otro lado, desde una óptica nanoscópica, “en una reacción química hay una redistribución de los átomos o iones, formándose otras estructuras (moléculas o redes) diferentes”.

Así, en todas las áreas del conocimiento, y en particular en la enseñanza de la ciencia, la utilización de numerosas formas de representación y el trabajo que se realice en el aula para transitar entre distintas formas y visiones deberían tener un lugar preponderante, pues constituyen factores que demuestran una diferencia sustancial en el aprendizaje de más estudiantes.

EL CONCEPTO DE CICLO

Desde el punto de vista de las ciencias, la idea de ciclo tiene una gran importancia como expresión de una determinada manera de entender el funcionamiento del mundo natural.

Los ciclos son una sucesión de hechos o de fenómenos que presentan una cierta periodicidad en el espacio o en el tiempo y constituyen las etapas de una evolución desde un estado inicial hasta un estado final.

Dentro de nuestro lenguaje cotidiano, el concepto de ciclo es recurrente. Hablamos del ciclo de la luna, del ciclo menstrual, del ciclo superior, de un ciclo de conferencias, del ciclo de la vida...

Para las ciencias, un ciclo es una sucesión de hechos o de fenómenos que presentan una cierta periodicidad en el espacio o en el tiempo y que constituyen las etapas de una evolución desde un estado inicial hasta a un estado final.

El abordaje de los ciclos de la energía que se presenta, por ejemplo, dentro del biodigestor del Proyecto N° 3, nos acerca a una realidad compleja y dinámica que excede la mera descripción pormenorizada de elementos estáticos. Resulta esencial el tratamiento de los sistemas naturales desde el análisis de las relaciones multifactoriales, interdependientes y multiefectos, de modo de aproximarnos a una realidad que dista de ser aprehensible desde visiones reduccionistas y lineales que buscan una relación simple causa-efecto.

Según Márquez (2006), hay muchas razones para enseñar el concepto de ciclo, pero aquí destacaremos principalmente tres:

- Porque conlleva una manera de mirar los fenómenos del mundo característica de la ciencia.
- Porque favorece modos de pensar complejos, propios del pensamiento científico.
- Porque es un modelo que nos ayuda a racionalizar la forma de actuar. Una manera de mirar los fenómenos.

La ciencia es una manera de mirar el mundo y de pensarlo. Se fundamenta en la idea de que el mundo natural se comporta de una manera consistente y predecible; de ahí que el principal objetivo de las ciencias es el de conocer los patrones o modelos de comportamiento del mundo natural que tengan poder explicativo y predictivo.

El ciclo es una manera potente de mirar, pensar y organizar muchos tipos de cambios, ya que nos permite mostrar las regularidades y leyes que los rigen. Al mismo tiempo, nos permite hacer predicciones: el día en que comenzará la primavera, cuándo podremos ver en el cielo la constelación de Orión, cuándo estará lista la cosecha...

En el momento de trabajar algún proceso cíclico en clases, es importante prestarles especial atención a las siguientes partes (Márquez, 2006):

- las fases o los estadios que lo componen,
- los cambios que se dan entre un estadio y el siguiente,
- las causas de estos cambios.

Cuando nos detenemos en estos puntos, estamos favoreciendo las capacidades de análisis y de síntesis de los estudiantes, ya que de este modo les permitimos prestar atención a las regularidades (qué cosas no cambian con el tiempo), la conservación (qué cosas sí cambian a lo largo del tiempo) y la estabilidad que un cambio cíclico refleja (qué cambios ocurren siempre de la misma manera).

Para ilustrar un ciclo (por ejemplo, el ciclo de la energía dentro de un biodigestor), se utiliza con frecuencia un círculo cerrado que busca explicitar en forma gráfica conexiones precisas; sin embargo, muchas veces las relaciones entre los diferentes estadios son mucho más complejas y múltiples. Esta es otra idea potente: constatar que los ciclos no son una secuencia lineal causa-efecto de fenómenos, sino que en los procesos que representamos hay cambios simultáneos, cambios reversibles, interacciones, pequeños ciclos dentro de un gran ciclo. Son sistemas de una gran complejidad que la idea de ciclo ayuda a convertir en manejable.

El hecho de plantear situaciones que requieren una interpretación –donde no todo sea tan lineal como que una causa tiene un único efecto o que un fenómeno se debe a una sola causa– entrena a los jóvenes en el uso de formas de pensamiento propias del pensamiento científico (multicausa y multiefecto).

¿QUÉ DIFICULTADES ENCONTRAMOS AL TRABAJAR PROCESOS RELACIONADOS CON MICROORGANISMOS?

Trabajar contenidos relacionados con microorganismos (tipos, formas, procesos relacionados, etc.) implica nuevos desafíos pedagógicos pues, debido a su tamaño microscópico, se presenta la imposibilidad de observarlos a simple vista. A pesar de que estén presentes en gran parte de los ambientes (naturales o artificiales) que frecuentamos los seres humanos, esta imposibilidad dificulta que los estudiantes tomen real dimensión de su existencia. Por otro lado, su amplia diversidad biológica lleva a que el trabajo didáctico en este campo sea un reto que implica trascender el nivel informativo para acceder a cambios de representaciones y, por tanto, de conocimientos, actitudes y referentes valorativos acerca de los microorganismos y su impacto en los seres humanos (Merino y Gallego, 2017).

Además, existe una representación social (Pulido de Castellanos, 2006) que concibe a los microorganismos como agentes patógenos, relacionándolos siempre con problemáticas sanitarias. Estas ideas y representaciones sociales, fuertemente alimentadas por las representaciones gráficas presentes en publicidades de diferentes productos desinfectantes y de limpieza, posicionan a los microorganismos como pequeños seres (muchas veces de aspecto “monstruoso”, presentando ojos, dientes y rasgos humanos) dañinos que debemos eliminar de nuestro entorno para mantener un estado de salud óptimo. Estas estrategias publicitarias se basan en un mensaje peligroso para la salud, ya que intentan transmitir que es saludable vivir en ambientes con la menor cantidad posible de microorganismos y, si fuera posible, estériles.

Con respecto a las concepciones alternativas de los estudiantes de nivel medio descritas en la bibliografía, podemos resumir algunos ítems:

- Falta de identificación de los microorganismos como seres vivos que realizan las funciones vitales de nutrición, relación y reproducción (Teodoro y Chambel, 2013).
- Confusión respecto del tamaño microscópico de los microorganismos, asemejándolo al nivel atómico. Así, entre los estudiantes está muy extendida la idea de que los microorganismos nunca pueden verse a simple vista, aunque se junten una enorme cantidad de ellos (Teodoro y Chambel, 2013), lo cual evidencia un desconocimiento de los procesos de cultivo de estos.
- Identificación de todos los microorganismos como agentes patógenos (Jones y Rua, 2006; Rachman, 2004; Teodoro y Chambel, 2013).
- Desconocimiento de la presencia de bacterias beneficiosas o inocuas en el cuerpo humano (Byrne, 2011; Teodoro y Chambel, 2013).
- Falta de reconocimiento de la importancia de los microorganismos en procesos beneficiosos y útiles para los seres humanos, como las transformaciones alimentarias (Díaz y cols., 1996; Gardner y Jones, 2011; Simonneaux, 2000), o para el medio ambiente (Jones y cols., 2013), por ejemplo, mediante su intervención clave en los ciclos biogeoquímicos.

Tener presentes estas dificultades en el momento de trabajar esta temática en el aula potenciará el trabajo con los estudiantes. Partir desde concepciones alternativas o ideas comunes al respecto nos ayudará a generar actividades disruptivas que obliguen a los estudiantes a cuestionar y deconstruir algunas de estas ideas previas, movilizando todos esos saberes previos y permitiendo reorganizar sus conocimientos y ampliarlos a lo largo de las actividades propuestas por el docente. Si bien contar con instrumentos de microscopía o instrumental de laboratorio (que nos permita visualizar este mundo microscópico vivo que nos rodea) no suele ser una opción en muchos contextos escolares, es posible suplir en parte esta carencia a través de la observación y el análisis de videos gratuitos disponibles en Internet, como en YouTube o algún sitio similar. Existe una gran variedad de recursos audiovisuales para observar distintos microorganismos con el microscopio. Este tipo de recursos revela a los ojos de los estudiantes un fascinante, complejo e interesante pequeño universo vivo que nos rodea.

EN RESUMEN

En este capítulo, nos hemos acercado a los contenidos curriculares incluidos entre los tópicos centrales de la serie "La energía en la escuela secundaria". Nos detuvimos especialmente en el tratamiento escolar de temas relacionados con la energía, tomando algunos aportes de la conceptualización de Shulman (1987) sobre el conocimiento didáctico del contenido, con el fin de pensar en el recorte de contenido en relación con otras dimensiones implicadas en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Hablamos, además, de las dificultades más comunes que encuentran los estudiantes cuando se acercan al estudio de esta temática. En la misma línea, mostramos algunos antecedentes que dan cuenta de concepciones alternativas y de dificultades en el aprendizaje de otros contenidos relacionados con la química y la biología, como las reacciones químicas y los temas relacionados con los microorganismos.

El siguiente paso, que daremos en el Capítulo 3, invita a observar si los estudiantes han incorporado los conocimientos vinculados al concepto de energía: ¿cuáles son las señales que indican que ese aprendizaje ha ocurrido?

CAPÍTULO 3: ¿CÓMO SABER QUÉ APRENDIERON LOS ESTUDIANTES?

INTRODUCCIÓN

La pregunta formulada en el título de este capítulo hace referencia a la necesidad que tiene un docente de tener una idea de los aprendizajes construidos por los estudiantes. Por eso nos dedicaremos, en primer lugar, a repensar las concepciones habituales sobre la evaluación, para luego ir construyendo el concepto en el marco de las perspectivas más actuales. A continuación, abordaremos la evaluación formativa como una perspectiva superadora de la modalidad sumativa, considerando la función de los dispositivos de evaluación en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Desde esta concepción, profundizaremos en la posibilidad de la evaluación de constituirse en un factor que potencie la autorregulación de los aprendizajes y que contribuya al desarrollo de estrategias metacognitivas por parte de los estudiantes.

Al finalizar el capítulo, propondremos recuperar estas consideraciones teóricas para articularlas con la tarea concreta mediante el trabajo con una herramienta que facilita el proceso evaluativo: las rúbricas de evaluación. Se trata de un instrumento posible para el desarrollo, en el aula, de prácticas de evaluación significativas que abran espacios de participación a los estudiantes, compartiendo de este modo la responsabilidad, no solo en la evaluación, sino también en los procesos de enseñanza y aprendizaje en su totalidad.

PENSAR LA EVALUACIÓN: HUELLAS, SENTIDOS Y RESIGNIFICACIONES

La evaluación es un tema del que se podría asegurar que cualquier persona que haya tenido una trayectoria de escolarización algo sabe, pero al mismo tiempo no deja de ser un tópico "desconocido" y que, sin embargo, está siempre presente en el cotidiano de nuestras escuelas y en nuestra vida de cada día, cargada de representaciones sociales.

Las maneras en las que vivimos nuestras experiencias en la evaluación, como alumnos y como docentes en formación, nos constituyen. Los significados atribuidos a la evaluación se van desprendiendo de las vivencias personales y los procesos formativos que hemos atravesado.

Si nos detenemos, por un momento, a revisar la forma en que concebimos la evaluación y las prácticas de evaluación que construimos o que hemos atravesado, ¿qué escenas o recuerdos se nos vienen a la mente?

A continuación, hemos seleccionado un conjunto de imágenes que consideramos que pueden asociarse a esas escenas y a distintos sentidos y significados construidos en torno a la evaluación. Los invitamos a recorrerlas.

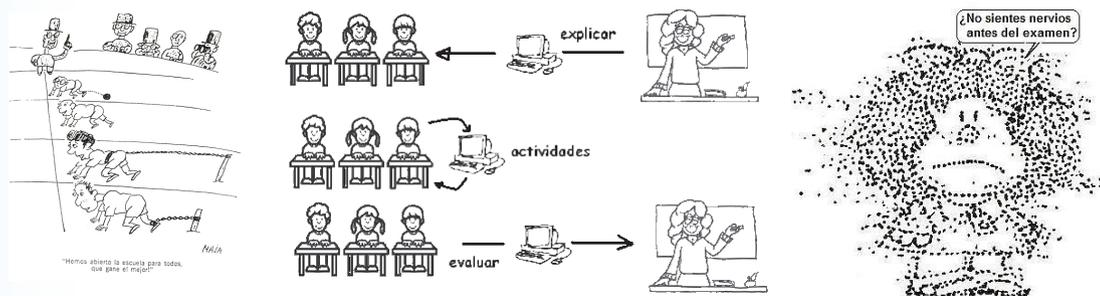




Imagen 1. Fuente: Presentaciones de Miguel Ángel Santos Guerra. Imagen 2. Fuente: Competencias básicas y TIC. Imagen 3. Fuente: Educador innovador del siglo 21. Imagen 4. Fuente: Evaluación del aprendizaje. Imagen 5. Fuente: Mafalda y la escuela. Disponible en: <https://goo.gl/eRZ1jk>

En estas imágenes vemos reflejadas experiencias, sensaciones, percepciones de la evaluación que hemos vivido durante nuestras biografías escolares. En mayor o menor medida, expresan concepciones, vivencias, situaciones frecuentes, tanto en las aulas de ayer como en las de hoy.

La evaluación es una instancia en el proceso de aprendizaje que se define como compleja. Esta complejidad está dada por la diversidad de funciones que se le asignan. Acreditar, promover, testear grados de concreción de aprendizajes, retroalimentar, etcétera.

La evaluación está enmarcada en un paradigma educativo. Por lo tanto, su metodología de aplicación y la utilización que se hace de la información que brinda adquieren dimensiones muy distintas según el paradigma en el cual se desarrollan. La evaluación, en prácticas de corte cognitivista, significó la incorporación de la evaluación en los procesos de aprendizaje como una etapa dentro del proceso educativo, tendiente a la mejora de este último.

En el contexto de otros paradigmas, en los cuales vemos probablemente enmarcadas algunas de las imágenes anteriores, la evaluación ha sido tomada como una herramienta represiva que cumple su función únicamente para los docentes o las instituciones, sin redundar en ninguna clase de beneficios para los estudiantes.

La evaluación se hace presente en la cotidianidad de las clases, en las cuales los docentes observamos, registramos las estrategias llevadas a cabo por los alumnos. De esta forma, retroalimentamos las prácticas adaptando y reajustando las estrategias pedagógicas, los recursos, los tiempos, etc., para que los procedimientos estén en sintonía con los contextos y trayectorias.

Mucho se ha escrito sobre este aspecto de las prácticas de enseñanza y aprendizaje. En este capítulo contribuiremos a resignificar el concepto de evaluación como un instrumento de mejora de la enseñanza y del aprendizaje.

Y para ello es importante que como docentes cuestionemos nuestras concepciones, analicemos los supuestos que subyacen a nuestras prácticas y renunciemos a la búsqueda de la "objetividad absoluta" y la precisión, considerando a la evaluación como una herramienta de incidencia en el aprendizaje, la enseñanza y el currículum. Estas reconsideraciones del rol otorgado a la evaluación nos llevarán a aprovecharla en sus potencialidades como instrumento de intervención y no solo de constatación. La evaluación como una herramienta de ayuda real para los estudiantes.

CONCEPTUALIZAR LA EVALUACIÓN

En general, y considerando nuestras trayectorias y experiencias de evaluación, seguramente las imágenes más repetidas son aquellas ligadas a ciertos modelos tradicionales de enseñar y aprender, en los que la evaluación es una práctica que busca medir, calificar, clasificar, jerarquizar, seleccionar; los procesos cognitivos que se promueven no van más allá de la memorización y la repetición; la preocupación está centrada en la calificación y la aprobación, no en los aprendizajes. Así, se pone en evidencia la desigual distribución del poder y el control, la subjetividad y la arbitrariedad en juego.

Puede ser que a lo largo de nuestra escolarización se haya priorizado la función de control o el papel administrativo de la evaluación. En esta concepción, la aprobación ha sido considerada como una evidencia directa del aprendizaje. Sobre esto en el II Encuentro Iberoamericano de Innovación Académica realizado en México, Carlos Magro, vicepresidente de la Asociación Educación Abierta de Madrid, afirmó:

“Hemos confundido el acto de aprender con el de aprobar exámenes. No es lo mismo evaluar que examinar, ni evaluar que calificar. Evaluar con intención formativa no es igual a medir ni a calificar, ni tan siquiera a corregir. Aprender no es aprobar exámenes”.

Como superación de las visiones tradicionales y reduccionistas de la evaluación surge, en 1967, un concepto esencial, el de la evaluación formativa, acuñado por Michael Scriven. En contraposición a la idea de evaluación sumativa como instrumento de control, que se aplica luego del proceso de aprendizaje para calificar y determinar quiénes aprendieron y quiénes no, la evaluación formativa viene a incorporarse a los procesos de enseñanza y aprendizaje, brindando información necesaria para la rectificación o ratificación de estrategias, la movilización de nuevas situaciones de enseñanza, la identificación de debilidades y fortalezas en los aprendizajes y en las estrategias de los estudiantes, etcétera.

Siguiendo a Anijovich y González (2011), podemos afirmar que la complejidad del proceso evaluativo surge de las múltiples funciones y los numerosos roles que este cumple en los desarrollos de enseñanza y de aprendizaje, entre ellos: “[...] sirve tanto para diagnosticar como para acreditar, retroalimentar, reflexionar, regular y mejorar los aprendizajes”.

Seguramente, si nos pudiéramos a debatir en torno de qué entendemos por evaluación, no encontraríamos una única mirada, una única forma de definirla. Su rasgo polisémico evidencia la complejidad de esta noción, una complejidad que puede ser abordada desde una mirada política, sociocultural y didáctica.

A continuación, acercamos algunos autores que aportan interesantes planteos para reflexionar acerca de esta cuestión.

Philippe Perrenoud: Introducción de la evaluación de los alumnos. De la producción de la excelencia a la regulación de los aprendizajes. Entre dos lógicas.



En esta introducción el autor revisa dos lógicas de evaluación: una ligada al servicio de la selección y otra a la regulación de los aprendizajes.

Alicia W. de Camilloni: Las funciones de la evaluación



En esta ficha de cátedra, se recuperan los planteos de la autora respecto de las funciones de la evaluación, tanto para el docente como para el alumno.

Rebeca Anijovich: Evaluación formativa



En el video, la autora plantea qué es la evaluación formativa, sus rasgos e implicancias.

Jaume Jorba y Neus Sanmartí: La función pedagógica



Los autores recuperan el concepto de evaluación formadora, propuesto por Jean-Jacques Bonniol (1981) y desarrollado por Georgette Nunziati (1990), que se concibe como un dispositivo pedagógico en el que la regulación del aprendizaje es una responsabilidad compartida entre el que aprende y el que enseña.

Para sintetizar, enumeramos algunos de los rasgos de la evaluación:

1. La evaluación forma parte del proceso didáctico y contribuye a mejorarlo, completa su sentido cuando se concreta en propuestas que mejoran las prácticas.
2. La evaluación es continua. Está presente en todas las actividades y los intercambios entre docentes y estudiantes, y permite comprender las situaciones en que se encuentran los aprendizajes.
3. La evaluación es global y abarca todos los procesos involucrados en el acto educativo.
4. La evaluación es individual. Se realiza sobre la base del desarrollo de cada individuo. No se trata de ajustarse a unos patrones preestablecidos, sino de estudiar la evolución personal de los conocimientos y actitudes de los estudiantes, sus situaciones y estilos de aprendizaje, y sus expectativas respecto del conocimiento científico, partiendo del diagnóstico inicial y controlando su progreso.

ESTRATEGIAS E INSTRUMENTOS PARA UNA EVALUACIÓN FORMATIVA

Todo aprendizaje contempla distintos objetivos y los estudiantes que habitan nuestras aulas también son diversos; por lo tanto, los instrumentos de recolección de información deben ser variados. A continuación, presentamos algunos de ellos.

Autoevaluación

Anijovich y González (2011, p. 55) definen la autoevaluación como:

“[...] la implementación sistemática de instancias que permitan a los alumnos evaluar sus producciones y el modo en que las han encarado y resuelto (o no). La autoevaluación se transforma, así, en una estrategia para convertirlos en mejores estudiantes, los ubica en un rol protagónico, favorece una actitud positiva hacia el aprendizaje y promueve el desarrollo de una comprensión más profunda de los procesos de evaluación”.

Los autores, además, hacen referencia a lo que sucede después de la implementación de la autoevaluación en las aulas: los alumnos demostraron una mejora de los rendimientos sostenida en el tiempo. Plantean también que los docentes son los responsables de promover en sus alumnos el desarrollo de las capacidades y los saberes que siguen:

1. Saber qué aprender.
2. Conocerse a sí mismo como sujeto que aprende.
3. Saber cómo aprender.

Con la autoevaluación, se apunta a favorecer en los estudiantes una creciente autonomía en la toma de decisiones y en la regulación de sus aprendizajes, impulsando el pasaje desde un lugar de heteronimia –en el que el docente propone las actividades, los eventuales caminos de resolución y las evaluaciones, y el/la alumno/a es quien las realiza– hacia un lugar de mayor autonomía, en el que el estudiante mismo pueda plantearse problemas, seleccionar sus propias estrategias de resolución, planificar el curso de sus acciones, administrar su tiempo y realizar evaluaciones parciales de sus propios procesos, reconociendo sus logros y dificultades.

La coevaluación o evaluación entre pares

La evaluación entre pares, según Anijovich y González (2011, p. 72):

“[...] no solo brinda apoyo y desafíos, sino que además extiende la calidad de los trabajos propios y de los otros. Los alumnos logran consolidar su comprensión de los procesos y criterios de evaluación, pero también, la implementación de esta práctica tiene impactos positivos en una dimensión social emocional y, al mismo tiempo, promueve instancias de trabajo colaborativo en el aula”.

Esta modalidad evaluativa y la autoevaluación suelen ser utilizadas como estrategias combinadas. Implementar estas propuestas sin dudas exige que tanto docentes como alumnos realicen cambios en sus hábitos.

Los autores mencionados plantean, asimismo, que para garantizar el logro de los beneficios de esta estrategia se necesita al menos de tres instancias previas:

1. Claridad de las reglas (especial cuidado en la forma de comunicación: qué y cómo se le pueden transmitir a un compañero los logros y las dificultades en la realización de una actividad).
2. Cuidado en la composición de grupos/parejas.
3. Monitoreo de la interacción de los alumnos.

Otras formas de evaluación

Las actividades de evaluación deben poder permitir o promover variadas formas de expresión de los logros y dificultades en el proceso de aprender. En este sentido, proponemos un listado de otras formas de evaluación posibles y que, según la manera en que se incluyan en el diseño didáctico de un dispositivo o instrumento de evaluación, superan las estrategias reproductivistas del “saber enseñado”:

1. Cuestionarios
2. Mapas y redes conceptuales
3. Diarios de clase
4. Exposiciones verbales
5. Investigaciones
6. Portafolios
7. Observaciones
8. Conversación / Charla / Diálogo abierto
9. Debate
10. Portafolios / Carpeta / Diario de trabajo
11. V. de Gowin
12. KPSI (Knowledge and Prior Study Inventory)



Para seguir investigando...

En la siguiente web encontrarán varias formas de evaluación, que contemplan la diversidad necesaria a la hora de evaluar:

<https://goo.gl/q11hG7>

La construcción de criterios de evaluación

En un contexto educativo en el que la evaluación se concibe como formativa, es imprescindible establecer los criterios, ya que:

1. La ausencia de criterios definidos antes del desarrollo de las producciones no permite fijar acuerdos sobre “qué es lo esencial y qué, lo accesorio”. Este vacío provoca que la subjetividad sea el criterio decisivo.
2. Si los estudiantes realizan una actividad sin apropiarse del sentido, esto constituye un obstáculo epistemológico.

Para comprender la importancia de la construcción y explicitación de criterios de evaluación, recuperamos una situación del libro *Evaluar para aprender: conceptos e instrumentos* de Anijovich y González (2011), que adaptamos para este capítulo:

El concurso

En una escuela primaria, se organiza para los grados superiores un concurso acerca de la vida y la obra de un escritor argentino, y de su contribución al campo de la literatura. El reglamento establece que los alumnos pueden presentar trabajos escritos en forma individual o en grupos de hasta tres integrantes y con seudónimo. Integrado por dos profesores de materias especiales, el vicedirector, dos padres y un escritor externo a la escuela, el jurado trata de ponerse de acuerdo respecto del análisis de los trabajos y de los criterios que establecerán para su lectura y evaluación. La tarea del jurado no resulta sencilla. Algunos de sus miembros sostienen el siguiente diálogo:

- Propongo tener en cuenta la extensión de los trabajos, porque nos permitiría verificar la cantidad de información buscada por los alumnos.
- Estoy de acuerdo, pero sugiero que hagamos una distinción entre aquellos aportes informativos más novedosos.
- Yo propongo el criterio originalidad, tanto en el contenido como en su modo de organización y presentación.
- Pienso que lo más importante es la coherencia del texto.
- Sugiero tomar en cuenta los aportes personales, las opiniones y las preguntas que los alumnos incluyan en el trabajo.

Entonces, ¿por qué es necesario establecer los criterios de evaluación? En el siguiente audiovisual, Anijovich nos aporta algunas respuestas:

Rebeca Anijovich: la necesidad de establecer los criterios de evaluación



En una actividad áulica, los criterios de evaluación serán guiados por los objetivos de enseñanza, aunque en aras de compartir el control de la regulación de los aprendizajes, definir los criterios de manera conjunta con los estudiantes puede resultar una oportunidad de compartir el control de la regulación potenciando la autonomía de los alumnos.

La construcción de la autonomía del estudiante es gradual y requiere, en una primera instancia, de mayor participación del docente, que irá cambiando su rol y se volverá menos necesario como regulador de ese proceso. Es en este camino en que Sanmartí (2007) propone como instrumento la construcción de contratos de evaluación con los estudiantes. Así, estos podrán apropiarse de los objetivos de aprendi-

zaje e ir construyendo de manera colaborativa, con participación del docente, los criterios de evaluación. En palabras de la autora:

“Detrás de la elaboración de un contrato didáctico hay un trabajo de enseñanza previo que, entre otros muchos aspectos, tiene que posibilitar que los alumnos identifiquen los contenidos fundamentales; cooperar y ayudarse mutuamente; percibir el error como algo que se puede superar; y ser lo más autónomos posible en la toma de conciencia y toma de decisiones acerca de su propio proceso de aprendizaje. En todos los aspectos, la evaluación juega un papel fundamental, una evaluación entendida, principalmente, como un medio para aprender”. (Sanmartí, 2007, p. 3)

Las rúbricas de evaluación

A partir de esta idea de que tanto el alumno como el docente deben ser partícipes del control de los aprendizajes, las rúbricas de evaluación constituyen un instrumento facilitador entre otros.

Una rúbrica es una guía que intenta evaluar el avance de los estudiantes, basada en la explicitación precisa de una gama de criterios que dan cuenta de lo actuado por ellos en el logro de una competencia o en la realización de una tarea encomendada.

Es una guía de trabajo, tanto para los alumnos como para los profesores. Debe ser compartida con los estudiantes antes de iniciar una determinada tarea, para ayudarlos a pensar sobre los criterios a partir de los cuales su trabajo será evaluado y, por lo tanto, favorecer el proceso de autorregulación de sus acciones.

Para analizar los modos de construcción de una rúbrica, los invitamos a ver el siguiente video explicativo, Evaluar mediante rúbricas, del Instituto de Docencia Universitaria:

El uso de rúbricas para la evaluación



The image shows a video player interface. The video title is "EVALUAR MEDIANTE RÚBRICAS". To the right of the video player is a QR code. Below the QR code is a small circular logo with a green and white pattern.

Para seguir investigando...



También podrán encontrar indicaciones para construir una rúbrica en “¿Cómo elaborar una rúbrica?”, de Florina Gatica-Lara y Teresita del Niño Jesús Uribarren-Berrueta. Está disponible aquí.

LA EVALUACIÓN EN LOS PROYECTOS EABP. CONTEXTUALIZACIÓN DE LAS PROPUESTAS

Las actividades introductorias que se plantean al inicio de las propuestas de trabajo de “La energía en la escuela secundaria” tienen como finalidad establecer un mapa de ruta para el tránsito a través de los proyectos. En esta instancia, es esencial que los estudiantes, junto con el docente, planifiquen las acciones que irán realizando. Esta forma de comenzar los proyectos es esencial para contribuir a darle sentido y legitimidad al trabajo posterior. Establecer claramente el desafío que se propone, así como las acciones necesarias para su resolución, es una de las distinciones propias del trabajo por proyectos. El planteamiento del recorrido y la planificación de las acciones a realizar también son fundamentales, para potenciar la autorregulación creciente en los estudiantes. Estos dejan el rol pasivo de receptores de consignas y se involucran en los desafíos, ideando caminos y aportando recorridos posibles para la resolución de las problemáticas planteadas. Varios trabajos de investigación en el campo educativo (Pedrol y Calderaro, 2011) señalan al respecto que los expertos dedican más tiempo a representarse la tarea que a ejecutarla. Por el contrario, los novatos se zambullen en las acciones sin realizar planificaciones o anticipaciones, lo que los lleva a realizar métodos de ensayo y error mucho más engorrosos, que distraen la atención de lo importante.

Considerando una de las características del trabajo por proyectos propuesta por Domènech-Casal y cols. (2019), esta forma de trabajo debe presentar cierto grado de apertura para la toma de decisión de los estudiantes. Este grado de apertura puede variar según el propósito que se persiga, desde aquellas propuestas abiertas en las que los propios estudiantes construyen el desafío y determinan el producto, hasta otras más cerradas en las cuales el proyecto se presenta estructurado y los estudiantes toman decisiones en torno a lo ya establecido.

La presentación del camino a recorrer, junto con los objetivos y propósitos del proyecto, brinda mayores grados de autonomía a los estudiantes, ya que, al conocer los propósitos perseguidos desde un comienzo, así como una delimitación de actividades posibles, se abren los márgenes para la toma de decisiones planificadas, el planteo de reformulaciones y las discusiones y formulación de acuerdos para la implementación. Por todo esto, tal como afirma Trujillo, en el marco de la “XVI Jornada Anual de la Xarxa de Competències Bàsiques” realizada en Barcelona (2018): “La implicación del alumno aparece cuando cree que pasará algo interesante”. Y para eso, la actividad tiene que reunir tres requisitos: que puedan intervenir (agency), que puedan apropiársela (ownership) y que tenga sentido (sense-making). Siguiendo esta idea, se hace relevante que durante el primer acercamiento a las propuestas se comience a poner en juego el rol activo de los estudiantes, abriendo el espacio para la toma de decisiones, la implicación en las temáticas y proponiendo también un lugar para la construcción conjunta de los criterios de evaluación que se tendrán en cuenta a lo largo del proyecto. Todo esto dotará a los estudiantes de herramientas centrales para la apropiación del proyecto y el trabajo genuino durante su desarrollo.



La evaluación en el Proyecto N° 1

¿Cómo podríamos ser más eficientes en el consumo y generar energía?

La evaluación, a partir de los instrumentos que seleccionemos, forma parte del proceso educativo. No es solamente una forma de valoración asociada a la calificación y la acreditación, sino que debe informar al docente, al estudiante y a la institución sobre el estado del proceso de aprendizaje y determinar cuáles aprendizajes han sido logrados y sobre cuáles todavía se necesita seguir trabajando, para poder implementar acciones efectivas. Es para ello que el primer tramo o encuentro del proyecto se inicia con una propuesta de autoevaluación que dará una idea de la situación previa de los conocimientos de los estudiantes acerca de contenidos relacionados con la energía. Se utiliza un instrumento de autoevaluación denominado KPSI (del inglés Knowledge and Prior Study Inventory, que significa “Inventario de conocimientos y estudios previos” (Young y Tamir, 1977). Mediante este instrumento, se propone no solo introducir a los estudiantes en las temáticas del proyecto, sino también informar a docentes y es-

tudiantes acerca del punto de partida en el cual se encuentran con respecto a las ideas clave a trabajar.

La temática sobre la cual gira el trabajo propuesto en este primer proyecto de la colección –la energía, la eficiencia en su consumo y las posibilidades de generación– es central dentro de las ciencias naturales y está ampliamente presente en los diversos diseños curriculares de los diferentes niveles educativos. A esto se suma que las preocupaciones respecto del manejo de la energía son recurrentes en la cotidianidad de las sociedades. Es habitual escuchar o leer noticias sobre crisis energética, propuestas para disminuir el consumo energético familiar, fuentes de energía, represas, petróleo, matriz energética, entre otras cuestiones relacionadas.

Por eso comenzamos el proyecto con la consideración de que los estudiantes poseen un bagaje de saberes previos, ya sean estos fruto de los años de escolarización anteriores, o de una construcción cotidiana sobre la base de las vivencias y experiencias propias de sus relaciones con el entorno. Se propone esta herramienta diagnóstica para que los propios estudiantes caractericen sus saberes y vivencien la necesidad de nuevos aprendizajes motivados por la problematización de las bases conceptuales disponibles. Este instrumento favorece la autorregulación de los procesos de aprendizaje porque promueve la autopercepción y la problematización de los propios saberes, conduciendo a la identificación de aquellos que se deben fortalecer o que necesitan modificarse. Las puestas en común organizadas después de la realización del formulario abren espacios para intercambiar de manera colectiva los saberes sobre la temática y posibilitar la apertura de interrogantes o dudas compartidos que potenciarán la significatividad del trabajo durante el proyecto.

Al finalizar el primer tramo, se propone que los estudiantes, mediante un análisis de lo trabajado respondan a la pregunta que da sentido a este primer encuentro transitado: “Si la energía no se crea ni se destruye... ¿de dónde viene?”. En este momento se abre un espacio para que los estudiantes, guiados por sus preferencias y motivaciones, exploren diversas formas para la realización de un producto. Para su evaluación, se propone el trabajo con una rúbrica, herramienta que permitirá exponer los criterios de evaluación e informar a los estudiantes acerca de qué dimensiones será esencial desarrollar en sus elaboraciones.

Esta propuesta encaja dentro del trabajo con la heterogeneidad en el aula, ya que, aunque los estudiantes hayan realizado actividades guiadas, en este punto se propone un espacio para la decisión autónoma. La presentación de la rúbrica general, que se encuentra al final del proyecto, con antelación a la realización de la propuesta contribuye a la regulación de sus producciones por parte de los estudiantes, potenciando la autonomía y brindando la posibilidad de autoevaluarse bajo la consideración de los criterios presentados, compartiendo la responsabilidad de la evaluación y no delegándola solamente en el docente. Se sugiere que este informe los criterios de evaluación que utilizará y que también ejemplifique las conductas o acciones observables que se relacionan con cada nivel de concreción mencionado en la rúbrica analizada. Es posible, además, abrir el debate en torno de los criterios con los estudiantes y, luego, modificar, incorporar o eliminar algunos de los mencionados en la propuesta.

En el desarrollo de cada uno de los tramos se propone el trabajo de uno de los grupos del curso, cuyos integrantes ejercerán el rol de “documentalistas de la semana”. Cuando finalice el proyecto, se espera que cada uno de los grupos haya desarrollado ese rol en el transcurso de alguna de las semanas. El desarrollo de un registro, fotográfico o fílmico según decidan en cada contexto, implicará el análisis de lo trabajado en la semana y la jerarquización de las actividades, momentos o situaciones que deberán quedar en el registro como evidencia de las ideas centrales construidas durante el tramo. Este ejercicio propuesto no solo contribuye a la producción conjunta final, sino que también se traduce en un ejercicio de auto y coevaluación entre pares, ya que jerarquizar los momentos a registrar implica un análisis de lo transitado y una selección de las ideas centrales que evidencian los conceptos construidos. El análisis posterior y la elaboración y edición de un registro constituyen un momento de reflexión sobre lo realizado por el grupo entero.

Varias de las actividades propuestas a lo largo de los tres proyectos de la colección, y del primero en particular, poseen claves precisas para su resolución, dando la oportunidad de acompañar a los estudiantes en las tareas y la posibilidad de volver a las consignas, luego de su resolución, para constatar el grado de adecuación de cada una de las producciones. La explicitación concreta y detallada

de lo solicitado permite acercarse a los criterios de evaluación que luego se tendrán en cuenta para el análisis de las resoluciones. En la actividad 4B del Tramo 2, por ejemplo, se propone la elaboración de un texto sobre la base de la lectura de una noticia periodística real y la posterior toma de postura. Este es un momento en el cual se trabaja en la construcción de argumentaciones fundamentadas y para ello se ofrecen pautas detalladas para la elaboración del texto. En esta situación, se abre la posibilidad para el docente de guiar la evaluación conjunta de los textos según los criterios derivados de la consigna. Este ejercicio les brinda herramientas a los estudiantes para apropiarse de las lógicas de evaluación más habituales.

Al finalizar el proyecto, se propone en el Tramo 6 la construcción de una base de orientación. Siguiendo a García Rovira y Sanmartí (1998, p. 10-11): “La base de orientación es un instrumento ideado para promover que el alumnado desarrolle su capacidad de anticipar y planificar las operaciones necesarias para realizar una acción”. En este tipo de actividades se busca potenciar en los estudiantes una autorregulación de orden metacognitivo. Es decir que la intención es contribuir a que ellos no solo aprendan el contenido específico sino también los mecanismos y formas de aprender que luego se aplicarán a diversos temas y situaciones de aprendizaje. Esto requiere que ante una determinada actividad compleja se realice previamente una planificación de los pasos a seguir para su resolución.

Con este propósito, la actividad final del Tramo 6 solicita que cada grupo de estudiantes elabore un texto argumentativo en el cual integren todo lo trabajado y expliquen si el tipo de generación que han investigado, solar o eólica, es adecuado o no para el contexto que rodea a la escuela. Antes de la redacción del texto, se sugiere un conjunto de preguntas a realizar por el docente, pero a resolver por los estudiantes. Esta actividad, junto con los análisis derivados de la puesta en común en grupo completo, constituirá la base de orientación sobre la que asentarán su producción escrita.

La evaluación en el Proyecto N° 2

¿Podemos encender una luz con la energía del movimiento?

El Proyecto N° 2 aborda la transformación de la energía, una cuestión vinculada a diversos temas propios del currículo del primer año de la escuela secundaria que se articulan para la construcción de un dispositivo concreto. Temáticas tales como los estados de agregación de la materia, las propiedades de los materiales, los diseños experimentales, las problemáticas sociocientíficas, los circuitos eléctricos, entre otras, se abordan concretamente como pasos fundamentales para la construcción de un producto que cobra relevancia dentro del desafío propuesto.

Tal como en los otros proyectos propuestos en la colección “La energía en la escuela secundaria”, las actividades iniciales de este Proyecto N° 2. ¿Podemos encender una luz con la energía del movimiento? proponen la definición de un desafío y la construcción de una hoja de ruta a transitar para llegar a una producción final sugerida. Como se afirmó en el apartado anterior, la planificación de la acción contribuye a que los estudiantes tomen el control progresivo de la regulación de los aprendizajes y potencien sus capacidades metacognitivas. Se sugiere que, en el inicio del trabajo, se acompañe a los estudiantes a reflexionar sobre lo que ya saben acerca de la temática propuesta y sobre aquellas acciones que deberán realizar para llegar a los saberes necesarios para la resolución del desafío.

Para viabilizar esto, en esta ocasión se presenta una tabla para completar en un momento de intercambio con los estudiantes. Esta tabla podrá exponerse en el aula y se irá modificando durante el trabajo semanal con nuevos saberes e interrogantes.

¿QUÉ SÉ?	¿QUÉ ME GUSTARÍA SABER?	¿CÓMO VOY A APRENDERLO?	¿QUÉ APRENDÍ?

A lo largo de los tramos se propone que los estudiantes vuelvan a esta tabla para autoevaluar su tránsito por la semana y los saberes construidos.

Al finalizar los Tramos 2 y 4 se presentan pequeñas rúbricas útiles para identificar algunos criterios que podrían usarse para las evaluaciones de proceso durante el trabajo. Estas evaluaciones intermedias podrían derivarse en calificaciones en caso de que el docente lo considere necesario. Para ello se propone incorporar valores numéricos a cada nivel de concreción o columna de la rúbrica utilizada. La presentación de estos criterios en las rúbricas, junto con los niveles de concreción de cada uno de ellos, permite realizar una evaluación acorde con los objetivos de trabajo consensuados con los estudiantes. Los criterios seleccionados para la evaluación procesal dentro del proyecto están en concordancia con los objetivos específicos de cada tramo. En el texto del Proyecto N° 2, los objetivos que dan comienzo a cada tramo se presentan de modo tal que resultan evaluables mediante las actividades propuestas para este fin. Luego, el establecimiento de los criterios y descriptores de nivel específico de cada uno se proponen en concordancia con esto. Por ejemplo, en el Tramo 2 observamos el siguiente objetivo:

- Identificar y caracterizar las variables que determinan el estado de agregación del agua, mediante la elaboración e interpretación de actividades experimentales, sean concretas o simuladas.

Por lo tanto, una de las filas que se proponen en la rúbrica dice lo siguiente:

Debe seguir trabajando en el reconocimiento de la presión y la temperatura como variables determinantes del estado de agregación del agua.	Reconoce solo a la temperatura como determinante del estado de agregación del agua, necesita ayuda para relacionar la presión atmosférica.	Reconoce, en la mayoría de las instancias, tanto a la temperatura como a la presión atmosférica como determinantes del estado de agregación del agua.	Reconoce, en todas las instancias, tanto a la temperatura como a la presión atmosférica como determinantes del estado de agregación del agua.	Reconocimiento de variables que determinan el estado de agregación del agua.
--	--	---	---	--

Esto se sostiene con los contenidos propuestos en el tramo, entre ellos:

- Estados de agregación de la materia. Los cambios de estado y su relación con la temperatura.

Nótese que las actividades propuestas para la evaluación consisten en la puesta en marcha de pequeñas actividades experimentales, así como en el análisis de experiencias presentadas en forma audio-

visual y en el trabajo con un simulador de fácil acceso. De esta manera, se propone un acercamiento fenomenológico en diferentes formatos que, anclándose en los saberes previos, pone estos en juego y se construye sobre ellos para lograr los objetivos propuestos.

Otra instancia de reflexión y compromiso de los estudiantes se presenta en el Tramo 5, en el cual se sugiere un protocolo para la realización de un debate argumentado. Esta actividad persigue la finalidad de que los estudiantes vivencien la temática estudiada como un problema complejo que afecta a la sociedad y que, como tal, requiere que se tengan en cuenta los diversos actores e intereses que se ponen en juego durante su análisis. En primer lugar, se propone la investigación y la construcción de argumentos; y en segunda instancia, el debate pautado. Este constituye un rico momento susceptible de ser evaluado, ya que muchas capacidades comunicativas y disciplinares se despliegan en esta situación. El desarrollo de contraargumentaciones durante el debate habilita espacios de escucha entre los estudiantes, de interpretación de posturas y de elaboración de respuestas sobre la base de los saberes abordados a lo largo del proyecto. Esta actividad le permite al docente registrar el trabajo de los estudiantes y los grados de acercamiento a los objetivos planteados.

La realización del producto final mediante la discusión y el desarrollo de acuerdos entre los estudiantes permite asistir a las construcciones conceptuales subyacentes y la comparación con el punto de partida expresado en la primera clase, y da cuenta del nivel de avance en los saberes disciplinares que han realizado durante el transcurso de la propuesta.

La evaluación en el Proyecto N° 3

¿Podemos calentar agua con basura?

El campo de saberes abordados en este proyecto es amplio y de gran relevancia en las sociedades actuales. La gestión de residuos es una de las cuestiones ambientales de mayor impacto en las ciudades y que se beneficia de una gran difusión entre los ciudadanos. Esto conduce a que la temática ya esté instalada en la sociedad y seguramente no les resulte ajena a los estudiantes. Sin embargo, es necesario al comienzo del proyecto generar actividades dirigidas a lograr una concientización y una sensibilización que movilicen a los estudiantes de manera genuina. Para esto se propone un primer tramo de acercamiento, con varias actividades que visibilizan la temática y la contextualizan en el entorno cercano.

Tal como lo propuesto anteriormente, y siguiendo los puntos centrales del trabajo en el marco de la modalidad de proyectos, es durante la primera clase que se plantea el camino a seguir para la resolución de la problemática propuesta y se presenta la posibilidad de seleccionar el producto que se elaborará durante el transcurso de las semanas. En este caso, se sugiere la realización de un biodigestor para la gestión de residuos orgánicos y las alternativas de productos propuestas giran en torno a la realización de este dispositivo. Para contribuir a la evaluación, en este primer acercamiento a la tarea a realizar se propone la comunicación y puesta en discusión de los criterios que se utilizarán. La rúbrica que se presenta al final del proyecto constituye un marco sugerido para la evaluación durante el proyecto. Algunos de los criterios plasmados en ella podrán acordarse con los estudiantes. Tal como se viene proponiendo en los apartados anteriores, esto permitirá aumentar el grado de responsabilidad de los estudiantes respecto de sus propios procesos de aprendizaje, pasando de posiciones heterónomas, en las cuales los alumnos realizan actividades y dependen de la mirada posterior del docente, a posiciones más autónomas, en las que ellos mismos van regulando sus producciones a medida que se produce la internalización de los criterios de evaluación acordados.

En cada uno de los tramos se presentan rúbricas parciales para la evaluación de actividades específicas desarrolladas en los encuentros.

Entre ellas, la rúbrica que se presenta al finalizar el Tramo 2 está sugerida para la evaluación de las elaboraciones previas a la construcción del biodigestor (Actividad 3, apartado 2).

En este caso, los análisis propuestos antes de la construcción del biodigestor son realizados mediante preguntas y discusiones sobre el diseño experimental presentado. Estas producciones se conciben como insumos concretos para evaluar el proceso que se está realizando y visibilizar los grados de

concreción de los criterios establecidos para el tramo.

Las actividades finales del Tramo 3, referidas a la elaboración de un texto en el cual se trata un tema mitológico, se presentan como una posibilidad de evaluación mediante la rúbrica presentada al finalizar este tramo. Esta evaluación puede ser tomada para la calificación parcial del trabajo.

El Tramo 4 se centra en la construcción de un diseño experimental concreto. Por lo tanto, la rúbrica presentada constituye un insumo útil para la evaluación de esta producción parcial del tramo.

Al finalizar el Tramo 5, la rúbrica sugerida expone los criterios y descriptores destinados a evaluar la producción final del biodigestor diseñado en el Tramo 2, pero incluyendo las mejoras logradas luego del tránsito por el resto de los tramos.

Es esencial destacar que las rúbricas parciales se proponen como herramientas disponibles en caso de decisión del docente. No es preciso ni intención de la propuesta trabajar todos los tramos con las rúbricas y, debido a la necesidad de ajustar los tiempos a las realidades áulicas, seguramente esta herramienta será utilizada en momentos puntuales según las necesidades del contexto.

En el tramo final de integración y elaboración del producto final de este Proyecto N° 3, los estudiantes en gran grupo irán planificando y construyendo una base de orientación sobre las acciones a realizar para culminar con el proyecto. Las preguntas sugeridas tienen como finalidad visibilizar los objetivos y decisiones involucrados en el desarrollo del producto, lo cual viabilizará también la posibilidad de evaluación posterior por parte de los propios estudiantes.

Se proponen instancias en las cuales se retoma lo trabajado en el primer tramo y se abre la posibilidad para que, en gran grupo, vayan evaluando la implementación de la propuesta. Para ello se retoman los Objetivos para el Desarrollo Sostenible definidos por la ONU (trabajados en el primer tramo) que enmarcaron la propuesta y mediante un "semáforo" se propone asignar distintos colores según el grado de concreción alcanzado luego del trabajo. Esta actividad permite terminar el proyecto, no solo valorando lo transitado, sino también planteando un panorama de los objetivos sobre los cuales deberán seguir trabajando en futuros proyectos.

Para la construcción de la bitácora

En su bitácora personal, le proponemos que identifique en los proyectos de la serie por lo menos tres instancias de evaluación y luego analice:

→	¿Estas instancias favorecen la autoevaluación de los estudiantes?
→	¿Qué cambios incorporaría para aumentar la significatividad y la contextualización de estas propuestas de evaluación?
→	¿Incorporaría en alguna instancia del proyecto la formulación de un contrato de evaluación con los estudiantes? ¿Dónde? En caso afirmativo, sugerimos escriban un párrafo sobre su realización y lo reserven para el momento de la implementación.

EN RESUMEN

A lo largo de este capítulo hemos analizado el rol de la evaluación como un proceso esencial que trasciende lo meramente administrativo, técnico y académico y se enmarca en una dimensión pedagógica fundamental. Las propuestas presentadas han dado ciertas respuestas a cuestionamientos vinculados con la posibilidad de:

1. Pensar en una evaluación que sea de utilidad, tanto para docentes como para estudiantes.
2. Presentar una evaluación que funcione como una base sobre la cual orientar los procesos de enseñanza y aprendizaje.
3. Implicar a los estudiantes en los mecanismos de evaluación.
4. Utilizar instrumentos que respondan a las necesidades que se presentan con las nuevas concepciones de la evaluación.

La evaluación no es una instancia separada de los procesos de enseñanza y aprendizaje, sino que forma parte de ellos, por lo que requiere una planificación que, atendiendo a las implicancias conceptuales del concepto, involucre la utilización de instrumentos que faciliten un uso adecuado y significativo. Compartir la responsabilidad de la evaluación con los estudiantes significa implicarlos en las regulaciones del proceso, lo cual los conduce a un empoderamiento respecto del sentido de la acción evaluativa: no solo se apropian de saberes presentes en el currículum, sino también de los instrumentos de evaluación y regulación, y construyen así capacidades relacionadas con aprender a aprender.

Asimismo, considerando la función de la evaluación y sus potencialidades como fuente de información que nos acerca a la manera en que los estudiantes aprenden, reflexionamos en esta clase sobre las formas en que se hace presente en aulas heterogéneas habitadas por estudiantes con diferentes trayectorias. En ese sentido, nos interrogamos: ¿es necesario que las formas de evaluación sean las mismas para todos los estudiantes?; ¿cómo pueden abordar la heterogeneidad las propuestas de evaluación?

CAPÍTULO 4:

¿CÓMO UTILIZAR LOS APORTES DE LA EABP Y LAS PROPUESTAS DE TRABAJO PARA AULAS HETEROGÉNEAS EN EL TRABAJO ESCOLAR?

INTRODUCCIÓN

“Una exploración de las representaciones colectivas acerca de la escuela muestra, en general, que en las figuraciones se encuentran aquellos rasgos vinculados a la institución universal, junto a otros que son la síntesis de la experiencia particular de las personas con las escuelas que han resultado significativas para ellas”. (Garay, 2000, p. 8)

En este cuarto capítulo proponemos poner la mirada allí, en las aulas, lugar donde se materializa lo universal de la escuela como institución social, educativa y singular.

En este preciso instante, miles y miles de estudiantes alrededor del mundo están en la escuela. Si pudiéramos hacer un vuelo rápido por las aulas del mundo, ¿qué veríamos?

Podemos hacer un ejercicio sencillo: ingresar a un buscador web y realizar una búsqueda de imágenes con el tema “aulas del mundo”. Veremos fotos de estudiantes árabes, europeos, latinos o asiáticos; vestimentas distintas, colores de tez diferentes... Pero también nos sorprenderá (¿nos sorprenderá?) encontrar muchas coincidencias: en todas veremos un gran grupo de estudiantes sentados ordenadamente, todos más o menos de la misma edad y realizando alguna tarea. Veremos también siempre a un docente al frente o recorriendo los bancos, un pizarrón o una pantalla.



Salvo pequeñas discrepancias, las imágenes de las aulas alrededor del mundo son muy similares. Y ninguno de nosotros se sorprenderá por esto. Sabemos cómo y por qué fueron pensados y diseñados muchos de los sistemas escolares. Sin embargo, ¿confiaríamos en un médico que recetara a todos sus pacientes el mismo medicamento sin importar si uno está engripado, tiene anginas o se quebró una pierna? Claramente, no. Los riesgos serían altísimos y le exigimos como profesional que se tome el tiempo para saber qué nos pasa, qué necesitamos, y que nos recete un tratamiento adecuado para

la situación de cada uno. Por supuesto, no será necesaria la invención de un tratamiento para cada persona, pero sí la existencia de una variedad que permita el abordaje de las diferentes necesidades.

LAS AULAS HETEROGÉNEAS

La imagen del aula como un espacio en el que todos tienen más o menos la misma edad y realizan más o menos la misma tarea ha sido dominante a lo largo de la historia y del mundo. Este modelo de aula y de escuela homogeneizante nos resulta inevitable y, lejos de crear oportunidades equitativas, muchas veces acentúa las inequidades y desigualdades. En este sentido, como dice Perrenoud (1990), si se brinda la misma enseñanza a alumnos cuyas posibilidades de aprendizaje son desiguales, solo es posible que se mantengan las diferencias entre ellos y, acaso, que aumenten.

La escuela tradicional de hoy, graduada, con currículum uniforme, fue creada durante la época moderna. El objetivo de universalidad, de incorporar masivamente a una gran población estudiantil, implicó la clasificación para poder ofrecer la atención necesaria. Esta escuela llevó a cabo la tarea de socializar a los niños y jóvenes, de ofrecer una educación homogénea: era necesario que la población compartiera y comprendiera los modos de pensamiento, comportamiento y de sentimiento de sus sociedades. Teniendo en cuenta estos rasgos de origen, deberíamos preguntarnos con Anijovich y cols. (2005, p. 1):

“[...] ¿es posible continuar sosteniendo actualmente esta idea cuando, como producto de la homogeneización institucionalizada, al decir de Sacristán (2000), se crean diversidades al querer gobernarlas, cuando la homogeneidad intenta ‘cubrir o tapar’ las diferencias creando así situaciones de desigualdad, cuando la diversidad se utiliza para clasificar, segregar, seleccionar, marginar, mantener privilegios económicos, estructuras de poder?”

Podemos transitar el camino de deconstrucción de esas aulas homogéneas hacia aulas diversas y heterogéneas donde:

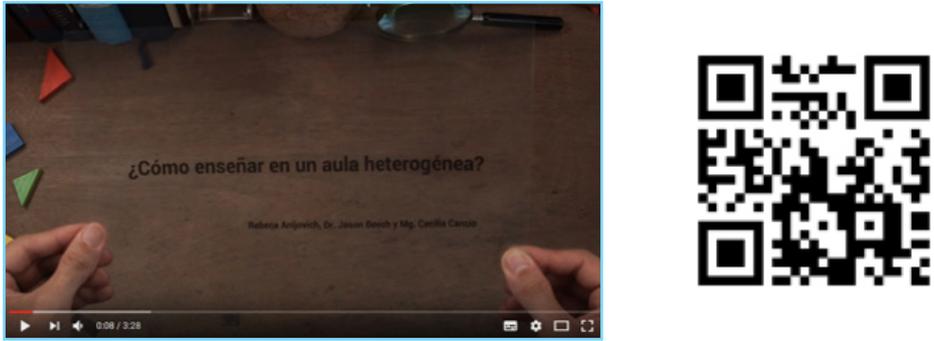
“A lo largo de la jornada, todos los alumnos realizan tareas individualmente y en grupos, y también hay actividades para toda la clase. Algunas veces, los alumnos eligen el tamaño y las tareas de su grupo; otras veces, les son asignados. A veces, el docente establece los criterios para juzgar los resultados, y a veces, los establecen los alumnos... Dado que suceden muchas cosas diferentes, ninguna tarea define lo que es ‘normal’ y ninguna ‘se diferencia’. El docente piensa y planifica en función de ‘múltiples caminos hacia el aprendizaje’ para diversas necesidades, y no en términos de lo ‘normal’ y lo ‘diferente’”. (Tomlinson, 2005, p. 11)

La noción pedagógica que posibilita el nuevo paradigma de la integración de los individuos a la sociedad es la de aula heterogénea. Según Anijovich, esta constituye el núcleo básico de organización de la escuela, en la que se producirán todos los procesos de aprendizaje de los estudiantes:

“El concepto de aula heterogénea no solo apunta a tomar conciencia de las variaciones existentes en una población de estudiantes en lo que respecta a su inteligencia y sus logros de aprendizaje; sino que incluye diferencias relevantes a la hora de abordar la enseñanza: origen, etnia, cultura, lengua, situación socioeconómica, características personales, estilos de aprendizaje, inteligencias, entre otras”. (Anijovich y cols., 2004, p.32)

A continuación, la autora introduce algunos principios básicos de este enfoque. Los invitamos a escucharla:

Principios básicos del trabajo enfocado en aulas heterogéneas



The image shows a video player interface. The video title is "¿Cómo enseñar en un aula heterogénea?". Below the title, the names of the speakers are listed: "Rafaela Argüeso, Dr. Jason Beach y Mg. Cecilia Casco". The video player shows a progress bar at 0:08 / 3:28. To the right of the video player is a large QR code.

En línea con este enfoque, McCarthy (2015) sostiene que para diferenciar y diversificar la enseñanza atendiendo a esa heterogeneidad, es responsabilidad del docente conectar el contenido, el proceso y el producto.

El propósito principal de la metodología de McCarthy es formar estudiantes autónomos. Para que esto ocurra, los docentes deberán ofrecer ambientes de aprendizaje que favorezcan el desarrollo de habilidades que lleven a la autonomía. Algunos modos de promoverla son:

1. Ofrecer alternativas a los estudiantes para que puedan elegir y argumentar sus elecciones en las tareas que proponemos.
2. Enseñar a trabajar de manera cooperativa.
3. Incluir la autoevaluación.
4. Promover interrogantes metacognitivos.
5. Recorrer junto con los estudiantes, tanto las metas de aprendizaje como el sentido de la tarea que proponemos.
6. Consensuar el encuadre del trabajo.
7. Enseñar hábitos de estudio y trabajo.
8. Proponer consignas adecuadas.

Planificar pensando en un aula heterogénea también nos lleva como docentes a reconocernos heterogéneos y diversos: cada cual con su propio trayecto educativo, personal y profesional. Es a partir de este reconocimiento que podremos nutrirnos del trabajo multidisciplinario e interdisciplinario, y reconocer las diferencias en cada colega como posibilidades de encuentro y enriquecimiento, más que como un obstáculo. El trabajo en equipo de los cuerpos docentes y la formación de una verdadera comunidad educativa (de profesionales, estudiantes y familias de la escuela) nos permitirán dar un paso más en el camino de la equidad educativa.

Del enfoque a la metodología

En la actualidad, la escuela es un crisol de todo tipo de ideas. En nuestras prácticas docentes podemos reconocer pedagogías tradicionales y alternativas, que muchas veces conviven, y otras tantas en disonancia. Dentro de este gran abanico de prácticas nos interesa enfocar una que, lejos de ser nueva, viene recobrando fuerzas en los últimos años: el Aprendizaje y la Enseñanza Basados en Proyectos (EABP).

La metodología basada en proyectos, que postula aprender alrededor de temáticas complejas que tengan interés y sentido para el alumnado, tiene una larga historia de más de 100 años. Las investigacio-

nes históricas ubican las primeras experiencias con esta metodología en Estados Unidos, a finales del siglo XIX. Desde John Dewey –que habló de una enseñanza centrada en el aprendiz, o activa– y William H. Kilpatrick –que la sistematizó en 1918–, pasando por un gran número de pedagogos y didactas.

Cada profesor tendrá, probablemente, una relación personal con los proyectos, construida en su biografía de estudiante y docente. Sabemos que no es una primicia y que muchas escuelas llevan adelante esta metodología de trabajo como uno de los ejes principales de su estructura didáctica. Sin embargo, no siempre está clara su definición y menos aún sus componentes y desarrollo.

Surgen entonces varios interrogantes: ¿a qué llamamos EABP?, ¿qué es y qué no es el trabajo por proyectos?, ¿cuáles son las razones para elegir una metodología de proyecto?

Podríamos resumir esta propuesta en nueve puntos contruidos a partir de la sistematización de aportes bibliográficos:

1. **Interés.** La propuesta parte de un/a interés/motivación real, basado/a en situaciones concretas y efectivas de los estudiantes y de las comunidades en las que habitan. Problemas detectados que se expresan en preguntas claras para definir un proceso de construcción de conocimientos.
2. **Saberes previos.** Exige un saber previo de los educadores sobre la temática, con rigurosidad conceptual, aunque pueda no contarse inicialmente con las “respuestas” que las preguntas requieren. Los docentes intervinientes deben tener conocimientos suficientes sobre la temática que van a proponer o acompañar.
3. **Interdisciplinariedad.** En general, supone una cierta interdisciplinariedad o, al menos, multidisciplinariedad. Aunque puede partir de una disciplina en particular que convoca a las otras a enriquecer la perspectiva.

La interdisciplinariedad y el aprendizaje pleno

El aprendizaje integrado o pleno (Perkins, 2010) se ubica dentro de una serie de ideas contemporáneas como una teoría de la acción integradora. Adopta una postura firme en contra del aprendizaje atomístico y excesivamente extenso.

En la clase, un aprendizaje integrado propicia el trabajo interdisciplinar que conlleva el desafío de superar las visiones fragmentadas y asumir una posición pedagógica que diluya las fronteras entre las disciplinas y las barreras entre la teoría y la práctica. Así, la interdisciplinariedad en la escuela se visualiza como un trabajo colectivo que, a la hora de trasponer didácticamente los saberes expertos, tiene presente para la organización de la enseñanza la interacción de los saberes, el diálogo entre sus conceptos prioritarios, los marcos epistemológicos, las metodologías y los procedimientos (Ministerio de Educación de la Nación, 2018).

La interdisciplinariedad a través de proyectos favorece el trabajo colaborativo y cooperativo, crea espacios de diálogo y genera oportunidades de intercambio y discusiones en torno de situaciones relevantes para los estudiantes. De esta manera se exige desarrollar habilidades para investigar e innovar, ser creativos y hacer uso de los medios y recursos que contribuyan a optimizar los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

Por eso, promover tareas integradoras en el aula por medio de esta metodología permite contribuir al desarrollo del aprendizaje integrado desde la interdisciplinariedad y en función de los lineamientos actuales de la enseñanza.

4. **Heterogeneidad.** Reconoce la diversidad y la heterogeneidad en el proceso de aprendizaje

de los estudiantes. Se proponen itinerarios variados y con alternativas que contemplen distintas formas de aproximarse al conocimiento. Asume las diferentes trayectorias de los estudiantes.

5. **Trabajo colaborativo.** Requiere de un desarrollo de trabajo colaborativo, con la participación de estudiantes y docentes. Todos pueden enseñar y aprender, sin que esto desdibuje el lugar fundamental que cada uno de los protagonistas asume desde el principio.
6. **Trabajo cooperativo.** Retoma metodologías para trabajar con grupos, basadas en el enfoque del trabajo cooperativo (no es un agrupamiento a secas, hay una organización específica y pautada del trabajo grupal).
7. **Producción.** Al final del proceso, el grupo elabora algún tipo de producción destinada a ser compartida públicamente.
8. **Evaluación formativa.** Se evalúa a los estudiantes de manera formativa, con evaluaciones auténticas, entre las cuales se incluyen instancias de autoevaluación.
9. **Revisión de la evaluación.** Revisa fuertemente la concepción y las prácticas de evaluación de los aprendizajes.



Para seguir investigando...

Sugerimos la lectura del documento “La enseñanza y aprendizaje basados en proyectos. Sistematización del proceso colectivo de construcción”, elaborado a principios de 2018 por la Fundación Voz, especialistas y actores involucrados en la temática.

EABP Y CIENCIAS NATURALES

En el campo de la enseñanza de las ciencias, la metodología de EABP conecta con líneas de investigación como las de “Ciencia-tecnología-sociedad” (CTS), “Ciencia en contexto”, “Temas sociocientíficos” (SSI), “Educación ambiental”, “Aprendizaje por indagación” y “Ciencias, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas (MIN(A)T en español o STEAM en inglés)” entre otras. Todos estos son marcos teóricos en los que confluyen distintas concepciones y prácticas.

La metodología EABP se presenta como una propuesta en la cual los espacios de trabajo son colaborativos y enriquecedores e invitan a trabajar en formas de “hacer ciencia” que apunten no solo a los productos de la ciencia (conceptos, modelos, etc.), sino también a los procesos inherentes al quehacer científico y cuya incorporación a la ciencia escolar la enriquece de contenidos epistemológicos. Así, en este marco, se considera a la ciencia como una actividad humana en continua construcción e inseparable de su contexto, el cual la enmarca y, en gran medida, la define y determina. Esta mirada contextualizada de la ciencia y de su enseñanza dota de significado al aprendizaje de los estudiantes y facilita la construcción de saberes más significativos y profundos.

Un aspecto fundamental en lo anterior es el trabajo interdisciplinar. Los proyectos de EABP en ciencias les permiten a los alumnos trabajar estudiando el comportamiento de una pequeña porción de su mundo, que no es cortada por la tijera de las disciplinas escolares sino por la de sus realidades y contextos. Así, es natural la confluencia de los requerimientos conceptuales de las distintas materias. Por un lado, se requiere acceder a conocimientos de matemáticas, ciencia y tecnología. Pero, además, el conocimiento situado en la realidad de los estudiantes necesitará ser sostenido por la articulación con los estudios de Ciencias Sociales, Arte, Lengua y las demás áreas de conocimiento que se trabajan en la escuela.

La metodología EABP en ciencias establece que el aprendizaje y el éxito de las acciones son interdependientes, con lo cual el conocimiento se construye iterativamente a lo largo de todos los temas que

se tratan, aun cuando necesariamente se ponga foco en algunos más que en otros. Los requerimientos de colaboración, comunicación entre pares, resolución de problemas y aprendizaje autoguiado implican el desarrollo de un pensamiento crítico y analítico y estimulan el desarrollo de competencias científicas y habilidades de pensamiento de orden superior.

¿Qué se entiende por competencia científica?

Alrededor del término competencia hay muchas definiciones y concepciones. Una de las definiciones más consensuadas es la que propone DeSeCo (2003):

“[...] capacidad de responder a demandas complejas y realizar tareas diversas de forma adecuada. Supone una combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones y otros componentes sociales y de comportamiento que se movilizan conjuntamente para lograr una acción eficaz”.

Como puede advertirse en esta definición, se trata de una capacidad compleja que incluye muchos saberes y que se demuestra en la acción.

En cuanto al concepto de competencia científica, podemos citar al informe PISA (OECD, 2016, p. 24) donde se define como “la habilidad para interactuar con cuestiones relacionadas con la ciencia y con las ideas de la ciencia, como un ciudadano reflexivo”. Aquí, el énfasis se pone en poder entender y participar en debates críticos sobre temas de ciencia y tecnología.

Ejemplo de competencias científicas según Furman (2008):

- Observar
- Describir
- Comparar y clasificar
- Formular preguntas investigables
- Proponer hipótesis y predicciones
- Diseñar experimentos para responder a una pregunta
- Analizar resultados
- Proponer explicaciones que den cuenta de los resultados
- Buscar e interpretar información científica de textos y otras fuentes
- Argumentar

Más allá de estas dos definiciones que hemos compartido, el de competencia es un concepto en construcción que, según Sanmartí y Márquez (2017), evoluciona a partir de reflexiones teóricas, del análisis de las prácticas escolares y también de la evolución de la sociedad. Es posible que en unos años utilizemos otro concepto para hablar de los objetivos de la escuela, pero es evidente que no será una vuelta al pasado.

El marco STEAM

En los últimos años ha surgido en el mundo un nuevo concepto relacionado con la innovación educativa: la propuesta STEAM (por su acrónimo en inglés Science, Technology, Engineering, Art y Mathematics) o, en castellano, MIN(A)T (Ciencias, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas). Este acrónimo fue acuñado por la Academia Nacional de Ciencias (NAS) de Estados Unidos en 2009 y su principal propósito es desarrollar una nueva manera de enseñar conjuntamente las disciplinas a las que aporta, con foco en la resolución de problemas tecnológicos. En sus comienzos, el acrónimo no presentaba la A, que incorpora la dimensión del arte, aunque en la actualidad se suma para brindar mayor significatividad, amplitud y riqueza a la perspectiva.

En el mundo, el mercado laboral demanda cada vez más egresados de carreras científico-tecnoló-

gicas. La necesidad de estas profesiones ha ido en aumento en los últimos años y en muchos casos la empleabilidad de los egresados estaría prácticamente garantizada.

Sin embargo, al menos en la Argentina, la cantidad de graduados es mucho menor de lo que se necesita, llegando apenas a cubrir el 14 % de las necesidades del mercado laboral local (Rizzo, 2018), mientras que en países como Corea y Finlandia estos diplomados representan más del doble. En Europa sucede algo similar, encontrándose que cada vez menos jóvenes eligen estudiar carreras científicas.

Las razones por las cuales disminuye la cantidad de inscriptos y de graduados en carreras científicas no son claras. Se sabe que el estudio de las ciencias no es sencillo, sobre todo en la edad escolar donde los contenidos científicos por lo general se estudian fragmentados, en términos de disciplinas, y en muchos casos, aislados de la vida cotidiana de los estudiantes. Esto podría explicar por qué, en el momento de elegir una carrera universitaria, muchos jóvenes desestiman las carreras de corte científico-tecnológico, basándose en sus experiencias escolares previas respecto de estas disciplinas.

La metodología STEAM trata de dar respuesta a la situación descripta más arriba, con propuestas para todos los niveles educativos, a partir de las cuales se busca formar ciudadanos que dispongan de herramientas para desarrollar análisis y razonamientos más holísticos que los tradicionales y no tan fragmentados por disciplinas.

STEAM es un acrónimo que sirve para referirse al ámbito profesional que incluye las diferentes disciplinas científico-tecnológicas (a menudo denominadas como carreras o profesiones STEAM) y el arte, pero también para apuntar al conjunto de conocimientos, competencias y prácticas relacionados con este ámbito, que deben ser promovidos y desarrollados a lo largo de la escolaridad (la alfabetización STEAM que se adquiere durante la educación STEAM). Sin embargo, el mismo término STEAM genera desconcierto entre profesionales, ya que es utilizado con diferentes significados en el mundo educativo. Según Domènech-Casal y cols. (2019, p. 285), esto se debe principalmente a que STEAM no hace referencia a una metodología en sí misma, sino que “[...] es un panel (variante y creciente) de herramientas tecnológicas, perspectivas pedagógicas y enfoques metodológicos que se ha considerado útiles para cumplir con los objetivos STEAM”.

Los objetivos de la educación STEAM, en todos los niveles educativos, incluyen el desarrollo del interés científico de los estudiantes y su capacidad para resolver problemas auténticos, con el objetivo de que el conocimiento de la ciencia se utilice para la comprensión del mundo real. Los estudiantes podrán utilizar nuevas herramientas tecnológicas –tanto con la programación, la robótica, la impresión 3D y el trabajo con sensores como con el uso de aplicaciones de teléfonos celulares, laboratorios remotos o virtuales– y entender cómo la tecnología afecta al mundo que les rodea (Beier y cols., 2018).

La educación STEAM no debe buscar solamente la capacitación de un importante porcentaje de la población para convertirlo en futuros profesionales STEAM, sino, sobre todo, alfabetizar y dotar de competencias STEAM al conjunto de los futuros ciudadanos (vayan a convertirse o no en profesionales STEAM), para producir una sociedad mejor preparada para involucrarse y tomar partido en los retos científico-tecnológicos de nuestros entornos, y aportar así soluciones a estos retos sociales (Levinson y PARRISE Consortium, 2014).

Es en este contexto internacional en donde la propuesta de EABP cobra mayor relevancia, ya que, pese a cumplir más de 100 años, genera un renovado interés a los ojos de los objetivos STEAM.

EABP y el marco STEAM

Domènech-Casal y cols. (2019) resume de manera muy clara cómo, a partir de este contexto internacional de metas y objetivos STEAM, la Enseñanza y el Aprendizaje Basados en Proyectos se presenta como una metodología “privilegiada” o candidata que puede ofrecer grandes aportes. Sin embargo, debemos tener en cuenta que estos nuevos escenarios conllevan nuevos desafíos y complejidades que no debemos subestimar. Según el autor, quien menciona la metodología como ABP y el grupo de disciplinas como STEM:

“El ABP ha sido valorado como una metodología privilegiada para el despliegue de los objetivos STEM, en forma de actividades de Aprendizaje Basado en Proyectos en las que participan dos o más materias del ámbito STEM. Esto hace que –añadida a la complejidad de la definición de STEM– se incorporen en esta fórmula las complejidades propias de la metodología ABP, configurándose distintos componentes para tener en cuenta con relación al diseño de proyectos ABP STEM.

En los proyectos, los conceptos o modelos no siempre están perfectamente encajados entre sí y con los conflictos a resolver. En ocasiones los propósitos y contextos requieren solo un nivel de conocimiento muy superficial de los conceptos, por lo que se aprenden de forma parcial o poco sofisticada, o el conflicto a resolver no instrumentaliza el uso de conceptos ni la comprensión o análisis de los contextos. Además, en ocasiones por un diseño incorrecto, en ocasiones debido a contextos excesivamente complejos, puede resultar difícil desplegar el discurso de la ciencia”. (Domènech-Casal y cols., 2018).

Añadido a esto, el ABP suele implicar la participación del alumnado en la planificación (resultando proyectos con mayor o menor grado de apertura) y la evaluación del proyecto (Sanmartí y Márquez, 2017; Grau, 2009). La participación del alumnado en la toma de decisiones puede “desplazar” partes o todo este conjunto (contenido, contexto, conflicto) de los espacios didácticos en que su uso redundaría en un mejor aprendizaje.

Considerando las palabras del autor y reconociendo la necesidad de implementar iniciativas que impulsen formas innovadoras en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales, resulta esencial analizar y reflexionar acerca de las implicancias pedagógicas y didácticas de las nuevas propuestas. Estos análisis contribuirán a la construcción de herramientas para promover el desarrollo de prácticas interdisciplinarias y al planteamiento de actividades más significativas que, contextualizadas en entornos reales, involucren el fortalecimiento de competencias científicas esenciales para la formación de los estudiantes de hoy.

¿Qué enseñar? ¿Cómo elegir los contenidos?

Hemos visto en este texto que numerosos autores señalan que la metodología de EABP conlleva beneficios y oportunidades, en el sentido de facilitar el trabajo en el aula y mejorar los aprendizajes de los estudiantes. Sin embargo, está claro que esta metodología no es una novedad y que en muchas aulas de nuestro país (y del mundo) se han trabajado (y se trabajan) propuestas de este tipo o con este nombre. Por lo que es válido preguntarse por qué aún no se observan cambios significativos en las trayectorias de los estudiantes con respecto a los aprendizajes logrados con métodos tradicionales de enseñanza, cuando se trata del desarrollo de las competencias científicas deseadas. Una primera respuesta seguramente tenga que ver con la falta de tiempos y espacios curriculares para el desarrollo de propuestas del tipo de EABP. Pero posiblemente deberemos analizar y revisar si las propuestas de aula que se están llevando adelante entienden el trabajo por proyectos tal como lo proponen los expertos en los que nos hemos basado para concebir la serie de Proyectos “La energía en la escuela secundaria” que aquí les presentamos.

Como hemos dicho antes, podemos identificar algunos aspectos interesantes para tener en cuenta en el momento de pensar este tipo de propuestas:

1. Se debe partir de desafíos, preferentemente en forma de preguntas, que pongan en alta estima a los estudiantes y que, a la vez, les permitan movilizar ideas y saberes previos para resignificarlos.
2. Los estudiantes deben formar parte activa de la planificación de todo el trabajo en el aula. Aun en los proyectos del tipo “cerrados”, en donde es el equipo docente el que propone el desafío y el producto final esperado, los estudiantes deben saber desde el primer momento qué se espera que logren a lo largo del trabajo y participar activamente en la decisión de cómo organizarse, de qué manera realizar las actividades y qué formas de

evaluación irán presentándose por parte del equipo docente. Se recomienda dedicar una jornada de trabajo para esta planificación y el armado de la “hoja de ruta”.

3. El producto final del proyecto deberá desarrollarse a lo largo de las semanas de trabajo en el aula y, además, dirigirse a un público definido desde el inicio. Muchas veces se elude este punto, la construcción del producto como instancia final, lo que favorece la pérdida de sentido y de entusiasmo con el correr de los días.
4. El producto final debe estar pensado y dirigido a un público particular. No se trata de realizar un trabajo porque sí, sino de generar algún tipo de impacto en una comunidad previamente definida (el resto de la escuela, el barrio, las familias, etc.). Esto ayudará a darle importancia y sentido al trabajo de todos los días.

En las tres propuestas de trabajo de “La energía en la escuela secundaria” se pueden reconocer estos cuatro puntos para ejemplificarlos. Cada una de estas guías propone que los estudiantes se involucren en la resolución de un desafío vinculado con el mundo real, solventando para ello una serie de actividades enmarcadas en una secuencia de trabajo extendida en el tiempo. En esas actividades, los estudiantes cumplen un rol protagónico, intelectualmente activo, y aprenden las grandes ideas de las disciplinas, desarrollando al mismo tiempo capacidades de planificación, resolución de problemas, colaboración y comunicación.

Las guías parten de una pregunta disparadora y de una actividad de presentación en el aula, a modo de desafío. Como se planteó anteriormente, este momento del proyecto es clave, ya que da sentido al trabajo venidero. Tanto en el Proyecto N° 1 como en el N° 2, se propone un texto para compartir con los estudiantes en donde se explicita la relevancia del problema a estudiar y se plantea un desafío que se les propone resolver. El Proyecto N° 3, en cambio, nuclea un grupo de actividades que, apuntando al mismo fin, abren y visibilizan la problemática a abordar.



A nivel mundial estamos viviendo una época compleja en cuanto a la generación y al consumo de energía. Nuestro estilo de vida moderno está cambiando y va a seguir cambiando. Aumentamos día a día la necesidad de energía a nivel mundial mientras las fuentes convencionales de las cuales la obtenemos escasean e incluso algunas se agotan. Pero aún estamos a tiempo de repensarnos y ser parte de un cambio que nos permita dar un paso hacia adelante.

¿Podremos nosotros, desde nuestra escuela, contribuir a este cambio? ¿Qué pasará si somos los jóvenes los que tomamos las riendas? Consumir lo necesario, conocer las fuentes, cuidar los recursos y generar energías limpias en el patio de nuestra escuela puede ser el puntapié inicial para traccionar, desde las escuelas de toda la Argentina, un cambio profundo.

El desafío es grande: debemos conocer de qué hablamos cuando hablamos de energía, cómo se produce, cómo llega hasta nuestro lugar, para qué la utilizamos y si existe una manera de hacerlo que sea más sostenible que la actual.

Los invitamos a discutir, pensar y reflexionar, buscar alternativas y soluciones colectivas. ¿Estamos listos para ser parte del futuro?

¿Cómo podríamos ser más eficientes en el consumo y generar energía? es la pregunta que guía todo el trabajo del primer Proyecto, buscando movilizar en cada grupo de estudiantes la posibilidad de generar energías “limpias” en la propia escuela. Si se observa con detalle la guía del Proyecto N° 1, podrá notarse que, ya en la primera semana de trabajo, los estudiantes no solo sabrán cuál tema trabajarán, sino también qué producto final deberán elaborar y de qué manera lo irán realizando semana a semana.

Esta primera instancia de trabajo, además, queda abierta a que los propios estudiantes identifiquen las tareas que deberán realizar semanalmente y las distribuyan entre todo el grupo. Es importante notar que, si bien gran parte de la propuesta será delineada y definida por el equipo docente, se les ofrece a los estudiantes momentos genuinos de toma de decisión sobre el desarrollo del trabajo. Este ejercicio metacognitivo de pensar y planificar qué se debe hacer para cumplir con el objetivo final es crucial para que se dote de sentido y resignifique el trabajo en el aula.

Por otro lado, el producto final, un video documental que dé cuenta de todo el trabajo realizado en el proyecto de investigación, se construye paulatinamente, semana a semana. Luego de recorrer las actividades propuestas en cada tramo, un equipo de documentalistas (definido y acordado por los propios estudiantes) deberá seleccionar el material que considere pertinente para sumar al producto final colectivo. Al finalizar los seis tramos de trabajo, se realizará la edición final del documental, nucleando todos los fragmentos.

La guía del Proyecto N° 2 parte de la pregunta: ¿Podemos encender una luz con la energía del movimiento? Esta propuesta también empieza con una actividad de presentación de la problemática a los estudiantes. En este caso, se comienza movilizando ideas previas sobre el agua y su movimiento y planteando la necesidad de pensar nuevas formas, amigables con el ambiente, para utilizar este recurso renovable como fuente limpia de energía. Posteriormente, se invita a los estudiantes a la elaboración de un prototipo simple que sea capaz de encender una pequeña luz de LED a partir del movimiento de una corriente de agua. Los estudiantes deberán diseñar los distintos componentes necesarios para tal fin luego del trabajo disciplinar de cada tramo, que les brindará las herramientas conceptuales necesarias para realizar esta tarea. Finalmente, deberán pensar e imaginar formas nuevas y sustentables de llevar ese prototipo al mundo real.

Al igual que en la guía del Proyecto N° 1, en esta nueva propuesta los estudiantes deberán definir tareas,



Sabemos que el agua ocupa más del 70% de la superficie del planeta que habitamos. Sabemos que nuestro cuerpo está formado por grandes cantidades de esta sustancia. Sabemos que el agua pasa de estar líquida a sólida cuando hace mucho frío y que vuelve a estar líquida cuando la temperatura aumenta. Sabemos que se evapora y forma nubes, y que vuelve a caer en la tierra en cada lluvia y en cada nevada. Sabemos que forma ríos, lagos y mares. Y que en ella viven y se desarrollan innumerables cantidades de seres vivos. Sabemos que las economías de muchísimos países dependen del agua. Sabemos que cumple un ciclo infinito de movimiento. Pero, ¿sabían ustedes que gran parte de la electricidad que ilumina nuestras casas viene de aprovechar el movimiento del agua? ¿Saben qué es un generador hidroeléctrico y cómo transforma el movimiento del agua en electricidad? ¿Saben qué es necesario para que esa transformación ocurra? ¿Saben qué tipo de materiales son necesarios para este proceso? ¿Podremos pensar nuevas formas de aprovechamiento energético del agua, este valiosísimo recurso natural?

Ya sea nadando, bebiendo, pescando o navegando sobre ella, la humanidad se ha desarrollado a la vera del agua. Su uso sostenible y respetuoso con el ambiente debe ser una bandera que nos permita seguir disfrutando de los beneficios que obtenemos aprovechando sus características únicas para mejorar nuestra forma de vida.

¿Podremos pensar, imaginar y proyectar formas novedosas de utilizar la energía del movimiento del agua para iluminar el mundo?

distribuir las y designar responsables antes de comenzar el trabajo. Al finalizar los cinco tramos de trabajo, procederán a la elaboración del dispositivo completo y de las propuestas de contextualización. Este producto final será una producción colectiva, lo que requerirá de acuerdos y trabajo en equipo de toda la clase.

En el caso del Proyecto N° 3, las propuestas de actividades para la presentación del Proyecto y el producto final que se espera que construyan los estudiantes son levemente diferentes a los planteados en las otras dos ocasiones.



DESARROLLO DE LA CLASE

ACTIVIDAD INTRODUCTORIA

Para comenzar a trabajar en el aula, se busca generar un intercambio dialogado con los estudiantes para movilizar sus ideas y conocimientos sobre el tema, a la par que se plantean la propuesta de trabajo y sus objetivos. Se recomienda empezar con preguntas similares a las que siguen:

- Según lo que ustedes saben, ¿qué pasa con la basura una vez que la sacan de sus casas?
- ¿Les son familiares algunas de las imágenes reunidas en la página siguiente?
- ¿Por qué creen que la basura y su acumulación en el ambiente podrían constituir un problema?
- ¿Para quién es un problema la acumulación de basura? ¿Nos afecta a todos por igual?

Para organizar el trabajo, sugerimos incluir en esta actividad una dinámica llamada "Puente 3, 2, 1". En ella, los estudiantes escriben en sus cuadernos una lista que contenga tres cosas que conozcan acerca de la basura, dos preguntas que se hacen y una cosa que querrían aprender.

Las respuestas a las preguntas y el contenido de la lista dependerán de las características de cada grupo. Por ejemplo, en aquellas escuelas que estén cerca de zonas de basurales o de plantas de tratamiento de desechos urbanos, las respuestas darán cuenta de algún conocimiento de la existencia de estos lugares. En cambio, en escuelas de zonas más urbanas posiblemente haya menos información sobre este tema.



En este caso, se sugieren tres actividades. En la primera se plantea la problemática mundial de la generación de basura. La segunda se centra en la cuestión de los residuos en el contexto nacional y dirige particularmente la atención sobre los residuos de tipo orgánicos; finalmente, presenta los biodigestores como una opción para dar solución a esta problemática, invitando a los estudiantes a estudiar cómo está compuesto este tipo de dispositivos, de qué manera se podrían fabricar en escala hogareña, y les

propone elaborar una campaña comunicacional dirigida a la comunidad educativa. Finalmente, en la tercera actividad y con el objetivo de evidenciar la relevancia actual de la problemática, se invita a trabajar con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) elaborados por la Organización de las Naciones Unidas en 2015.

Al igual que en la Guía N° 1, el trabajo semanal de elaboración del producto final se irá asignando en forma rotativa entre distintos grupos de estudiantes. Al finalizar los cinco tramos de trabajo se realiza la integración y edición final como propuesta conjunta de toda la clase.

Si bien los proyectos que surjan del seno mismo del aula, a partir de inquietudes genuinas de cada grupo de estudiantes, serán aquellos que posiblemente hayan generado mayor motivación y validación por parte del estudiantado, no siempre se cuenta con las herramientas, el tiempo y la disponibilidad por parte del equipo docente para planificar el total del trabajo áulico. Por eso, estas tres guías buscan funcionar como andamiajes de esta parte central del diseño y armado de una propuesta de EABP. Por otro lado, para aquellos docentes noveles en esta modalidad, puede resultar útil observar y analizar propuestas completas que les permitan identificar los componentes, su articulación y los aspectos que se potencian. A pesar de que la bibliografía teórica sobre EABP abunda, no se cuenta con suficiente cantidad de propuestas concretas, sistematizadas y escritas en detalle que permitan visualizar, con ejemplos concretos y actividades pedagógicamente pensadas, toda esa teoría metodológica. En resumen, estos tres proyectos se presentan como fuentes de inspiración, andamiaje y acompañamiento para todos aquellos equipos docentes que deseen tomarlos, adaptarlos y hacerlos propios.

¿Es posible abordar todos los contenidos curriculares desde una propuesta de EABP?

La metodología de EABP hace imprescindibles la selección y la definición de las ideas científicas que se desean trabajar. Estas requieren que los estudiantes vayan construyendo entre ellos, interactuando con sus compañeros y con los docentes a partir de actividades que les permitan expresar, evaluar, regular y usar sus ideas (Sanmartí y Márquez, 2017). Esto implica superar algunas creencias como, por ejemplo, que siempre es necesario que el docente comience el abordaje de contenidos nuevos explicando a los estudiantes los nuevos conceptos.

Varios expertos coinciden en algunos aspectos de la manera de encarar la enseñanza. En su propuesta, más que abocarse a enseñar una gran cantidad de hechos o conceptos inconexos, proponen trabajar, principalmente, algunas grandes ideas (Harlen, 2010) o ideas clave (New Generation Science Standards, 2013). Los conocimientos a incorporar serán poco numerosos, pero fundamentales y generales, útiles para comprender y explicar muchos fenómenos de manera que sean transferibles, es decir, aplicables para explicar otros hechos.

Lamo de Espinosa (2004) invita a diferenciar entre información, conocimiento y sabiduría. La información está actualmente a un "click" de distancia para todos nosotros, pero para comprenderla y analizarla de modo crítico es necesario disponer de conocimientos que generen argumentos. Y la sabiduría permite plantear acciones a realizar e implica interrelacionar conocimientos y valores.

Preguntas como *¿qué es?*, *¿cómo funciona?*, *¿dónde se encuentra?*, *¿cuántos existen?* están orientadas solamente a la búsqueda de información. Sin embargo, cuando se pregunta *¿qué tienen en común?*, *¿cómo se relacionan?*, *¿cómo podríamos explicarlo?*, *¿qué pasaría si cambiara?*, se está guiando el trabajo hacia una construcción de conocimiento más genuina.

Se sabe que el aprendizaje se produce a partir de ideas previas y que será necesario movilizarlas, ponerlas en contradicción y exponer sus limitaciones para modelarlas o cambiarlas. La metodología de EABP promueve la construcción de conocimiento por parte de los estudiantes al hacerlos partícipes de investigaciones, argumentaciones y evaluaciones de sus propias ideas, permitiéndoles que modelicen y generen explicaciones válidas (Osborne, 2014).

En su libro *El aprendizaje pleno*, David Perkins (2010) compara la forma en que se aprende a jugar un deporte (usa en particular el ejemplo del béisbol) con la manera en la que se enseña en la gran mayoría de las escuelas. Y a lo largo del libro, identifica y describe siete principios para tener en cuenta en pos de propiciar un buen aprendizaje:

1. Jugar el juego completo
2. Lograr que valga la pena jugar el juego
3. Trabajar sobre las partes difíciles
4. Jugar de visitante
5. Descubrir el juego oculto
6. Aprender del equipo... y de los otros equipos
7. Aprender el juego de aprender

Con respecto a estos siete puntos, resultar interesante escuchar esta conferencia de Rebeca Anijovich titulada: *El trabajo por proyecto, ¿es un modo o una moda?* En ella, a partir de un recorrido ameno y ordenado de lo propuesto por Perkins, Anijovich invita a aquellos docentes que aún dudan de la utilidad de este tipo de metodologías a conocer y reflexionar juntos acerca de sus ventajas, sus limitaciones y sus desafíos.

Rebeca Anijovich: El trabajo por proyecto, ¿es un modo o una moda?



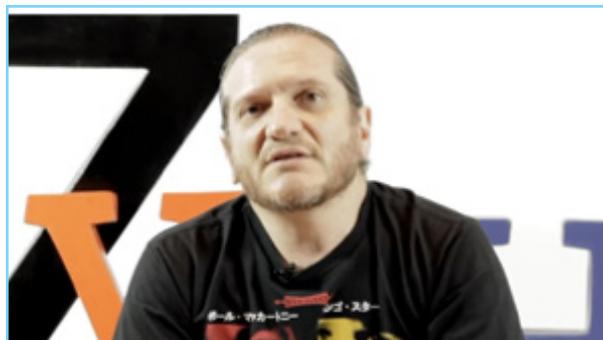
EN RESUMEN

La propuesta de Enseñanza y Aprendizaje Basados en Proyectos aplicada a las Ciencias Naturales y trabajada en interrelación con conocimientos de otras áreas no se puede considerar un mero cambio metodológico. Implica modificaciones profundas que llevan a repensar los objetivos y la finalidad de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, la visión que se adopta de la naturaleza de la ciencia y, como consecuencia, la selección de los contenidos que se consideran potentes y necesarios de enseñar.

El camino abierto promueve el planteo de muchas nuevas preguntas, que exigirán investigar e innovar, pero también compartir propuestas, ideas y resultados. El desafío como docentes es grande y motivador: ¿seremos capaces de indagar, junto con nuestros estudiantes, las ideas clave que exceden lo que tradicionalmente se ha ubicado en nuestra área disciplinar? ¿Podremos dar este paso entre colegas, partiendo de nuestras coincidencias y nutriéndonos de las diferencias? Los resultados de muchas experiencias llevadas adelante hasta ahora son prometedores y el objetivo es claro: buscar y construir en comunidad formas potentes de mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales.

Para finalizar, les acercamos algunas palabras del filósofo argentino Darío Sztajnszrajber, quien invita a repensar la enseñanza recuperando algunos rasgos de la experiencia socrática.

Darío Sztajnszrajber: Repensar la enseñanza recuperando algunos rasgos de la experiencia socrática



Cómo citar este material

Joselevich, M.; Fantini, V.; Martínez, A.; Moro, P. *La enseñanza y el aprendizaje basados en proyectos. Una propuesta de implementación en torno a la energía y el desarrollo sostenible*. Material de acompañamiento a la implementación individual del proyecto (Buenos Aires, 2019).

BIBLIOGRAFÍA

- Aldámiz-Echevarría Iraurgi, M. M. y cols.** (2000). *Cómo hacerlo? Propuestas para educar en la diversidad*. Barcelona: Graó.
- Alzate Cano, M. V.; Caballero, C.; Moreira M. A.** (2006). "Multiplicidad funcional de la representación molecular: Implicaciones en la enseñanza y aprendizaje de la Química". *REIEC Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, año 1, N° 2, diciembre de 2006.
- Andoni Garritz, S.; Daza-Rosales, F.; Lorenzo, M. G.** (2015). "Conocimiento didáctico del contenido. Una perspectiva Iberoamericana". *Educación Química*, 26(1), 66-70. Alemania: Editorial Académica Española.
- Anijovich, R.** (2014). *Gestionar una escuela con aulas heterogéneas*. Buenos Aires: Paidós.
- Anijovich, R. y cols.** (2004). *Una introducción a la enseñanza para la diversidad*. Buenos Aires: FCE.
- Anijovich, R. y cols.** (2005). "¿Iguales pero diferentes?". Disponible en <http://aulasheterogeneas.org>
- Anijovich, R.; González, C.** (2011). *Evaluar para aprender: conceptos e instrumentos*. Buenos Aires: Aique.
- Anijovich, R.; Cappelletti, G.** (2014). *La práctica como eje de la formación*. Buenos Aires: Eudeba.
- Beier, M. E. y cols.** (2018). "The effect of authentic project-based learning on attitudes and career aspirations in STEM". *J Res Sci Teach*. 2018; 1-21. Disponible en <http://www.tecnologia-ciencia-educacion.com/index.php/TCE/article/download/194/176>
- Betancourt Diaz, C; Rodríguez Gómez, J.; Pujol Michelena, R.** (2008). Diseño y evaluación de un software educativo para el aprendizaje de las reacciones químicas con el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad". *Revista de Investigación* [online]. 2008, vol. 32, N° 64, pp. 085-102. ISSN 1010-2914.
- Botto, J. L.** (2010). *Didáctica de la Biología*. Licenciatura en enseñanza de las ciencias con orientación en didáctica de la Biología. Buenos Aires: UNSAM.
- Byrne, J.** (2011). "Models of Micro-Organisms: Children's knowledge and understanding of micro-organisms from 7 to 14 years old." *International Journal of Science Education*, 33(14), 1927-1961.
- Camilloni, A.** (s/d). *Las funciones de la evaluación*. PFDC - Curso en Docencia Universitaria Módulo 4: Programas de Enseñanza y Evaluación de aprendizajes. Anijovich, R., González, C. (2011). "Introducción". *Evaluar para aprender: conceptos e instrumentos*. Buenos Aires: Aique. Disponible en: http://23118.psi.uba.ar/academica/cursos_actualizacion/recursos/funcioncamilloni.pdf
- Camilloni, A.; Celman, S.; Litwin, E.; Palou de Maté, M. C.** (1998). *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo*. Buenos Aires: Paidós.
- Campanario, J. M. y Otero, J. C.** (2000) "Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias". *Enseñanza de las ciencias*, 2000, 18 (2), 155-169.

Capraro, R.; Capraro, M. M.; Morgan, J. (Comp.) (2013). *STEM Project- Based Learning. An Integrated Science, Technology, Engineering and Mathematics Approach*. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.

DeSeCo-OCDE (2003). "Definition and selection of competencies: Theoretical and conceptual foundations". Summary of the final report *Key competencies for a successful life and a well-functioning society*. Geneva, Switzerland, 11-13 February, 2002. Swiss Federal Statistical Office Neuchâtel.

Díaz, R.; López, R.; García, A.; Abuín, G.; Nogueira, E.; y García, J. (1996). "¿Son los alumnos capaces de atribuir a los microorganismos algunas transformaciones de los alimentos?". *Enseñanza de las Ciencias*, 14(2), 143-153.

Doménech, J.; Pérez Gil, D.; Gras-Martí, A.; Martines Torregrosa, J.; Salinas, J. (2001). "La enseñanza de la energía en la escuela secundaria. Un análisis crítico". *Revista de Enseñanza de la Física*, 14, 45-60.

Doménech, J.; Pérez Gil, D.; Gras-Martí, A.; Guisasaola Aranzabal, J.; Martines Torregrosa, J.; Salinas, J.; Trumper, R.; Valdés, P. (2003). "La enseñanza de la energía: una propuesta de debate para un replanteamiento global". *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, vol. 20, N° 3, p. 285, jan. 2003. ISSN 2175-7941. Disponible en: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6527/6024>. Último acceso: 05 mayo 2018. doi:<https://doi.org/10.5007/%x>.

Doménech-Casal, J. (2018). "Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia Científica". *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 29-42. DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4524>

Doménech-Casal, J.; Lope, S.; Mora, L. (2019). "Qué proyectos STEM diseña y qué dificultades expresa el profesorado de secundaria sobre Aprendizaje Basado en Proyectos". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(2), 2203. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i2.2203

Driver, R. (1986). "Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos." *Enseñanza de las ciencias*, 4 (1), 3-15.

Educ.ar - FUNDACIÓN YPF. Energías de mi país.



Educar Portal (29 de marzo de 2016). **Daniel Feldman**: "Necesitamos una escuela que dé más libertad a cambio de más responsabilidad". (Archivo de video). Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=FY67OK5110M>

Educar Portal (5 de mayo de 2017). **Guillermina Tiramonti**: "Aprendizaje basado en proyectos". (Archivo de video). Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=dWp10VPz9ZU>

Feynman, R. P.; Leighton, R. B.; Sands, M. (1987). *Física. Volumen 1 (Mecánica, radiación y calor)*. EEUU: Addison-Wesley Iberoamericana.

Flores, R. C. (Coord.) (2012). *Experiencias latinoamericanas en educación ambiental*. Monterrey, N. L., México: CECyTE NL-CAEIP.

FUNDACIÓN YPF (2017). "Energía para aprender: un recorrido por el mundo de la energía". Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Disponible en: <https://fundacionypf.org/Documents/Publicaciones/>

Energia-para-aprender.pdf

Furió, C.; Domínguez, C. (2007). "Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico". *Enseñanza de las ciencias*, 25(2), 241 - 258. Universidad de Valencia.



Furman, M. (2008). *Ciencias naturales en la escuela Primaria: colocando las piedras fundamentales del pensamiento científico*. Buenos Aires: Foro Latinoamericano de Educación Fundación Santillana.

Garay, L. (2000). *Algunos conceptos para analizar instituciones educativas*. Serie Cuadernos de Posgrado. Programa de Análisis Institucional de la Educación. Córdoba: UNC.

García Rovira, M. Pilar y Sanmartí, N. (1998). "Las bases de orientación: un instrumento para enseñar a pensar teóricamente en biología". *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, N° 16, abril, 8-20.

Gardner, H. (1993). *Multiple Intelligences: The Theory and Practice*. New York: Basic Books.

Gardner, G.; y Jones, M. (2011). "Science instructors' perceptions of the risks of biotechnology: Implications for science instruction." *Research in Science Education*, 41(5), 711 - 738.

Gatica-Lara, F.; Uribarren-Berrueta, T. (2013). "¿Cómo elaborar una rúbrica?". *Revista Investigación en Educación Médica*, vol. 2, N° 5, enero-marzo, 61-65. México: Universidad Nac. Autónoma de México.

Geli, A. M. (2000). "La evaluación de los procesos y de los resultados en la enseñanza de las ciencias". En: Perales Palacios, F. J.; Cañal de León, P. (Coord.). *Didáctica de las ciencias experimentales*. Madrid: Marfil-Alcoy.

Grau. (2009). *Altres formes de fer ciència. Alternatives a l'aula de secundària*. Rosa Sensat, Barcelona.

Harten, W. (Coord.) (2010). *Principios y grandes ideas de la educación en ciencias. Competencias de Ciencias en la escuela*. Chile: Editorial Popular.

Hodson, D. (2013). "La Educación en ciencias como un llamado a la acción". *Archivos de Ciencias de la Educación*, 7 (7). Disponible en: <http://www.archivosdeciencias.fahce.unlp.edu.ar/article/view/Archivos07a05>.

INFDTIC (27 de abril de 2017). "¿Cómo enseñar en un aula heterogénea?" (Archivo de video). Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=W1dSEPh00ps>

Instituto de Docencia Universitaria (28 de abril de 2015). "Evaluar mediante rúbricas". (Archivo de video). Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=phpwpQuPFcA&feature=youtu.be>

Johnstone, A. (1982). "Macro- and microchemistry". *School Science Review*, 64, 377-379.

Jones, G.; Gardner, G.; Lee, T.; Poland, K.; y Robert, S. (2013). The Impact of Microbiology instruction on students' perceptions of risks related to microbial illness. *International Journal of Science Education*, 3(3), 199-213.

Jones, M.; y Rua, M. (2006). "Conceptions of germs: Expert to novice understandings of microorganisms". *Electronic Journal of Science Education*, 10(3), 1-40.

Jorba, J.; Puig, N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar, un proceso de regulación continua. Propuestas didácticas para las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas*. Barcelona: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Jorba, J.; Sanmartí, N. (1993). "La función pedagógica de la evaluación". *Aula de Innovación Educativa*, N° 20, 20-30, noviembre.
Disponible en: https://elvs-tuc.infed.edu.ar/sitio/upload/Jorba_Jaume_y_S._Neus.pdf.

Jorba, J.; Sanmartí, N. (1997). "La evaluación como instrumento para mejorar el proceso de aprendizaje de las ciencias". En: Del Carmen, L. (Coord.). *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la Educación Secundaria*. Barcelona: ICE-Horsori.

Joselevich, M. (2014). "Módulo 1: Reacciones químicas y niveles de representación". En: *Introducción al uso de las nuevas tecnologías en la enseñanza de las reacciones químicas*. 1a ed. Dentro del Programa Virtual de Formación Docente del Centro de Innovación en Tecnología y Pedagogía de la Secretaría de Asuntos Académicos del Rectorado de la Universidad de Buenos Aires.

Joselevich, M. (Coord.); Caraballo, D.; Cucci, G.; Fantini, V.; Ferrante, C.; Graieb, A.; Hurovich, V.; Prieto, M. (2014). *Ciencias Naturales y TIC: orientaciones para la enseñanza*. 1a ed. Buenos Aires: ANSES.

Joselevich, M.; Fantini, V.; Martínez, V. (Coord.); Azpiazu, S.; Caraballo, D.; Cucci, G.; Ferrante, C.; González, A.; Hurovich, V.; Iribarren, L.; Lucchina, L.; Schneider, E.; Vasconcelos, S. (2015). *Ciencias Naturales y TIC: orientaciones para la enseñanza: segunda parte*. Buenos Aires: ANSES.

Joselevich, M.; Fantini, V.; Martínez, A. y Equipo de Producción de Materiales Educativos en Línea (2018). "Clase 2: ¿Qué buscamos que los estudiantes aprendan?". Seminario *La enseñanza y el aprendizaje basados en proyectos. Una propuesta de implementación en torno a la energía y el desarrollo sostenible*. Córdoba: Instituto Superior de Estudios Pedagógicos - Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba.

Lamo de Espinosa, E. (2004). *Información, ciencia, sabiduría* (Ponencia). Barcelona: Diàlegs - Fòrum Universal de les Cultures.

Levinson, R.; PARRISE Consortium (2014). "Socio-scientific issue-based learning: taking off from STEPWISE". En: J. Bencze (Ed.), *Science & technology education promoting wellbeing for individual, societies & environments*.

López, V.; Couso, D.; Simarro, C. (2018). "Educación STEM en y para el mundo digital. Cómo y por qué llevar las herramientas digitales a las aulas de ciencias, matemáticas y tecnologías". *RED. Revista de Educación a Distancia*.

Magro, C. (2016). "Evaluar para aprender. Aprender para evaluar". II Encuentro Iberoamericano de Innovación Académica Escuela de Diseño. Ciudad de México: Universidad Anáhuac.

Márquez, C. (2006). "Pensar y ver el mundo a través del concepto de Ciclo". *Ciències: revista del professorat de ciències de Primària i Secundària*, N° 4.

McCarthy, J. (28 de agosto de 2015). "3 Ways to Plan for Diverse Learners: What Teachers Do".
Disponible en:
<https://www.edutopia.org/blog/differentiated-instruction-ways-to-plan-john-mccarthy>.

- McTighe, J. y Wiggins, G.** (1998). *Understanding by design* (Diseño para la Comprensión). Alexandria, Association for Supervision and Curriculum Development, EE. UU.
- McTighe, J. y Wiggins, G.** (2005) "Understanding by design" (2nd ed.). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development ASCD.
- Merino, J. J. M.; Gallego, R.** (2017). "Concepciones alternativas sobre biología celular y microbiología de los maestros en formación: implicaciones de su presencia". *Campo Abierto*, vol. 36, Nº 2, 167-179.
- Ministerio de Educación de la Nación. Secretaría de Innovación y Calidad Educativa.** "Secundaria Federal 2030. Aprendizaje integrado". Argentina. Disponible en: https://cdn.educ.ar/repositorio/Download/file?file_id=7af78352-9467-4faa-98ab-6c4cb18a7a5d
- NGSS Lead States.** (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press.
- OECD** (2016). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, reading, Mathematic and financial literacy*. París.
- Onrubia, X. y cols.** (2004). *Criterios psicopedagógicos para la atención de la diversidad. Escuela secundaria obligatoria*. Barcelona: Graó.
- Ordenes, R.; Arellano, M.; Jara, R.; Merino, C.** (2014). "Representaciones macroscópicas, sub-microscópicas y simbólicas sobre la materia". *Educación química*, 25(1), 46-55. Recuperado el 12 de abril de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2014000100008&lng=es&tlng=es.
- Osborne, J.** (2014). "Teaching scientific practices: meeting the challenge of change". *Journal of Science Teacher Education*, 25 (2), 177-196.
- Pedrol, H.; Calderaro, A.** (2011). *Didáctica Específica de la Biología*. Licenciatura en enseñanza de las ciencias. Universidad de San Martín.
- Perkins, D.** (2010). *El aprendizaje pleno*. Buenos Aires: Paidós.
- Perrenoud, P.** (1990). *La construcción del éxito y el fracaso escolar*. Madrid: Morata.
- Perrenoud, P.** (1997). *La evaluación de los alumnos. De la producción de la excelencia a la regulación de los aprendizajes. Entre dos lógicas*. Buenos Aires: Colihue.
- Pulido de Castellanos, R.** (2006). "Representaciones sociales acerca de los microorganismos en estudiantes de Licenciatura en Biología". *Tecné, Episteme y Didaxis*, Nº 19.
- Rachman.** (2004). Fear of contamination. *Behaviour Research and Therapy*, 42(11), 1227-1255.
- Ravela, P.** (2006). *Para comprender las evaluaciones educativas*. Santiago de Chile: PREAL, Disponible en: <http://www.upn303.com/files/Fichas-didacticas-comprender-evaluacioneseducativas.pdf>
- Raviolo, A.; Andoni Garritz, A.; Plinio Sosa, P.** (2011), "Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8 (3), 240-254.

Rizzo, K. (2018). "Educación STEAM: desafíos y oportunidades". Entrevista a la Dra. Viviana Costa. IBERCIENCIA Comunidad de Educadores para la Cultura Científica. Disponible en: <https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?Educacion-STEAM-desafios-y-oportunidades>

Sánchez, L. (7 de diciembre de 2014). "Evaluación formativa". Rebeca Anijovich. (Archivo de video). Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=ISpWzj8ZQqU>

Sanmartí, N. (2002). "Enseñar y aprender ciencias: algunas reflexiones". En: *Recomendaciones para la ESO*.

Sanmartí, N. (2007). *Evaluar para aprender. 10 ideas claves*. Barcelona: Graó.

Sanmartí, N.; Márquez, C. (2017). "Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción". *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 3-16.

Shulman, L. S. (1987). "Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform". *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.

Simonneaux, L. (2000). "A study of pupils' conceptions and reasoning in connection with 'microbes', as a contribution to research in biotechnology education". *International Journal of Science Education*, 22(6), 619-644.

Solbes, J. y Tarín, F. (2004). "La conservación de la energía: un principio de toda la física. Una propuesta y unos resultados". *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), pp. 185-194.

Solomon, J. (1985). "Teaching the conservation of energy". *Physics Education*, 20, pp. 165-176. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/20/4/307>

Teodoro, A.; y Chambel, L. (2013). "The role of teachers in students' education for antibiotic use." En A. Mendez-Vilas (coords), *Microbial pathogens and strategies for combating them: science, technology and educations* (p.1957-1968). Badajoz: Formatex Research Center.

Tomlinson, C. A. (2005). *Estrategias para trabajar con la diversidad en el aula*. Buenos Aires: Paidós.

Trujillo, G. F. (2018) "Podar el currículum, desproblematizar la tutoría y otras ideas para dar sentido al Aprendizaje Basado en Proyectos". Revista *El Diario de la Educación*. Accesible en línea en: <http://xurl.es/4r99m>

Vega, V. (2015). "Project-Based Learning Research review: Evidence-based Components of success". Disponible en: <https://www.edutopia.org/pbl-research-evidence-based-components>

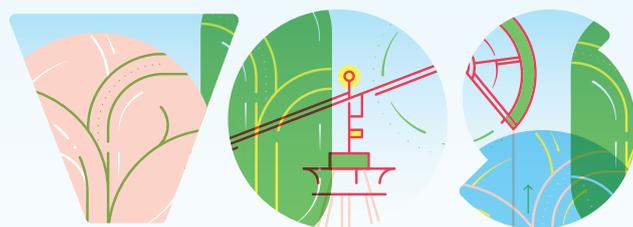
Verdugo-Perona, J.; Solaz-Portolés, J.; López, V. (2017). "El conocimiento didáctico del contenido". *Cadernos de Pesquisa*, 47, 586-611.

Young, D.B. y Tamir, P. (1977). "Finding out what Students know." *The Science Teacher*, 44, 27-28.

NOTAS

A series of horizontal dotted lines for writing notes.

Blank page with horizontal dotted lines for writing.



y la **ENERGÍA**

SECUNDARIA

fundacionypf.org

lab.fundacionypf.org

Seguinos en nuestras redes:



FUNDACIÓN
YPF

