

II Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales *Actas*, II: 202-208, 2009. La Plata.

## LOS INDICADORES DE CALIDAD DE AGUA COMO UNA HERRAMIENTA PARA LA INTEGRACIÓN DE CONTENIDOS DE RECURSOS HÍDRICOS, MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA POR PROYECTOS

*MERLOS, M.<sup>1</sup> ; PELUSO, P.<sup>1,2</sup>, BOUBÉE, C.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Facultad de Agronomía, UNCPBA; Rep. Italia 700 (7300) Azul.  
cristina.merlos@gmail.com y cboubee@faa.unicen.edu.ar

<sup>2</sup>Instituto de Hidrología de Llanuras; Rep. Italia 700 (7300) Azul.  
fpeluso@faa.unicen.edu.ar

### RESUMEN

La enseñanza de las ciencias tiene potencialidades muy significativas para desarrollar competencias que requieren los alumnos para su desempeño en la sociedad, esto se lograría a través de dos procesos largos y complejos que son la alfabetización científica y la educación ambiental. Ambos procesos actúan como herramientas para la toma de medidas. Actualmente los temas relacionados con el medio ambiente, se han posicionado en las agendas sociales, políticas y educativas con gran fuerza. La enseñanza de temas medioambientales, dado su complejidad y su abordaje sistémico, implica la reformulación de las estrategias didácticas a utilizar. En particular, el método de enseñanza por proyectos, puede considerarse como apropiado para tal fin. Es por ello que esta metodología de enseñanza permite vincular temáticas o problemas que sean de interés para los alumnos y que merezcan ser tratados por sí mismos, como lo es el Índice de Calidad de Agua (ICA) del Arroyo del Azul, situado en el centro de la Pcia. de Buenos Aires. Así mismo, en el desarrollo de la presente ponencia se incluye la aplicación del ICA en agua del Arroyo del Azul, con el fin de reconocer su Calidad de Agua. Este tipo de trabajos permite reformular prácticas que lleven a los alumnos a trabajar en forma conjunta con el docente, el trabajo en temas que sean de interés o que tengan un significado en la sociedad y que los alumnos realicen actividades y experiencias que los lleve a comprender y realizar un cambio conceptual.

**Palabras clave:** enseñanza - educación ambiental - alfabetización científica - índice de calidad de agua - metodología de enseñanza por proyectos

## INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las ciencias tiene potencialidades muy significativas para desarrollar competencias que requieren los alumnos para su desempeño en la sociedad. El ámbito de aprendizaje debe ser rico, estimulante, para que con la curiosidad y el asombro se favorezca distintas vías de acceso al conocimiento. Es posible generar una educación cuyo fin sea la alfabetización científica (Velásquez, 2007), que 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.

Los temas relacionados con el medio ambiente se han posicionado recientemente en la agenda pública y ciudadana de nuestra región; su vinculación con los procesos económicos y sociales, están siendo apenas abordados en la última década. Para procurar el éxito y eficacia de las políticas ambientales se debe integrar a la educación ambiental como un componente esencial en todas las fases y acciones del desarrollo (planes de acción, campañas de sensibilización, evaluaciones de impacto ambiental, etc.).

Por lo tanto, incorporar la educación ambiental significa contar con los alumnos en la participación de los procesos que conducen a la adopción de medidas. Por ello está incluida en las distintas fases de planificación, gestión y evaluación de las iniciativas ambientales (Muriel, 1999) y en la nueva Ley de Educación de la Provincia de Buenos Aires N° 13.688 (Buenos Aires, 2007).

La Educación Ambiental constituye el pilar básico para una sociedad con alta conciencia ecológica, lo cual se logra con información (Abaca y Vila, 1992). En este marco, la premisa que lo que se conoce se quiere y respeta (Arango *et al.*, 2002), es un principio capital aplicable a nuestro medio natural. Conformar una importante y determinante herramienta para promover la participación del ciudadano en el desarrollo armónico de su ambiente cotidiano; de allí la relevancia de su inclusión en las currículas educativas en todos los niveles, tanto en la educación formal como informal. Se trata en realidad de un eje transversal a las diferentes áreas del conocimiento y no de una disciplina paralela, ya que se nutre y aporta a las mismas en un amplio diálogo de contenidos temáticos.

Un índice de calidad de agua (ICA) es otro instrumento de gestión. Puede definirse como una agrupación de parámetros indicadores del deterioro de 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).

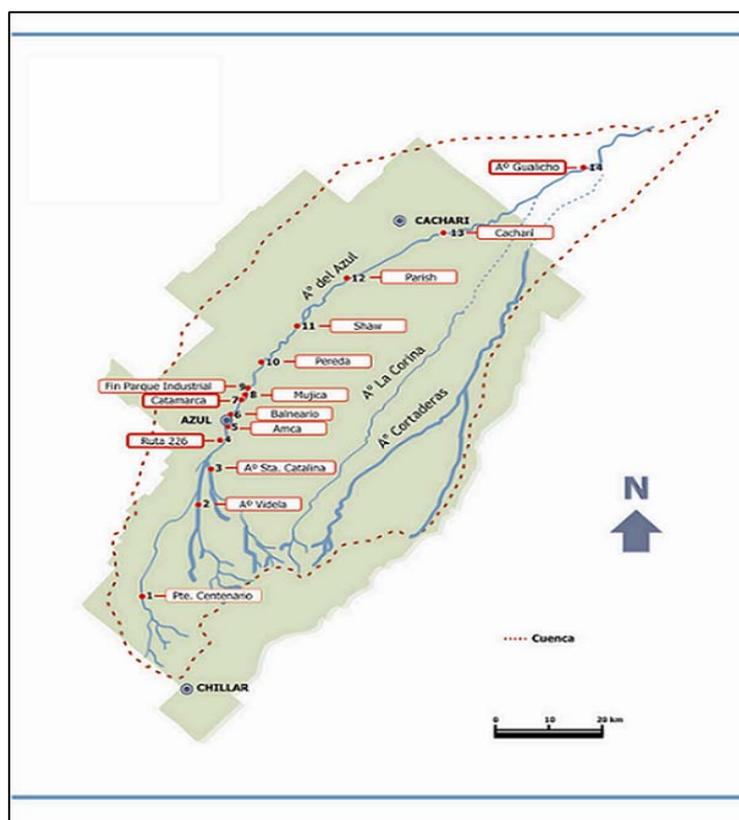
La enseñanza de temas medioambientales, dadas sus características ya mencionadas, implica necesariamente una reformulación de las estrategias didácticas a utilizar. En particular, el método de enseñanza por proyectos, puede considerarse como apropiado para tal fin. El método de enseñanza por proyectos, puede ser analizado desde los trabajos realizados por John Dewey (en Rodríguez Juárez, 2007), el cual ubica la “acción” antes que el “pensamiento” y por lo tanto “se aprende haciendo”. Este modelo de enseñanza se centra en el estudiante, quien desarrolla destrezas y conocimientos de un área de saberes a través de una tarea ampliada, la cual promueve en ellos la investigación y una auténtica demostración de los aprendizajes (Miñana, 1999). Daniels (2003) postula que la principal función de la educación debería ser la construcción de conocimientos colectivos mediante el aprendizaje basado en proyectos, incorporando aprendizajes para el manejo de la información y la alfabetización científica requeridos en la sociedad de conocimiento.

El Arroyo del Azul recorre el Partido que lleva su nombre en sentido sur-norte. Tiene sus nacientes en las cercanías de la localidad de Chillar. Luego de recorrer aproximadamente 60 km atraviesa la ciudad de Azul (sesenta mil habitantes), para desembocar en el Canal 11, en el Partido de Las Flores, distante unos 100 km. El mencionado canal fue construido con el fin de

drenar las aguas de este cauce y de otros arroyos hacia la Bahía de Samborombón, para reducir el impacto de inundaciones. El último tramo del Arroyo del Azul se lo conoce también como Arroyo Gualicho (González Castelain *et al.*, 1995).

Los diferentes usos que se le dan al Arroyo del Azul, se asocian a la calidad del agua presente. Las actividades que se realizan sobre el cauce son del tipo recreativas (deportes náuticos, baño en época estival, pesca, entre otras) y receptor de efluentes cloacales, industriales, pluviales y de aguas servidas de lavaderos de autos y camiones. En las márgenes del cuerpo de agua se realizan actividades agropecuarias (principalmente aguas arriba de la ciudad, debido a la fertilidad y tipo de suelo presente) y abrevadero de ganado vacuno y ovino (actividad desarrollada aguas debajo de la ciudad, ya que los campos de esta zona son anegables debido a la baja pendiente y la fertilidad del suelo no es apropiada para la agricultura).

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. Las estaciones son catorce y se muestran en la figura 1.



#### Referencias de la figura de las estaciones de muestreo:

1. Puente Centenario
2. Arroyo Videla
3. Arroyo Santa Catalina
4. Ruta 226 (Cruce de Ruta Nac. N° 3 y Prov. N° 226)
5. AMCA (Auto Motor Club Azul)
6. Balneario Municipal
7. Calle Catamarca
8. Avenida Mujica
9. FPI (Fin del Parque Industrial)
10. Estación Pereda
11. Estación Shaw
12. Estación Parish
13. Cacharí
14. Arroyo Gualicho (Partido de Las Flores)

Figura N° 1: Estaciones de Muestreo de Calidad de Agua en el Arroyo del Azul, con número indicador.

El objetivo general de esta ponencia es presentar una metodología de enseñanza la cual vincula los contenidos prescritos en los CBC (1996) con el índice de calidad de agua, para el último año de enseñanza del nivel medio siguiendo los lineamientos de la educación ambiental. Se pretende lograr una concienciación del recurso hídrico superficial como fuente de vida y una visión responsable y participativa de la relación del ambiente con la comunidad. De ésta manera podrán los alumnos interpretar el lugar donde viven y tomar decisiones para lograr un aprovechamiento responsable del medio.

## PROPUESTA DE TRABAJO

A continuación se presentará la propuesta de enseñanza que vincula al índice de calidad de agua con los contenidos prescriptos en los CBC (1996) de recursos hídricos. El proyecto se encuentra organizado en una presentación dirigida a los docentes donde se caracteriza el proyecto, los objetivos y posteriormente las actividades desarrolladas por fases, de acuerdo con la metodología de enseñanza. En ellas se presenta la actividad para el alumno, una explicación para el docente de cómo llevar adelante esas actividades, el rol del alumno y del docente ante el proyecto. Una de las premisas del proyecto es la interdisciplinariedad, por lo tanto se realizan algunas vinculaciones con otras áreas de conocimiento con las cuales se puede trabajar en conjunto. Además de se presentan los contenidos conceptuales, actitudinales y procedimentales de los CBC (1996), que se pueden abordar desde cada una de las fases.

A modo de ejemplo, se presenta una de las actividades de la fase 2 de desarrollo.

*Actividad para el alumno:* Se realizará una salida de campo a diferentes sectores del Arroyo del Azul, con el acompañamiento de personal de la institución que preste colaboración, quienes serán los responsables técnico-científicos de la campaña. En dicha salida se tomarán nota de los siguientes puntos: lugar de muestreo, toma de muestras, análisis *in situ* de nitrógeno, modo de traslado de la muestras y otras como: temperatura, condiciones del Arroyo (presencia de bidones, suciedad, etc.), nivel del agua, presión atmosférica, pH, etc. La recolección de estos datos se acompañará con fotos de cada lugar. Posteriormente, los datos, de cada estación de muestreo, se volcarán en una tabla.

*Explicación para el docente:* Llegado este punto se realizará la salida a campo, de un día de duración, donde se tomarán nota de los siguientes puntos: lugar de muestreo (estación de muestreo), toma de muestras (modo de recolección y a que altura en la columna de agua), análisis *in situ* de Nitrógeno (mediante el uso de indicadores de pH), modo de traslado de la muestras (en que se disponen las muestras luego de su recolección) y otras como: temperatura (con termómetro), condiciones del Arroyo (a simple vista), nivel del agua (con una regleta), presión atmosférica, pH, etc. Posteriormente, los datos se volcarán en una tabla.

*Rol del docente:* Realiza las respectivas solicitudes para el trabajo conjunto de los alumnos con un responsable de la institución con la que se llevará a cabo la salida de campo. Colabora en la toma de datos y guía a los alumnos en la salida. Puede ser un moderador entre el técnico y los alumnos aclarando la terminología usada. Integra el uso de otras tecnologías, es decir explica como se utilizarán los instrumentos de medición.

*Rol del alumno:* Es “ayudante” del profesional técnico, ya que registra los datos que le son indicados o interviene en la recolección de algunos datos desde la orilla del Arroyo. Realiza preguntas (alguna de ellas previamente discutidas en el aula) sobre la toma de muestras u otros datos que son de interés para el proyecto.

*Vínculos con otras áreas y los contenidos de los CBC:* Desde esta salida a campo, se consideran las áreas de matemática, informática, geografía, entre otras. Las mismas actúan interdisciplinariamente a lo largo del proyecto.

*Desde los CBC se pueden abordar los siguientes contenidos:* Recursos Hídricos. Usos y Calidad del Agua. Ecosistema y paisaje. Diseño de investigaciones a campo y de laboratorio para reconocer características, propiedades y aplicaciones de los recursos naturales. Planificar, desarrollar y analizar de modo crecientemente autónomo, distintos diseños de investigación que impliquen control de variables, acordes con los problemas de estudio y basándose en argumentos y/o resultados experimentales.

### Aplicación del ICA en aguas del Arroyo del Azul

La presentación comparada de los ICAs para los cuatro episodios de muestreo se aprecian en la Figura N° 2. A partir de esto se pudo determinar la variación del ICA en cada una de las estaciones muestreadas y la variación del mismo en los cuatro muestreos realizados.

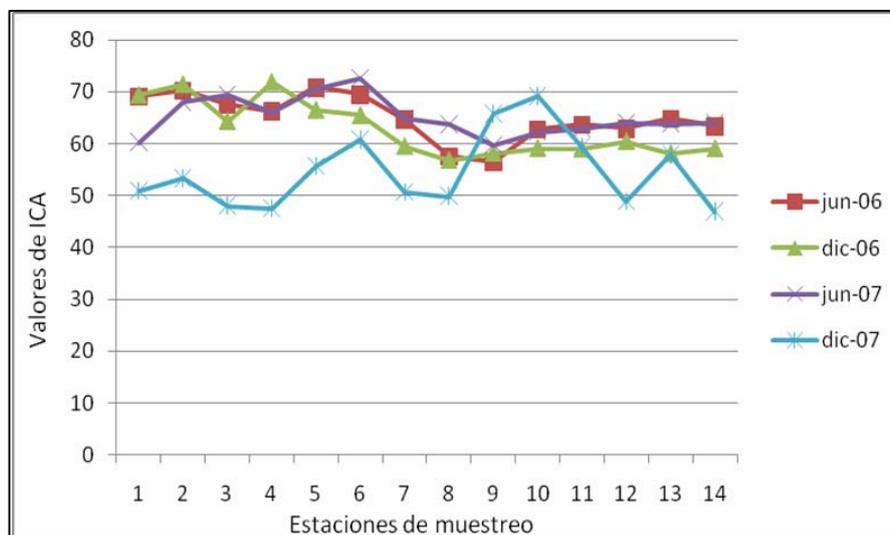


Figura N° 2: Variaciones temporales del ICA.

Se pueden observar variaciones a lo largo del recorrido del Arroyo del azul, siempre dentro de un rango de calidad de agua media (51-70) y buena (71-90). Los mayores valores de calidad se dan en las primeras estaciones de muestreo (calidad buena) y decrece hacia las siguientes, debido a la acción que ejercen los diferentes usos y actividades que se desarrollan en el arroyo o en sus márgenes, siendo la calidad de agua media.

Por lo tanto, existen tres tipos de calidad de agua con relación al uso y las zonas mencionadas:

1. Zona Pre Urbana: Buena
2. Zona Urbana: Aceptable
3. Zona Pos Urbana: Buena

Los valores encontrados en esta zona pos urbana son semejantes a los de la zona pre urbana aunque el Arroyo del Azul no se recupera significativamente luego de que sus aguas pasen por el casco urbano. Es de resaltar que se marcan diferencias en la calidad del agua en diferentes sectores del Arroyo y que se evidencian sitios de influencia de la ciudad y zonas como cuenca baja donde las características del agua también cambian con relación a las características del agua subterránea.

## CONSIDERACIONES FINALES

La docencia en el aula se constituye desde el primer encuentro entre los alumnos y los profesores al inicio del camino del aprendizaje de cualquier materia, en particular en ciencias naturales. Este proceso de integración exige por parte del docente un esfuerzo por que su quehacer sea eficiente y eficaz, de modo de lograr los objetivos del aprendizaje que se ha propuesto.

Para ello, la enseñanza debe basarse en una visión global e integradora de los fenómenos naturales, tecnológicos y socio-culturales en desmedro de una visión limitada por la fragmentación y compartimentación del conocimiento que estamos actualmente intentando abandonar, sobre la base de la aplicación de las nuevas estrategias educativas, en este caso, la metodología de enseñanza por proyectos.

En síntesis, la enseñanza de temas ambientales tiene potencialidades muy significativas para desarrollar las principales competencias que requiere el desempeño ciudadano: capacidad de abstracción, de experimentación, de trabajo en equipo, entre otras. Es importante que los alumnos formulen sus propias hipótesis, aprendan a realizar observaciones y extraer conclusiones, hacer simplificaciones, generar modelos y aprendan de otros.

## BIBLIOGRAFÍA

Abaca, M. C.; A. Vila, (1992). *Invitación a la educación ambiental. Un encuentro gradual con la naturaleza*. Buenos Aires, Ed. Planeta, 225p.

Arango, N.; Chaves, M. E. ; Feisenger, P. (2002). *Guía Metodológica para la Enseñanza de ecología en el patio de la escuela*. Programa para América Latina y el Caribe. Ed. Audubom. Accesible en <http://www.senacyt.gob.pa/media/documentosHagamosCiencia/ecologiaPatioEscuela.pdf>

BUENOS AIRES (PROVINCIA) (2006). [Nueva Ley de Educación de la Provincial N° 13.688]. Ministerio de Educación de la Provincia de Buenos Aires. Accesible en <http://abc.gov.ar/LaInstitucion/SistemaEducativo/consulta2007/default.cfm>

CBC (Contenidos Básicos Comunes) (1996). Contenidos Básicos para la Educación Polimodal. Resolución N° 26/93. Consejo Federal de Educación. Accesible en [www.me.gov.ar/consejo/documentos/cf\\_documentos.html](http://www.me.gov.ar/consejo/documentos/cf_documentos.html)

Daniels, H. (2003). *Vygotsky y la pedagogía*. Barcelona. Paidós. Accesible en <http://www.ruv.itesm.mx/portal/infouv/boletines/tintero/articulos/cristobal.htm>

González Castelain, J.; USUNOFF, E.; GROSMAN, F.y PELUSO, F. (1995). *Propuestas para la gestión del arroyo del Azul (prov. de Buenos Aires)*. En Actas 1er. Congreso Nacional de Gestión del Agua y Saneamiento, Córdoba, 23 p. (en diskette).

Miñana, C., (1999). *El método por proyectos*. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia, Programa RED, documento de trabajo. Accesible en [www.unal.edu.co/red/articulos\\_ponencias.htm](http://www.unal.edu.co/red/articulos_ponencias.htm)

Muriel, J. L., (1999). *Libro Blanco de la Educación Ambiental*. Accesible en [www.mma.gov.es/secciones/formacion\\_educacion/reflexiones/firma29.htm](http://www.mma.gov.es/secciones/formacion_educacion/reflexiones/firma29.htm)

NSF (National Sanitation Foundation), (2008). *National Sanitation Foundation Water Quality (Eutrophication) Index*. Accesible en [www.bcn.boulder.co.us](http://www.bcn.boulder.co.us)

Rodríguez Juárez, M. T, (2007). El trabajo por proyectos en la escuela secundaria. En Revista Educación 2001. N° 147. México.

<http://www.educacionbc.edu.mx/publicaciones/SintesisEv/Sintesis.php?Num=44>

Stambuck - Giljanovic, N. (1999). Water Quality evaluation by index in Dalmatia. Water Res. 33 (16).

Velásquez, D. L., (2007). La estrategia de proyectos integrados en asignaturas tecnológicas de la especialidad de laboratorista ambiental en el CET Mar Mazatlán. Accesible en <http://redexperimental.gob.mx/descargar.php?id=290>