

Los indicadores de calidad de agua como una herramienta para la integración de contenidos de recursos hídricos, mediante la metodología de enseñanza por proyectos.

Cristina Soledad Merlos¹

Planteamiento del problema

Dada la preocupación comunitaria, reflejada en el Plan Estratégico de Azul y la incorporación de la educación ambiental en la Ley N° 13.688 de Educación de la Provincia de Buenos Aires, para promover esos “valores, actitudes, modos de actuación y conductas a favor del medio ambiente”, sería posible seleccionar una herramienta de la gestión ambiental que, llevada a la escuela, permita integrar los contenidos que son desarrollados en el último año del nivel de enseñanza media.

El presente trabajo final contribuye al conocimiento de herramientas de la gestión ambiental como son los índices

de calidad de agua (ICA) y su uso como instrumento de integración de contenidos de recursos hídricos. La enseñanza del ICA, mediante la metodología de enseñanza por proyectos, tiende a promover que los alumnos ejerzan un efecto multiplicador en su comunidad en pos del mejoramiento de la salud ambiental local. De esta forma, el índice funcionaría como un disparador para poner en marcha el proceso de enseñanza en el marco de los lineamientos de la educación ambiental.

Las siguientes razones posibilitarían validar los proyectos algo valioso en el contexto escolar:

- El trabajo por proyectos permite una

¹ Profesor en Ciencias Biológicas y Especialista en Ambiente y Ecología de Sistemas Agroproductivos. Profesora de Cs. Naturales y Biología en Escuelas Secundarias: N°1, N°3, N° 5 y Técnica N° 2. Ayudante de Cátedra en Zoología II del Profesorado en ciencias Biológicas (FAA-UNCPBA) y Becaria en la sala de Interpretación y Difusión de las Ciencias Naturales (FAA-UNCPBA). e-mail: cristina.merlos@gmail.com

mayor flexibilidad para el aprendizaje de cada alumno, ofreciéndole varias entradas, niveles de desarrollo y centros de interés.

- Los proyectos permiten utilizar formas organizativas del conocimiento y marcos de aprendizaje muy diversos, rompiendo la monotonía propia de cada disciplina. Por lo tanto, los proyectos han de permitir un trabajo interdisciplinario, tal como lo problemática ambiental requiere.

Dado que en la actualidad no se cuenta con el diseño curricular para el Nivel Secundario Superior, en el presente trabajo final se utilizaron los Contenidos

Básicos Comunes para el Nivel Polimodal. A pesar de contar con los diseños curriculares para la Secundaria Básica, se considera que el tema abordado excede a los contenidos presentados para ese nivel de enseñanza. Los alumnos requieren de mayores conocimientos en cuanto a las disciplinas enseñadas y el uso de herramientas específicas. Es por ello que el diseño del Proyecto se encuadra en los últimos años de la enseñanza del nivel media, refiriéndose a éste como el nivel que antecede a los estudios superiores.

El presente trabajo final pretende dar respuesta al siguiente interrogante.

El índice de calidad de agua (ICA), como una herramienta de la gestión ambiental, ¿posibilita la integración de contenidos de recursos hídricos, mediante el diseño de un proyecto basado en la metodología de enseñanza por proyectos y siguiendo los lineamientos de la educación ambiental, en el último año del nivel de enseñanza media?

Hipótesis y supuestos

H: La aplicación del índice de calidad de agua determina diferentes zonas en el Arroyo del Azul, lo que puede ser utilizado para establecer los posibles usos del recurso.

S: El ICA es una herramienta de gestión que puede ser utilizada para la integración de contenidos de recursos hídricos, lo cual puede realizarse mediante un proyecto basado en la metodología de enseñanza por proyectos.

Objetivos

GENERALES

1. Analizar el índice de calidad de agua y aplicarlo en aguas del Arroyo Azul.
2. Diseñar una estrategia didáctica para su implementación en el último año de nivel de enseñanza media basada en la metodología de enseñanza por proyectos sobre contenidos conexos con la aplicación de los ICAs y siguiendo los lineamientos de la educación ambiental.

ESPECÍFICOS

- 1.1. Relevar diferentes índices de calidad de aguas, seleccionados según criterios técnico-científicos como herramientas de evaluación de la calidad de agua.
- 1.2. Aplicar el ICA seleccionado, basándose en la información disponible en el Instituto de Hidrología de Llanuras (IHLLA, CIC-UNCPBA) para zonificar el Arroyo del Azul con relación a la calidad del agua del mismo.
- 2.1 Vincular el ICA con los contenidos de recursos hídricos prescriptos en los diseños curriculares vigentes, para el último año del nivel medio.
- 2.2. Profundizar en la metodología de enseñanza por proyectos.
- 2.3. Diseñar un proyecto, que en el marco de la educación ambiental, integre los contenidos de recursos hídricos.

Marco teórico

El aprendizaje es un proceso de construcción del conocimiento que tiene lugar en relación con el medio social y natural, es por ello que se habla de educación para la acción. Enseñar ciencias no es exclusivamente transmitir información. Se enseña para ayudar a comprender el mundo que nos rodea, con toda su complejidad y para dotar a los alumnos de estrategias de pensamiento y acción que les permitan

operar sobre la realidad para conocerla y transformarla. Esto requiere de habilidades y capacidades que sólo pueden desarrollarse en el contacto con el mundo y las teorías científicas que lo modelizan; capacidades que pueden adquirirse mediante la participación activa y comprometida en procesos de aprendizaje y consecuentemente se requieren metodologías de enseñanza que logren los propósitos antes mencionados.

Según Merino (1998), las clases de ciencias naturales deberían ser planificadas en función de crear ambientes propicios para el logro de estos propósitos, en los que los alumnos actúen como sujetos activos, construyendo conocimientos junto a la guía del docente. Por lo tanto el alumno debería:

- preguntar y preguntarse,
- enfrentarse a problemas abiertos y complejos que desafíen su imaginación y su pensamiento y
- experimentar con materiales y procesos.

Lo que debe estar presente junto con la apropiación de los contenidos del área, es la adquisición de herramientas que permitan a los alumnos construir conocimiento y desarrollar capacidades para el aprendizaje autónomo, a partir del trabajo conjunto con sus compañeros y docentes, en una comunidad de aprendizaje.

La escuela, así entendida, funciona

como una comunidad de aprendizaje, porque da la oportunidad de participación en los procesos de enseñanza y de aprendizaje a los involucrados. Ellos pueden presentar propuestas señalando los problemas que necesiten resolverse, analizando cuáles son las prioridades y propuestas más adecuadas para llevarse a cabo, para aprender a vivir de manera sostenible.

En el ámbito de la educación formal, desde hace varios años, se han introducido elementos relacionados con el medio ambiente. Estos cambios se han hecho visibles en aquellas asignaturas cuyo objeto de estudio está vinculado con los sistemas naturales.

La formación ambiental de los alumnos es crucial, ya que actúan como agentes multiplicadores de los saberes aprendidos en la escuela. Son ahora los alumnos quienes enseñan a sus padres y familiares (Muriel, 1999). Situaciones como éstas en el proceso didáctico, pueden provocar grandes cambios que lleven al desarrollo sostenible de la escuela y, por consiguiente, de la ciudad en la que habitan. La educación y gestión ambiental, por su carácter dinámico, inciden más allá de las aulas.

La alfabetización científica es un proceso largo y complejo, que va más allá de la escuela y que trata de dar el salto de la escuela a la sociedad. Desde esta concepción se describe al ciudadano científicamente alfabetizado en un sentido amplio, atendiendo tanto

la a dimensión cognitiva como a la tecnológica y a la crítica reflexiva (Pérez Maldonado, *et al*, 2004). Por lo tanto, el alumno ha de utilizar los saberes aprendidos en la escuela en sus actividades como ciudadano. También se considera el desarrollo de capacidades relacionadas con el “modo de hacer” de la ciencia: el pensamiento crítico y autónomo, la formulación de preguntas, la interpretación de evidencias, la construcción de modelos explicativos y la argumentación, la contrastación y el debate como herramientas para la búsqueda de consensos, entre otras.

La alfabetización científica debe prestar atención, necesariamente, a varias finalidades educativas, tales como las que se han señalado. En concreto, debe estar dirigida sobre todo a contribuir con una educación para la ciudadanía. Por último, puesto que cualquier reforma de la enseñanza de las ciencias que aspire a tener algún éxito debe tener como elemento central al profesor, éste tiene que incorporarse de manera consciente y explícita a la discusión sobre las finalidades de la educación científica, un debate que casi siempre se le ha hurtado y del que ha estado ausente demasiadas veces (Bahamonde, 2008).

Tradicionalmente, el desarrollo de la educación ambiental ha estado más vinculado a la evolución de los problemas ambientales y a la respuesta social a los mismos, que a la evolución de los modelos educativos. Si

analizamos las prácticas más comunes en educación ambiental, nos encontramos con una enorme confusión respecto de los modelos educativos que orientan el proceso de enseñanza y de aprendizaje. Conviene recordar que el concepto de educación ambiental no es estático, evoluciona de forma paralela como lo hace la idea de medio ambiente y la percepción que de él se tiene (García Gómez, *et al*, 2000).

La educación ambiental es un proceso, de carácter educativo, dirigido a formar valores, actitudes, modos de actuación y conductas en favor del medio ambiente, por lo cual, para lograr un enfoque medioambiental a través de ella, es preciso transformar las actitudes, las conductas, los comportamientos humanos y adquirir nuevos conocimientos, como una necesidad de todas las disciplinas del currículo (Harraca, 2005). Con otras palabras, es una educación activa y participativa, que con propuestas metodológicas valiosas, útiles y renovadoras, sirve a la educación de todos los ciudadanos en la comprensión e interpretación de la relación naturaleza-sociedad.

La introducción de la problemática ambiental en la educación formal se ha asociado de hecho a las nuevas modalidades de planificación curricular implicadas en la última reforma educativa. Esto se ve reflejado en la nueva Ley de Educación de la Provincia de Buenos Aires N° 13.688 (2007).

El trabajo por proyectos fue inspirado especialmente por el filósofo y pedagogo norteamericano John Dewey, sistematizado por su discípulo William Heard Kilpatrick (Miñana Blasco, 1999) y el método se caracteriza por:

- promueve la formación de razonamiento aplicado a la realidad y no a la información de la memoria,
- el aprendizaje debe llevarse a cabo en el medio natural,
- integra la teoría con la práctica en actividades contextualizadas a los intereses de los alumnos,
- se basa en el análisis y resolución de problemas con sentido para los alumnos, propios de un determinado entorno social, económico, científico, disciplinar, etc.
- facilita que los alumnos salgan del aula y se inserten en el mundo real,
- permite que los alumnos realicen investigaciones que les lleven a aprender conceptos, aplicar información y respetar sus conocimientos de diversas formas,
- crea ambientes de aprendizaje que motiven al estudiante a representar sus ideas,
- favorece la colaboración entre los alumnos, docentes y otras personas involucradas para que el conocimiento sea compartido y distribuido entre los miembros de la comunidad de aprendizaje.

Las siguientes razones validarían los proyectos en el contexto escolar:

- se promueve la comprensión de problemas y temas específicos interdisciplinarios concretos que estén más cerca de los intereses y la lógica de los alumnos, que el desarrollo sistemático propuesto por un estudio disciplinar,
- se permite una mayor flexibilidad para el aprendizaje de cada alumno, ofreciéndole varias entradas, niveles de desarrollo y centros de interés,
- se permiten utilizar formas organizativas del conocimiento y marcos de aprendizaje muy diversos, rompiendo la monotonía propia de cada disciplina. Por lo tanto, los proyectos han de ser lo suficientemente complejos y concretos para permitir un trabajo interdisciplinario,
- se forma en el trabajo cooperativo y organizativo, ya que es mediante el diálogo consensuado que los alumnos arriban a conclusiones más objetivas,
- se vincula entre teoría y práctica, lo que acrecienta saberes y experiencias que pueden ser potencialmente transferibles a otros campos de conocimiento,
- se produce una sensación de satisfacción en el alumno, ante la producción de su trabajo, de participar y lograr objetivos, individuales y colectivos. Además se propicia el

desarrollo de actitudes y valores positivos como la responsabilidad, la reflexión, el espíritu crítico y la rigurosidad en el trabajo.

Todas las ventajas mencionadas hacen que la metodología por proyectos rompa con la linealidad de los contenidos, de la programación curricular, de la secuenciación, de la organización del tiempo y espacios propios de la institución.

En la enseñanza de las Ciencias Naturales Lacueva (2007) propone tres posibles tipos de proyectos: los científicos, los tecnológicos, y los de investigación ciudadana o proyectos ciudadanos. En los primeros, los alumnos realizan indagaciones descriptivas o explicativas sobre fenómenos naturales, hasta donde lo permitan sus condiciones. Algunos ejemplos de estos podrían ser: la reacción de las lombrices ante un estímulo de luz, estudiar la luz experimentando con espejos, lupas, vidrios, etc. En los segundos, los alumnos desarrollan o evalúan un proceso o un producto de utilidad práctica, imitando así la labor de los tecnólogos, por ejemplo: construcción de materiales necesarios para la utilización de los mismos en el laboratorio de biología, entre otros. Finalmente, están los proyectos ciudadanos, donde los alumnos se informan, proponen soluciones y, de ser posible, las ponen en práctica o las difunden, así sea a pequeña escala. Los distintos tipos de proyectos facilitan a

los aprendices el desarrollo de diferentes clases de conocimientos y de habilidades, aunque tengan en común el hecho de constituirse en actividades investigativas y/o búsqueda de soluciones.

La planificación del proyecto en el aula, debería dar cuenta de las siguientes cuestiones:

- claridad, coherencia y consenso en el planteamiento del tema a indagar, del problema a resolver o de las preguntas a responder;
- organización de itinerarios, de planes de trabajo, de secuencias de acción distribuidas en el tiempo;
- organización de grupos de trabajo;
- puesta en común e identificación de ideas previas, concepciones, representaciones, que los alumnos sostienen sobre los diversos temas, problemas, preguntas planteadas;
- búsqueda y selección de distintas fuentes de información,
- elaboración de redes y mapas conceptuales;
- utilización de mecanismos de cohesión de textos en función de estructurar la información y de relacionar diversos conceptos;
- apertura a la comunidad y
- evaluación del proceso realizado y del producto final.

Todos estos puntos son característicos de la organización de un proyecto al planificarlo, lo que no quiere decir que sea una receta para seguir sus pasos y elaborar un proyecto (Lacueva, 2007). Se puede utilizar la misma metodología y usar diversos formatos, es decir, organizarlo de manera distinta al escribirlo.

Las fases para la realización de un proyecto incluyen etapas particulares en su desarrollo, y se pueden señalar algunas genéricas, presentes habitualmente en un trabajo investigativo, cualquiera sea su naturaleza. Ellas son:

1. Preparación

1.1. Informar

1.2. Planificar

1.3. Decidir

2. Desarrollo

3. Comunicación

En la fase de preparación se realizan las primeras conversaciones e intercambios que plantean un posible tema de proyecto y lo van perfilando. También pertenecen a ella los momentos ya más precisos de planificación de los alumnos, cuando se especifican el asunto, el propósito, las posibles actividades a desarrollar y los recursos necesarios. Conviene tener presente que los alumnos no prevén series largas de acciones, a no ser que les sean muy familiares, sino que tienden a ir

pensando en lo que hacen mientras lo hacen; por ello, es recomendable que se empiece planificando sólo la primera etapa de su investigación, y luego, tras su resultado se planteen la siguiente, y así sucesivamente (Lacueva, 2007). Esta fase incluye las siguientes sub-fases (Tippelt, *et al*, 2001):

- Informar

Durante la primera sub-fase los alumnos recopilan las informaciones necesarias para la resolución del problema o tarea planteada. El planteamiento de los objetivos/tareas del proyecto ha de remitirse a las experiencias de los aprendices, ha de desarrollarse conjuntamente con todos los participantes del proyecto con el fin de lograr un alto grado de identificación y de motivación de cara a la realización del proyecto.

- Planificar

La fase de planificación se caracteriza por la elaboración del plan de trabajo, la estructuración del procedimiento metodológico y la planificación de los instrumentos y medios de trabajo, es decir cómo se va a realizar la división del trabajo entre los miembros del grupo. La cantidad de materias y el ritmo de reflexión de los contenidos asociados con la situación problemática no se suelen establecer para todos los aprendices, sino que es posible una organización y distribución del tiempo del proyecto a nivel individual y orientado a las necesidades, en función de los requisitos de aprendizaje, de

motivación y de los progresos de aprendizaje. El aprendizaje por proyectos es una técnica inmersa en el principio de socialización.

- Decidir

Se debe decidir conjuntamente cuál de las posibles variables o estrategias de solución desean seguir. Es decir, que la decisión sobre la estrategia o procedimiento a seguir es una decisión conjunta entre el docente y los alumnos.

La fase de desarrollo implica la efectiva puesta en práctica del proyecto. Los diversos grupos necesitan espacios y tiempos para poder ir realizando su trabajo: equipos que trabajen juntos y sin condiciones ambientales ni recursos suficientes, no podrán cumplir satisfactoriamente su labor. Las actividades que hay que cumplir pueden ser muy variadas, de acuerdo con el tipo de proyecto y al tema elegido: trabajos de campo, encuestas, entrevistas, visitas a centros de investigación, acciones en la comunidad escolar o más allá de ella. Se ejercita y analiza la acción creativa, autónoma y responsable. Cada miembro del proyecto realiza su tarea según la planificación o división del trabajo acordado. En esta fase se comparan los resultados parciales con el plan inicial y se llevan a cabo las correcciones necesarias (Lacueva, 2007). La consulta bibliográfica debe estar siempre presente, en mayor o menor medida, a lo largo del proceso.

La fase de comunicación a veces se olvida, o bien se toma rutinaria en una breve exposición oral ante los compañeros. Es importante valorar esta fase, tan relevante en toda investigación, y ofrecer diversos cauces para la misma, variables según circunstancias e inclinaciones de cada equipo. Algunos autores diferencian entre la puesta en común, una sencilla comunicación a los compañeros de los resultados de un proyecto, y otra denominada presentación/celebración, que implica una comunicación más allá de la clase, con mayor amplitud y diversidad de mecanismos, utilizando medios que pueden ser desde carteles y modelos hasta grabaciones. Comunicar la investigación realizada no es sólo una acción hacia afuera sino también hacia adentro, en el sentido de que ayuda a los alumnos a poner en orden sus pensamientos y a completar y perfeccionar las reflexiones ya hechas. La expresión escrita y/o gráfica de resultados, las exposiciones orales organizadas y otras vías de comunicación, representan niveles más formales y exigentes de manifestación de ideas y observaciones. Por otra parte, el diálogo con los interlocutores permite avanzar aún más en ese proceso (Lacueva, 2007).

El objetivo de conocer la calidad de agua se basa en niveles guía de carácter científico llamados criterios de calidad de agua, los cuales vinculan magnitudes de características físicas, químicas y biológicas del agua con los efectos que tales valores pueden ejercer sobre un

uso dado del agua, incluyendo la vida acuática. Los objetivos se derivan de los criterios considerando la calidad del agua local, los usos asignados a la misma, el movimiento del agua, las descargas de efluentes y factores socioeconómicos que vinculan la actividad antrópica con el recurso agua.

Es necesario adoptar un sistema que, mediante un número limitado de variables seleccionadas, permita la clasificación de las aguas del Arroyo del Azul y que en términos comprensibles, tanto para los gobiernos actuales y para la comunidad en general, pueda ser utilizado como herramienta para gestión hídrica de ese ambiente en cuestión.

Los indicadores son variables individuales o conjuntos de ellas que brindan una estimación sintética del estado del medio ambiente y que son usadas como herramienta para monitorearlo (OECD, 1998; Environment Canadá, 2001; OECD, 2003; OECD, 2004). Ellos suelen estar constituidos por una o varias variable/s clave que se utiliza/n como representativa/s de un valor ambiental o nivel de calidad ambiental, y es/son usada/s para monitorear el estado del medio ambiente. Por lo que permiten ilustrar las características principales de un ambiente, con el propósito de recoger información útil sobre las condiciones de un recurso. Por ejemplo, un indicador de consumo de agua expresa la presión de uso del recurso para usos consuntivos como el abastecimiento, higiene, y por lo tanto muestra el grado

de consumo y la demanda del recurso existente.

En la elección de un indicador, las escalas geográficas y temporales son de importancia para poder realizar un análisis integral de la situación que aporta información sobre un fenómeno. Los mismos se desarrollan con un propósito específico y poseen un contenido sintético (OCDE, 1994), ya que pueden funcionar como instrumentos importantes de la política y de la toma de decisiones.

Los indicadores ambientales son mecanismos que articulan los objetivos de sostenibilidad y su importancia radica en que, sectorial o integralmente, son formulados en un contexto único e irrepetible en el ámbito social, administrativo-territorial, en el cual, la participación ciudadana es el actor principal (Pino Neculqueo, 2001).

Los indicadores de sostenibilidad, al igual que los económicos y sociales, permiten que distintos actores y usuarios puedan compartir una base común de información selecta y procesada, que facilita la objetivación de los procesos de decisión, así como su ordenamiento, jerarquización y enriquecimiento mediante el fortalecimiento de la participación ciudadana.

Los indicadores de gestión permiten evaluar el proceso impulsado a partir del diagnóstico formulado en una primera etapa, a partir del “estado de la

situación” y la aplicación de políticas específicas, para evaluar el proceso periódicamente. Así pueden ayudar en la fijación de políticas ambientales; la planificación y programación de actividades hacia el mejoramiento ambiental; el establecimiento y cumplimiento de normas relacionadas; la realización de estudios sobre el ambiente y el manejo adecuado de los recursos naturales; la compilación de datos al respecto; la determinación de acciones de conservación o recuperación de los recursos naturales, el aprovechamiento, uso racional, control y vigilancia de los mismos; el establecimiento de mecanismos de participación de la población en estas acciones; el logro de una capacidad de ejecución y del respaldo operativo y financiero correspondientes (Pino Neculqueo, 2001).

Un índice de calidad de agua (ICA) puede definirse como una agrupación simplificada de algunos parámetros indicadores de un deterioro en la calidad del agua; es una herramienta que facilita la transmisión de información al público en general y puede ser utilizado para evaluar la calidad del agua, lo cual permite un mejor manejo del recurso y la toma de decisiones (Stambuck-Giljanovic, 1999; Rodríguez, *et al*, 2007).

A continuación se presenta el significado de los grados de calidad según Janiot y Molina (2005):

- Excelente: el o los usos considerados se consideran protegidos. Ningún uso

considerado se interrumpe. Las condiciones son iguales o muy próximas a los niveles deseables, aceptables o naturales.

- Buena: todos los usos considerados están protegidos con sólo un grado pequeño de deterioro o perjuicio. Ningún uso se interrumpe. Las condiciones raramente se apartan de los niveles deseables, aceptables o naturales.
- Aceptable: la mayoría de los usos considerados están protegidos, pero pueden estar deteriorados o amenazados de deterioro. Un uso puede verse temporalmente interrumpido. Las condiciones a veces se apartan de los niveles deseables, aceptables o naturales.
- Regular: varios de los usos considerados están comprometidos o verse amenazados de deterioro o perjuicio. Más de un uso puede estar temporalmente interrumpido. Las condiciones se apartan a menudo de los niveles deseables, aceptables o naturales.
- Mala: la mayoría de los usos considerados se ven perjudicados o dañados.

El índice es una herramienta útil para la comunicación de la calidad del agua al público y a los encargados de adoptar decisiones.

Los índices fueron desarrollados como una herramienta para resumir y hacer

un reporte de flujo de datos de vigilancia de rutina para el público. A escala local, el Plan Estratégico de Azul, en el año 2006, ha llevado a cabo una serie de reuniones donde se discutieron diferentes Programas, entre ellos, el Programa E, que trata sobre la Promoción del desarrollo urbano-rural ambiental. Este incluye el Proyecto 26 de Sistemas de gestión ambiental donde se plantea la necesidad del “diseño de un sistema de Índices medioambientales, compilando mediciones existentes o determinar Índices básicos a relevar” (Plan Estratégico de Azul, 2006b). Este planteo demuestra que Azul no tiene dichos índices, y que son necesarios para su desarrollo. Por otra parte, son utilizados como una herramienta para el monitoreo y toma de información de la calidad del agua del Arroyo del Azul.

El agua es esencial para el desarrollo de la vida humana, los ecosistemas y el desarrollo económico. Los problemas mundiales de salud, la pobreza, el cambio climático, la deforestación, la desertificación, el cambio del uso de la tierra y otros están directamente relacionados con los recursos hídricos y su gestión.

La calidad del agua interesa en los estudios del medio físico desde distintos puntos de vista, se podría mencionar su utilización fuera del lugar donde se encuentra (agua potable, usos domésticos, urbanos (desagües pluviales, cloacales e industriales), riego y como abrevadero para el ganado) la

utilización misma del curso o masa de agua (actividades recreativas: baño en época estival, deportivas, pesca, etc.), como medio acuático que acoge especies animales y vegetales y paisaje para esparcimiento como el turismo.

El arroyo del Azul nace en el sistema de Tandilla correspondiente a un ambiente serrano, al suroeste de la cuenca y se desplaza en sentido SW-NE por un sub-ambiente de llanura (Rodríguez, *et al*, 2008). El mencionado se encuentra ubicado en la cuenca (36°00'/37°20'S - 60°12'/58°52'W), del mismo nombre, que está conformada por otros arroyos como son el Videla y Santa Catalina, ambos aguas arriba de la ciudad cabecera del partido. Otros cursos de agua que forman parte de la cuenca son los arroyos La Corina y Cortaderas, que nacen y mueren en bajos y lagunas y sólo llegan al Arroyo del Azul en época de inundaciones. El Arroyo recorre un total de 160 kilómetros, desde su nacimiento en las cercanías de la localidad de Chillar y hasta alcanzar el límite norte del partido homónimo. Sus aguas desembocan en Canal 11, en el partido de Las Flores (100 km aguas abajo), siendo su nombre Arroyo Gualicho. Las características ambientales y las condiciones de uso a las que se ve sometido el arroyo a lo largo de su recorrido, permite discriminar tres grandes tramos (González Castelain, *et al*, 1995) en donde difieren el estado natural del curso de agua, el tipo y la presión de

uso, y los riesgos ecológicos y ambientales derivados de ellos:

1. Sector Pre-Urbano: Este tramo se conoce como cuenca alta, comprende desde las nacientes (localidad de Chillar) hasta cercanías del comienzo de la zona urbana de la ciudad de Azul. Se caracteriza por ser un área serrana (Sierras del Azul) a llana. Este sector de la cuenca posee suelos fértiles donde se llevan a cabo actividades agrícola-ganaderas, realizándose cultivos de soja, maíz, trigo, girasol, pasturas, etc. Cuando se producen lluvias importantes, estas lavan el suelo y estos productos escurren hacia el arroyo. En esta zona también podemos encontrar un lavadero de camiones, el cual drena el material de lavado al arroyo con un tratamiento escaso.

2. Sector Urbano: Este tramo comprende desde las cercanías del Balneario Municipal hasta las proximidades de la Cárcel. Los cambios más sustanciales tienen que ver con la presencia del hombre asentado en la ciudad de Azul, lo que le confiere un rasgo característico a este tramo del arroyo. Entre los diferentes usos que el hombre le da al arroyo se pueden mencionar: uso recreativo y paisajístico: Balneario Municipal, orillas del arroyo en los sectores comprendidos entre el Parque Municipal y Costanera. Otras actividades realizadas son las de parqueado de la zona de la Costanera y receptor de

efluentes por parte de desagües pluviales.

3. Sector Pos-Urbano: Este último se ubica al fin del sector urbano hasta fines del Parque Industrial de Azul. Esta zona se dedica principalmente a la cría de ganado, por lo que en las cercanías del curso de agua resulta frecuente el uso del arroyo como abrevadero de animales que allí se encuentran. En diversos puntos también se efectúa pesca, la cual debe realizarse con ciertas precauciones en cuanto a su manipulación, debido a la elevada carga bacteriana.

Desde hace varios años, el Instituto de Hidrología de Llanuras (IHLLA) realiza muestreos de calidad de agua del Arroyo del Azul. La base de datos se nutre de muestreos realizados entre los meses de junio y diciembre de 2006 y 2007. Las estaciones de muestreo están ubicadas a lo largo del recorrido del Arroyo, desde sus nacientes hasta la desembocadura en Canal 11.

Metodología de trabajo

Primeramente se realizó la búsqueda de diferentes índices de calidad de agua (ICA) en la bibliografía existente en la Web y en el Instituto de Hidrología de Llanuras (IHLLA). La búsqueda se realizó de acuerdo con los índices de calidad utilizados por diferentes países del mundo. También se tuvo en consideración los usos del agua que

cada uno de ellos aplica, es decir valores del ICA para la protección de la vida acuática, uso consuntivo del agua, uso para el baño en período estival, entre otros.

Los ICA relevados fueron:

- ICA desarrollado para la National Sanitation Foundation (ahora NSF Internacional);
- ICA desarrollado por Conesa Fdez-Vitora (1995) y aplicado por Pesce y Wunderlin (2000).
- ICA desarrollado por Conesa Fdez-Vitora (1995) y aplicado por Debels et al (2005); y
- ICA aplicado por Pesce y Wunderlin (2000).

Estos dos últimos son modificaciones del realizado por Martínez de Bascarán (1979), y apuntan a evaluar la calidad del agua desde el punto de vista de la protección de la vida acuática. A continuación se describen brevemente estos índices.

El ICA propuesto por National Sanitation Foundation (1970), consiste en una suma ponderada de distintos parámetros.

$$ICA = \sum_{i=1}^n W_i q_i$$

Donde:

ICA es un número entre 0 y 100

q_i , calidad del parámetro i , un número entre 0 y 100

W_i , peso asignado al parámetro i , un número entre 0 y 1 siendo $\sum W_i = 1$

A continuación se muestran los pesos de los parámetros que considera el ICA.

Parámetro	Peso
DBO (mg/l)	0.11
OD (% saturación)	0.17
Coliformes fecales (colonias/100ml)	0.16
NO ₂ (mg/l)	0.10
pH	0.11
Cambio de Temperatura (°C)	0.10
Sólidos Disueltos Totales (mg/l)	0.07
Fósforo orgánico (mg/l)	0.10
Turbidez (UTN)	0.08

Se seleccionó el ICA de la NSF, según criterios técnico-científico de cara a su uso como herramienta de gestión de los recursos hídricos. Estos criterios fueron:

- Información disponible, en cuanto a la cantidad y tipo de variables físico-químicas, relevadas y conocimiento del comportamiento de las variables (variabilidad temporo-espaciales).
- Costo del monitoreo de esas variables.
- Facilidad de aplicación e interpretación del índice por los sistemas de gestión.

El ICA seleccionado se lo aplicó a todo el Arroyo sobre la base de información disponible en la base de datos del IHLLA para cuatro episodios de muestreos (junio y diciembre del 2006 y junio y

diciembre del 2007), respetando las estaciones. El cálculo del ICA se realizó utilizando diferentes curvas (Ver anexo de la propuesta), reemplazando el valor conocido de la variable muestreada (eje x), pudiendo así conocer el valor del ICA (eje y) para esa variable.

Posteriormente se graficaron los datos por episodio de muestreo para comparar las respectivas curvas para analizar la variabilidad espacial y temporal del ICA.

Paralelamente a la búsqueda de información sobre el ICA se realizó una profundización teórica sobre la metodología de enseñanza por proyectos desde la visión de diferentes autores y los lineamientos de la educación ambiental en la bibliografía

disponible y en la nueva Ley de Educación de la Provincia de Buenos Aires N° 13.688.

Luego se estableció una relación entre el contenido recursos hídricos, prescripto en los Contenidos Básicos Comunes, y el índice de calidad de agua. Esto refiere a la selección de contenidos actitudinales, procedimentales y conceptuales que pueden ser abordados mediante la metodología de enseñanza por proyectos.

Posteriormente se diseñó un proyecto como ejemplo de la utilización del índice de calidad de agua (ICA) en el aula, basado en la metodología de enseñanza por proyectos con base en los momentos o fases del diseño. Las fases que fueron utilizadas como sub-fases de las mencionadas con anterioridad.

Son:

1. *Preparación*

1.1. *Informar*

1.2. *Planificar*

1.3. *Decidir*

2. *Desarrollo*

2.1. *Realización del proyecto*

3. *Comunicación*

A su vez, en cada fase se incluyeron actividades de evaluación tendientes a la valoración y reflexión, y a la toma de decisiones que se consideraron convenientes.

Resultados y discusión

El proyecto pretende vincular una herramienta de la gestión ambiental, como es el Índice de Calidad de Agua (ICA) con el contenido Recursos Hídricos que se enseña en el nivel medio. La posibilidad de realizar este tipo de estrategia de enseñanza se debe a que los temas ambientales requieren de un tratamiento interdisciplinario, ya que son complejos en su abordaje. La metodología de enseñanza por proyectos requiere de este tipo de contenidos (integradores) y que sean de interés para los alumnos, es decir que ellos puedan sentirse partícipes de la problemática. Con este proyecto se puede actuar en, sobre y para el ambiente en cuestión, en nuestro caso, el Arroyo del Azul.

Al momento de planificar el proyecto, se consideran las siguientes fases para su realización:

1. *Preparación* (se realizan las primeras conversaciones e intercambios que plantean el tema de proyecto, se especifica el asunto, el propósito, las posibles actividades a desarrollar y los recursos necesarios),

1.1. *Informar* (recopilación de información, planteamiento de los objetivos, etc.),

1.2. *Planificar* (elaboración del plan de trabajo, la estructuración del procedimiento metodológico y la planificación de los instrumentos y medios de trabajo),

- 1.3. *Decidir* (estrategias de aplicación),
2. *Desarrollo* (puesta en práctica del proyecto, desarrollo de las actividades)
3. *Comunicación* (comunicación de los resultados del proyecto; a la comunidad educativa, a los compañeros, también es conveniente pensar la comunicación del proyecto hacia fuera del aula).

A su vez, en cada fase se incluirán actividades de evaluación tendientes a la valoración y reflexión, y a la toma de decisiones que se consideren convenientes. Este tipo de secuencia debe ser adecuada, tanto al nivel de técnicas, a los propósitos, como a aspectos propios de la metodología.

De acuerdo con la edad y las habilidades de los alumnos, las actividades en que se ocupan durante el trabajo de un proyecto pueden ser las siguientes: escribir diferentes tipos de textos, leer artículos científicos, periodísticos, anotaciones, entrevistar a personas expertas, a miembros de la comunidad, etc. La información puede ser presentada en forma de resumen, de organizadores gráficos, diagramas, dibujos, modelos, publicaciones en la Web, presentaciones de power point y otras. Debido a lo expresado, se observa el trabajo interdisciplinario en las diferentes áreas de conocimiento (como Lengua, Matemática, Informática, Ciencias Sociales, Inglés, entre otras). Con ayuda de ellas se

pueden abordar estos temas:

- lectura comprensiva de diferentes tipos de textos (técnicos, científicos, informativos, etc.) tanto en la lengua nativa, como en una segunda lengua (Inglés).
- redacción y comunicación de avances del proyecto, informes de avance final, otros, en los cuales se utilizará vocabulario específico.
- realización de entrevistas a diferentes actores de la comunidad. Análisis de artículos periodísticos de diferentes años.
- interpretación y aplicación de fórmulas, realización de cálculos. Análisis estadísticos datos. Realización e interpretación de diferentes tipos de gráficos.
- realización de mediciones, interpretación de los datos obtenidos. Redacción de informes en un procesador de textos. Utilización de medios audiovisuales para la comunicación (presentación) de lo realizado.

Para la realización de este proyecto se considera que los que siguen son aspectos a tener en cuenta, para la elaboración de estas actividades:

- la metodología de enseñanza es adecuada para abordar temas ambientales,
- el contexto ambiental es favorable, cercano y de fácil acceso y

- acceso a los recursos materiales y desarrollo de actividades en el Instituto de Hidrología de Llanuras.

En relación con último punto, se considera factible que el proyecto pueda ser abordado desde las diferentes materias del currículo con el fin de que los alumnos logren construir y comprender mejor la complejidad de los temas ambientales. Esto será plasmado mediante actividades de integración en las fases de desarrollo y comunicación.

Para poder conocer más sobre el ICA se anexa bibliografía, tanto para el docente

como para el alumno, y diversas herramientas para realizar los cálculos del índice y realizar comparaciones temporales entre el muestreo realizado y otro del año 2006. El mismo puede ser útil a la hora de planificar el proyecto y durante su desarrollo.

Por lo expresado, el Índice de Calidad de Agua funciona como eje conceptual de las actividades que se presentan más adelante. No obstante, a continuación se presenta un cuadro con los contenidos prescriptos en los Contenidos Básicos Comunes, que pueden ser abordados.

C. Conceptuales	C. Actitudinales	C. Procedimentales
Recursos Hídricos. Procesos de degradación.	Promoción y evaluación crítica de acciones que tienden a la conservación y el mejoramiento del ambiente.	Diseño de investigaciones a campo y de laboratorio para reconocer características, propiedades y aplicaciones de los recursos naturales.
Contaminación: influencias en el ecosistema, paisaje y al Hombre.	Solidaridad y cooperación en el proceso de construcción de conocimientos.	Planificar, desarrollar y analizar de modo crecientemente, distintos diseños de investigación que impliquen control de variables, acordes con los problemas de estudio, basándose en argumentos y/o resultados experimentales.
Usos y Calidad del Agua.	Amplitud de pensamiento y aceptación de la diversidad de las ideas. Curiosidad, apertura y duda como base del conocimiento científico. Reflexión crítica sobre lo producido y sobre las estrategias que se emplean.	Confrontar de modo coherente sobre la base de información relevante y establecer comunicación con todos los miembros del grupo y con la comunidad.

<p>Desarrollo Sustentable</p>	<p>Desarrollo de la comunicación y de la expresión; valoración de la utilización de un vocabulario preciso y de las convenciones que posibilitan la comunicación. Valoración de las posibilidades que brinda el lenguaje matemático para modelizar fenómenos naturales. Posición reflexiva y crítica ante los mensajes de los medios de comunicación respecto de la divulgación científica.</p>	<p>Seleccionar, emplear y analizar el uso de distintas técnicas de registro, organización y comunicación de información.</p>
-------------------------------	---	--

Contenidos conceptuales, actitudinales y procedimentales, que pueden abordarse con el presente proyecto.

Las actividades de enseñanza vinculadas en este proyecto, deberían considerar los siguientes objetivos:

- * Consensuar con los alumnos la trascendencia de encarar la problemática de la calidad del agua en el Arroyo del Azul y la aplicación de la herramienta de la gestión ambiental.
- * Facilitar el aprendizaje mediante la toma de datos, realización de experiencias, y mediante el contacto directo con el objeto de estudio.
- * Favorecer la toma de decisiones, analizando y desarrollando un proyecto ligado al entorno y al interés.
- * Promover el debate entre los alumnos y el respeto por la diversidad de opiniones de ellos.
- * Desarrollar capacidades como poder

reflexionar, crear y recrear situaciones y enfrentarse a problemas de su contexto cercano.

La presentación de las actividades se encuentran de acuerdo con las fases presentadas y cada una de ellas contiene sus objetivos específicos. Es recomendable que para cada una de ellas se registre lo hecho, para reconocer los avances y retrocesos del proceso.

La escuela enseña conocimientos que se entienden como socialmente significativos y que se seleccionan atendiendo a ciertos saberes que, en el ámbito de las ciencias de la naturaleza, contribuyen a formar ciudadanos capaces de dar sentido a informaciones que provienen del campo de la ciencia, formarse opiniones propias y actuar en consecuencia.

El abordaje de temas medio ambientales

exige una visión integradora, ya sea desde una mirada científica como desde una mirada educativa. Es por ello que deberían ser enfocados desde una perspectiva sistémica e integradora. Por lo tanto la metodología de enseñanza por proyectos es una herramienta que cumple con estos enfoques y puede ser utilizada para la enseñanza de estos temas en particular.

Por otra parte, existe la necesidad de hacer interesante aquello que los alumnos deben aprender, aunque no son muchas las veces que lo que ya conocen les sea interesante. El desafío es hacer interesante lo ya conocido con vistas a enriquecerlo o mirarlo desde un nuevo ángulo. No solo es un reto lograr producir el interés en los alumnos, sino también ampliar el campo de fenómenos a estudiar, de modo de ofrecer un abanico de temas nuevos sobre los cuales puedan (y pudiésemos) interesarnos.

Desde otro punto de vista, en la actualidad no se cuenta con los diseños curriculares para el Nivel Secundario Superior, debido a los cambios que se vienen produciendo acordes con la nueva Ley de Educación de la Provincia de Buenos Aires, N° 13.688. Por lo tanto, en el presente trabajo final se utilizaron los Contenidos Básicos Comunes para el Nivel Polimodal.

A pesar de contar con los diseños curriculares para la Educación Secundaria Básica, se consideró que el tema abordado excede a los contenidos

mínimos presentados para ese nivel de enseñanza. Los alumnos requieren de mayores conocimientos en cuanto a las disciplinas enseñadas y el uso de herramientas específicas. Es por ello que el diseño del Proyecto (propuesta de enseñanza) se encuadra en los últimos años de la enseñanza del Nivel Medio, refiriéndose a éste como el nivel que antecede a los estudios superiores.

El Capítulo N° XIV de la Ley N° 13.688 (Ministerio de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires, 2007) muestra a la educación ambiental como una modalidad de enseñanza que tiene carácter transversal a todas las asignaturas y es por ello que la propuesta puede ser abordada interdisciplinariamente.

Bibliografía

ACEVEDO DÍAZ, J. A., 2004. Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para la ciudadanía. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Vol. N° 1, N° 1, pp. 3-16. Accesible en http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen1/Numero_1_1/Educa_cient_ciudadania.pdf

LACUEVA, 2007. La enseñanza por proyectos: ¿mito o reto? Revista Iberoamericana de Educación Número 16 - Educación ambiental y Formación: Proyectos y Experiencias. Accesible en www.rieoei.org/oeivirt/rie16a09.htm

MEINARDI E., REVEL CHION, A, 1998. Teoría y Práctica de la Educación Ambiental. Editorial Aique. 160 pp.

MERINO, G. 1998. Enseñar ciencias naturales en el tercer ciclo de la EGB. Editorial Aique. 132 pp.

NSF (National Sanitation Foundation), 1970. National Sanitation Foundation

Water Quality (Eutrophication) Index. Accesible en www.bcn.boulder.co.us

RODRÍGUEZ M. L., PELUSO F., GONZÁLEZ CASTELAIN J. 2007. Comparación de índices de calidad de aguas aplicados en el arroyo del azul, provincia de Buenos Aires. En prensa en la revista Cuadernos del CURIHAM.