

UN PROYECTO BASADO EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA CRÍTICA PARA PREVENIR CONTAMINACIÓN POR FALTA DE RED CLOACAL

Adriana MAGALLANES; Cristina ESTELEY; Susana LOPEZ y Darío COLANERI

**Universidad Nacional de Río Cuarto – Ruta 36 Km 601; Río Cuarto
Universidad Nacional de Córdoba- Av. Medina Allende s/nº, Ciudad Universitaria; Cba.
Escuela Secundaria del sur de Córdoba
adriana.n.magallanes@gmail.com**

Relato de experiencia de enseñanza, Educación Secundaria

Palabras Clave: Educación Matemática Crítica, escenario de investigación, proyecto pedagógico, Wiki.

RESUMEN

En este trabajo se reflexiona a partir de una experiencia áulica con un proyecto pedagógico que, atendiendo a una Educación Matemática Crítica, busca generar un auténtico escenario de investigación. El proyecto se ejecuta en una escuela secundaria del sur de la Provincia de Córdoba. Para ello, los alumnos formularon una problemática relacionada con contaminación del agua debido a la falta de cloacas en el pueblo y sus posibles consecuencias ambientales. Para sostener el escenario de investigación, se plantea una indagación en terreno y se utilizan formatos curriculares¹ tales como seminario, taller, trabajo de campo, laboratorio y observatorio. Con este escenario se pretende generar un espacio educativo que invite a los estudiantes a formular preguntas, analizar lo que sucede en su entorno social, buscar explicaciones, plantear hipótesis, entender la lógica y el procedimiento de una investigación estadística; al mismo tiempo, se busca que el estudiante pueda verse como un ciudadano activo en una democracia, como sujeto generador de propuestas para su comunidad. El proyecto cuenta con importantes avances que permitieron realizar un diagnóstico de la contaminación que está recibiendo el río. También se comenzó a construir un documento colaborativo (*Wiki*) en el cual se visualiza gran parte del trabajo desarrollado.

LA TAREA EDUCATIVA COMO PROBLEMÁTICA: UN DIAGNÓSTICO

Una de las principales problemáticas con la que hoy se enfrenta el docente de secundaria en general y el profesor de matemáticas en particular es la pérdida de ciertos sentidos instalados desde la modernidad en el ámbito educativo. La preparación para el futuro y la escuela como el espacio privilegiado de acceso a la información y transmisión de la cultura hoy ya no son argumentos que le asignen sentido a la tarea educativa (Finocchio y Romero, 2011; Giroux, 1996; Giroux, 1994.). Más aún, entendemos que presuponer que hoy están presentes en los estudiantes las condiciones inherentes a la subjetividad pedagógica de la modernidad (Corea y Lewkowicz, 2005; Corea, 2004) es parte de la problemática y, en gran medida, lo que genera numerosas decepciones y frustraciones en el ámbito educativo. Entre estas podemos citar los elevados índices de repitencia o deserción e incluso el escaso porcentaje de alumnos que finalizan el ciclo lectivo sin adeudar materias (Ferreira, Peretti y Carandino, 2001). Una de

¹ Los formatos curriculares nombrados se entienden en los sentido explicitados en los actuales Diseños Curriculares vigentes en la Provincia de Córdoba

las asignaturas con mayores porcentajes de alumnos desaprobados es, casualmente, la matemática².

En este sentido, y tomando como referencia los distintos ambientes de aprendizaje para la educación matemática descritos en Skovsmose (2000), podríamos indicar que existe cierta prevalencia del paradigma del ejercicio históricamente utilizado en clases de matemática. Sin embargo, dicho paradigma hoy no presenta demasiado interés para los estudiantes y es poco probable que produzca la construcción, circulación y duración de conocimientos cargados de sentido para quien aprende. Es muy común al comenzar un ciclo lectivo que los docentes de matemática se sorprendan porque los alumnos han olvidado gran parte de los conocimientos y no pueden resolver los mismos ejercicios que los llevaron a aprobar esta asignatura el año anterior.

Teniendo en cuenta los puntos antes expuestos, parecería esencial que se comprenda que el saber por el saber mismo ya no es suficiente para lograr la atención y el interés en los estudiantes; que la autoridad docente ya no es atributo inherente a un cargo sino que exige ser construido (Fanfani, 2004). Esto es, los principios básicos sobre los cuales tenía lugar la transmisión en la modernidad (Pineau, 2010) ya no están presentes, pues ya no existen las mismas condiciones que los generaron. Hoy se hace necesario modificar posiciones de resistencia e impotencia (Duschatsky, 2008) que suelen asumir algunos actores educativos ante esta realidad y que sólo constituyen formas de padecimiento. Para no quedarnos en el padecimiento, realizamos y ejecutamos una propuesta³ que nos permita ir más allá de los supuestos mencionados.

UNA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA TAREA DOCENTE: SUPUESTOS

Se entiende que una propuesta superadora del planteamiento “moderno” sería considerar al proceso educativo como un proceso de vida, un proceso de naturaleza democrático en el cual educadores y educandos asumen cada uno un rol particular y comparten el rol de investigadores interesados en problemáticas de la realidad social de su entorno próximo. Al respecto, la línea de pensamiento de la Educación Crítica nos remite a ese objetivo de carácter social que, además de plantear la construcción de conocimientos con sentido para los actores, se preocupa por hacerlo democráticamente, incentivando en los alumnos un espíritu crítico, responsabilidad ética y concientización política. Paulo Freire, Henry Giroux, Ubiratan D’Ambrosio y Ole Skovsmose, entre otros, contribuyen sustancialmente con esta línea de pensamiento. Para Freire (2004), el acto de enseñar exige, entre otras, investigación respecto a los saberes de los educandos, reflexión crítica sobre la práctica y respeto a la autonomía del ser del educando.

Para Giroux (2005), el estudiante debe estar en contacto con su realidad y es en la interacción con el medio donde el estudiante se sensibiliza con los problemas del entorno; por ello, la metodología de los programas deberá ser abierta, dinámica, dinamizadora y permitir que se aborden los contenidos a través de las problemáticas reales.

Por su parte, Skovsmose (1999) presenta en uno de sus libros las ideas centrales en torno a la Educación Matemática Crítica, ilustrándolas con ejemplos de proyectos educativos realizados en escuelas danesas. La intención más relevante de este autor es considerar la relación entre educación crítica y las materias escolares, en particular la matemática, pero no sólo de manera teórica sino también brindando fundamentos para interpretar y aclarar prácticas educativas.

² En: www.lanacion.com.ar/963508-matematicas-sigue-siendo-un-dolor-de-cabeza y www.laverdadonline.com/detallenoti.php?recordID=24793

³ Esta propuesta y la experiencia integral que la acompaña, son objeto de estudio de la tesis de doctorado de Adriana Magallanes que es dirigida por Cristina Esteley.

El enfoque de la Educación Matemática Crítica interpreta la educación matemática como un fenómeno social, considerando esencial incorporar los aspectos político-sociales como constitutivos del mismo. En este enfoque, se entiende que la interacción entre estudiantes, docentes y administradores de la educación establecen las condiciones de posibilidad de construcción de una educación que contemple el desarrollo de una competencia democrática de los estudiantes. La relación entre educación matemática y democracia está estrechamente ligada a la institución escolar en la que efectivamente se realiza, es decir, las efectivas condiciones específicas de una institución favorecen u obstaculizan el desarrollo de una competencia democrática.

Encontramos en este enfoque una compatibilidad tanto de intereses como de objetivos con el método de educación a través de la Modelización Matemática (Bassanezi, 2002) y con el Paradigma Situacional para la educación (Baquero, 2008). En el enfoque situacional, la situación no opera como un contexto externo que decora, acelera o enlentece un proceso de desarrollo que es atributo del individuo, sino que tanto el desarrollo como el aprendizaje son algo que se produce en situación y es la situación la que lo explica. Baquero (2008) alerta sobre que no debemos adoptar perspectivas constructivistas poco atentas al carácter político-cultural de las prácticas escolares y muestra cómo el enfoque situacional permite abrir una agenda crítica de problemas sobre las prácticas educativas.

La escuela situación es una escuela en la cual el pensamiento situacional no es un pensamiento pre-constituido, una nueva ideología o una doctrina que sabe siempre lo que es preciso hacer y decir, sino que, por el contrario, se funda en un “no saber” que obliga a pensar lo impensado a partir de los términos de unas circunstancias dadas. La escuela-situación es política en el sentido que Spinoza (1999) da al término: construye sociedad y a partir de allí produce un espacio de lo público, que no se impone a los miembros de un territorio dado, sino que existe en la medida en que él mismo es expresión de su actividad. En una escuela situación no se trata sólo de impartir unos contenidos sino de verificar en situación proyectos de aprendizaje singulares y de ponerse a disposición para alcanzar algo más que una mera repetición. Se entiende que no hay situación de aprendizaje sin una implicación deseante de los estudiantes, no se forma un proyecto de aprendizaje invocando una autoridad exterior al proceso mismo. Por esto acordamos con Silvia Duschatzky (2008) en la necesidad de cambiar posiciones de resistencia o impotencia por una posición de invención que supone producir singularidad y buscar formas inéditas de operar con lo real que habiliten nuevos modos de habitar una situación.

Por otra parte, adherimos a la mirada de Jacobini y Wodewotzki (2006) en relación con la vinculación que establecen entre Educación Matemática Crítica y el método de educación a través de la Modelización Matemática, incluyendo en nuestro caso una compatibilidad con el Paradigma Situacional mencionado. Bassanezi (2002) reafirma el rol del modelaje matemático como un instrumento pedagógico, un proceso dinámico utilizado para la obtención y validación de modelos matemáticos que consiste esencialmente en el arte de transformar situaciones de nuestro entorno cotidiano en problemas matemáticos y resolverlos interpretando sus respuestas en un lenguaje usual. D'Ambrosio (1991) afirma que un modelaje eficiente se da a partir del momento en que somos conscientes de que estamos trabajando siempre con aproximaciones de la situación real. En esta perspectiva, se considera como lo hace Barbosa (2007), que el modelaje matemático puede ser un ambiente de aprendizaje en el que los estudiantes son invitados a investigar a través de la matemática situaciones de la vida diaria o de otras ciencias.

Tanto en el enfoque crítico para la educación matemática como en el paradigma situacional, se propone una educación basada en proyectos pedagógicos de investigación relativos a alguna situación cotidiana que resulte significativa para los estudiantes. La presencia de modelaje matemático en un contexto de educación matemática esencialmente se refiere a

estudiar matemática en un problema legítimo del contexto cotidiano cuya solución deberá posibilitar su análisis, reflexión, discusión y validación. Andrade (2008) afirma que el trabajo fundamentado en modelaje matemático se constituye como una propuesta factible y desafiadora para el profesor en el salón de aula, implicando una ruptura en la situación segura y conocida por una perspectiva desconocida y no siempre asegurada con anterioridad. Por otra parte, este autor también destaca que los ambientes de aprendizaje centrados en modelaje matemático promueven una interacción entre la institución escolar y la comunidad.

Por todo lo expuesto, se considera que la elaboración y planificación de un proyecto de investigación escolar basado en una problemática formulada y reconocida por los estudiantes son la base para plantear una experiencia de aprendizaje que resulte significativa para los educandos. La educación, desde escenarios de investigación, sin dudas plantea para los docentes un desplazamiento desde una zona de seguridad a una zona de riesgo donde no siempre se sabe lo que es preciso decir o hacer; pero estamos convencidos de que es un corrimiento que vale la pena transitar. Más aún, entendemos que la Educación Matemática Crítica y el aprendizaje centrado en el Modelaje Matemático se hacen necesarios en el actual contexto educativo donde, tal como lo plantea Corea (2004), la subjetividad pedagógica de la modernidad hoy está agotada. Visualizamos que este tipo de educación es la que hoy se requiere desde el Paradigma de una escuela-situación⁴. Colocadas algunas de las ideas esenciales que sustentan el trabajo en aula, se describe a continuación el proyecto.

PARTICIPANTES, IDEARIO Y ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto plantea, en cursos regulares de matemática y en distintos tiempos, un escenario de investigación construido a partir de los intereses planteados por los estudiantes y con la colaboración de docentes de diferentes espacios curriculares. Esta colaboración fue especialmente necesaria por la naturaleza de la temática seleccionada. Es importante señalar que el proyecto involucra no sólo a docentes de la institución y todos los alumnos de tercer año del ciclo lectivo 2013 y de cuarto año del ciclo lectivo 2014 de la institución, sino también a expertos en la temática, padres, autoridades locales y la comunidad en general.

A partir de estas condiciones, durante el ciclo lectivo 2012, la profesora de matemática presentó a alumnos de segundo año (según designación de Córdoba u octavo grado) y destinatarios de la aplicación del proyecto en el ciclo lectivo 2013 y 2014, la siguiente consigna:

“Seguramente, habrás pensado o escuchado hablar de alguna problemática que hay en la escuela o en tu pueblo. Te invito a que pienses en esos problemas y escribas sobre aquel problema en el que te gustaría poder encontrar alguna solución, algún problema que vos ves que existe o un problema del que te han hablado y piensas que sería muy bueno poder ayudar con tu curso para encontrar un modo de resolverlo. Un problema que esté afectando a varias personas y te gustaría mucho poder ayudar junto a tu curso”.

En esta consulta, la docente formuló los objetivos de planificar un trabajo para el próximo año con ellos teniendo en cuenta una problemática que sea de interés para el grupo, generando la confianza de que en su formulación ninguna problemática estaría mal y no se condicionarían a que fuera sobre matemática. Luego de la discusión en pequeños grupos, el 45% de los alumnos formuló una problemática relacionada con la contaminación debido a la falta de cloacas y posibles consecuencias para el río que atraviesa la localidad en la cual se encuentra situada esta escuela secundaria, que provee de agua al pueblo y es el principal atractivo turístico del lugar.

⁴ Definición para escuela desde el Paradigma Situacional mencionado

En esta instancia se indagó sobre los conocimientos que tienen los estudiantes sobre el problema de la contaminación del medio ambiente y sobre la contaminación de los ríos. Este proyecto es un proyecto de investigación escolar que plantea investigación en terreno y utiliza formatos curriculares y pedagógicos tales como “Seminario, taller, trabajo de campo, laboratorio y observatorio”.

Para llevar adelante el proyecto se formularon los siguientes **objetivos generales**:

- *Generar un escenario de investigación que invite a los estudiantes a formular preguntas, a analizar lo que sucede en su entorno social, a buscar explicaciones y a plantear hipótesis.*
- *Entender el propósito, la lógica y el procedimiento de una investigación estadística.*
- *Que el estudiante pueda verse como un ciudadano en una democracia que no sólo es un receptor de lo que sucede en su contexto y de las decisiones que toman las autoridades, sino que puede ser un generador para su comunidad.*
- *Que los estudiantes puedan ver los conocimientos como necesarios, aunque no por ello suficientes, para poder interpretar lo que sucede en la realidad, que es mucho más compleja para ser limitada sólo a un área del conocimiento.*

En función de ellos se propuso como **objetivos específicos**, que los estudiantes puedan:

- *Realizar un diagnóstico sobre la calidad del agua del río y la calidad del agua potable en el pueblo empleando contenidos estadísticos y haciendo uso de la tecnología.*
- *Poner en práctica habilidades utilizadas en los procesos de investigación estadística.*
- *Reflexionar, argumentar y ser críticos en relación con la contaminación por efluentes cloacales de su pueblo.*
- *Desarrollar habilidades para comunicarse estadísticamente y para confrontar sus resultados con los de sus pares.*
- *Realizar propuestas superadoras de las problemáticas definidas.*

Teniendo presentes estos objetivos, el proyecto se organizó y gestionó en cuatro fases interconectadas.

Durante el ciclo lectivo 2013 se desarrollaron las Fases 1, 2 y 3, y se inició la Fase 4 dando comienzo a la construcción de un documento colaborativo (*Wiki*) que puede ser consultado ingresando en terceiroipemalpacorral.wikispaces.com. Este sitio contiene gran parte de las actividades realizadas en el marco del presente proyecto, aunque cabe aclarar que la misma está aún en construcción y se espera que durante el presente ciclo lectivo (2014) se pueda completar de manera colaborativa entre los distintos docentes y estudiantes integrantes del proyecto con las actividades ya realizadas, así como también la etapa final que consiste en diseñar una estrategia de comunicación e intervención. Para llevar adelante la comunicación en el presente año, se cuenta con la colaboración de la profesora de cuarto año de la asignatura “Estrategias de comunicación y Relaciones Públicas”, y con la participación de la profesora de cuarto año de la asignatura “Formación para la vida y el trabajo”, para poder definir y concretar una estrategia de intervención. Ambas han manifestado su predisposición para incluir el proyecto en sus planificaciones del presente año este trabajo.

FASES: TIEMPOS Y ACTIVIDADES VIVIDAS

La **Fase 1**, (desde Marzo a Agosto 2013), se lleva a cabo apelando al formato curricular “Seminario”, organizado alrededor de contenidos curriculares que serán los ejes temáticos centrales. En esa instancia se busca profundizar en las siguientes cuestiones:

- *¿Cómo se determina la contaminación por efluentes cloacales?
- *¿Puede esa contaminación afectar el río?
- *¿Cómo se determina si existe o no contaminación en el río y en las aguas de consumo para los pobladores?
- *¿Cómo se puede prevenir la contaminación del río cuando no existe un sistema de cloacas?
- * ¿Cuál es la población, muestra, variables de este estudio? (Taller N° 3 en la *Wiki*)
- * ¿Cómo se recolecta y procesa información? (Taller N°3,5 en la *Wiki*)
- * ¿Cómo se presenta la información para ser interpretada?

En esta fase se invita a profesores de la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC) para acompañar el seminario.⁵

A través de paneles y/o seminarios se presentarán a los estudiantes los conocimientos y el asesoramiento sobre esta temática, teniendo siempre en cuenta que estos paneles deben contar con los conocimientos de los estudiantes y estar orientados hacia un conocimiento, tanto de la biología, la química y especialmente de la estadística que se espera que los estudiantes puedan construir.

La evaluación de lo trabajado en estos seminarios se realiza mediante una presentación de los estudiantes (en grupos heterogéneos) de una síntesis de los aspectos desarrollados en los seminarios que consideran más relevantes para la investigación sobre el río teniendo en cuenta las opiniones brindadas por los expertos y las suyas propias. Esta elaboración deberá ser compartida con el resto de sus compañeros, dando lugar a preguntas y reflexiones. Parte de lo trabajado en esa instancia se encuentra en la *Wiki* como “Taller N°2”.

La **Fase 2** toma como centro un Trabajo de Campo (setiembre a noviembre de 2013). Algunas de las actividades del trabajo de campo se desarrollan a raíz de los resultados obtenidos en la Fase 1 del proyecto, atendiendo las propuestas de los actores involucrados (expertos, docentes, estudiantes). En esta fase hay trabajo bajo los formatos laboratorios y observatorios. Se opta por laboratorio para realizar un análisis del agua del río y del agua consumida por los pobladores en distintas épocas del año (en primavera y verano). También se realizan algunos análisis en algunos pozos de agua existentes en la zona. Los análisis serán llevados a cabo por la UNRC para la obtención de los resultados.

El observatorio entra en juego a partir de los datos obtenidos y al realizar una recopilación de la información y presentación de los datos en tablas y gráficos *Excel* e *Infostat*, para luego ser interpretados por los estudiantes. (Ver Talleres N° 5, 7 y 8 en la *Wiki*)

La **Fase 3** se centra en la institucionalización y evaluación de los saberes (agosto a noviembre 2013). En esta etapa los docentes partícipes del proyecto, y especialmente la profesora de matemática, recuperan y presentan formalmente los contenidos trabajados de la disciplina que fueran mencionados durante el proyecto e incluso aquellos que fueron utilizados pero no explicitados con anterioridad.

Los principales contenidos de la asignatura (Matemática de tercer año) que fueron institucionalizados son los siguientes:

- Experimentos aleatorios y deterministas (Taller N°4, en la *Wiki*)
- Población, necesidad de una muestra, variabilidad de una muestra, muestra representativa y variable. (Taller N°3, en la *Wiki*)
- Interpretación de significado de parámetros de posición (media aritmética, mediana y moda), identificando el más adecuado para describir la situación en estudio. (Talleres N°5 y 7, en la *Wiki*)

⁵ Todos ellos especialistas de la UNRC con publicaciones en la temática de contaminación por efluentes cloacales.

- Construcción de tablas y gráficos estadísticos a partir de una muestra y empleando Excel.(Talleres N°5, 7 y 8, en la *Wiki*)
- Lectura e interpretación y análisis crítico de gráficos estadísticos (Talleres N° 5, 7, 8 y 10, en la *Wiki*)
- Formulación de hipótesis como indicio a la estadística inferencial y análisis de los límites de los parámetros de posición para describir la situación en estudio y para la elaboración de inferencias y la toma de decisiones. (Talleres N°9 y 10, en la *Wiki*)

En la **Fase 4**, o fase de comunicación e intervención (desde diciembre de 2013 a diciembre 2014), los estudiantes presentan los resultados obtenidos en el desarrollo del proyecto mediante la construcción de un documento colaborativo (*Wiki*). Para ello se cuenta con la participación de una Ayudante Técnico en Informática, externa a la escuela. En esta *Wiki*, lo estudiantes incluyen (por grupos heterogéneos) por lo menos los siguientes ítems: gráficos y resultados obtenidos del trabajo de campo, así como sus valoraciones e interpretaciones sobre los mismos, información (fotos, videos, comentarios) que los estudiantes consideren relevante para concientizar sobre la conservación y prevención de la contaminación del río y sugerencias y/o conclusiones para la comunidad. Del mismo modo, los estudiantes incluyen los contenidos formales que fueron institucionalizados por la docente, contextualizándolos al proyecto desarrollado.

Con el objetivo de despertar la capacidad crítica de los involucrados, que implique las consiguientes mejoras en la práctica, se implementa la actitud de no personalizar los errores, sino que se observan y critican las actividades realizadas en un contexto particular. Dicha observación no está dirigida a marcar errores, sino a aportar miradas, consejos, observaciones que permitan mejorar la acción y optimizar recursos. Las reformulaciones que se realizan al proyecto son decisiones de los docentes partícipes del proyecto y/o de los estudiantes involucrados. La elaboración de esta *Wiki* no sólo tiene como finalidad ser una herramienta para la comunicación y evaluación del proyecto, sino que además tiene como objetivo resguardar la experiencia vivida como bagaje de conocimiento que ayude a construir futuras prácticas. Teniendo presente lo acontecido en cada una de las fases que se reconocen al interior del proyecto, se presentan algunas reflexiones sobre parte de las experiencias vividas en estos tiempos. Se destacan solo algunas de ellas con las que se busca hacer evidente la intensidad y la trama de lo acontecido.

ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE LO VIVIDO

Durante la Fase 1 del “Seminario” llevado a cabo por las especialistas de la UNRC, se destaca el diseño de la presentación que realizaron atendiendo a la síntesis de la primera salida de campo elaborada por los profesores intervinientes en el proyecto y las preguntas e inquietudes formuladas por los estudiantes, ofreciendo conceptos de su especialidad que aportan al análisis de la problemática. Parte de estos conceptos fueron recuperados durante el Taller N°2 en la *Wiki*. Este primer seminario permitió poner en duda algunos prejuicios instalados en los estudiantes, tales como que el problema de contaminación existe sólo en época de verano cuando llegan los turistas al lugar; también desterrar la idea de que existen ríos subterráneos por dónde podrían circular los desechos de los pozos negros, etc.

Aunque se describió el proyecto en distintas fases, como ya se anticipó, vale recordar que ello no implica necesariamente que las mismas se presentaran de manera relacionada. Por ejemplo, en la Fase 1 se plantea definir la población, la muestra y variables en estudio, pero al mismo tiempo que estos conceptos surgieron en el tratamiento de la problemática, se pusieron en evidencia acciones de la Fase 3, ya que con aportes de la profesora se abrieron procesos de institucionalización. Por otra parte, si bien el trabajo de campo se formula como Fase 2,

durante el Seminario desarrollado en la Fase 1 por geólogas de la UNRC, se realizó una salida de campo dónde las especialistas mostraron en terreno una técnica adecuada para realizar el muestreo de agua en el río.

Con respecto al trabajo de campo, se menciona en primer lugar la visita a la Municipalidad del lugar para registrar datos sobre análisis de agua y desagotes de pozos negros en la localidad. Cabe destacar la colaboración de las autoridades para poner a disposición datos. También se desarrollaron dos muestreos de agua del río, de agua potable y de agua superficial, destacando el entusiasmo manifestado tanto por los estudiantes como así también por los miembros de la comunidad. Al respecto cabe mencionar el hecho de que uno de los preceptores de la escuela ofreció su moto para poder realizar una toma de agua en una zona distante (Muestra N°1 en la *Wiki*) y de difícil acceso, como así también dos alumnos que, de manera voluntaria, decidieron ir caminando hasta una Villa, distante a 5 km del pueblo, aunque los profesores no se lo habían exigido ya que contaban con la colaboración de dos alumnas de esta Villa para hacer este muestreo. También merece destacar el interés manifestado por los alumnos al momento de formular preguntas a las microbiólogas que nos acompañaron en el segundo muestreo de agua del río. Algunas de éstas, debido a la falta de conocimientos sobre contenidos de biología por parte de los estudiantes, aún hoy continúan siendo interrogantes para ellos, interrogantes que resultarían interesantes si fueran abordados desde esta asignatura. Algunos de los talleres fueron planificados y desarrollados de manera simultánea con el trabajo de campo. Así por ejemplo el Taller N°1 fue realizado al final del recorrido por las costas del río con el objetivo de recuperar durante la misma jornada las observaciones realizadas por los estudiantes, además de ofrecerles la oportunidad de desarrollar la tarea mientras se compartían unos mates. Este cambio de espacio resultó muy valorado por los estudiantes. La valoración de parte de los docentes fue no sólo por el compromiso asumido en la tarea encomendada, sino también porque los estudiantes se apropiaron de la invitación para tomar decisiones, escuchar a sus pares y debatir sus ideas, recuperando por ejemplo la noción de muestra representativa en el Taller N°6 (desarrollado también durante una salida de campo) para hacer la selección de nuevos puntos de muestreo.

En el Taller N°3, además de incluir el concepto de población y muestra, se propone repensar las razones para tomar una muestra, así como la noción de variabilidad y representatividad de una muestra.

En la Fase 1, se incorporan las nociones de experimento determinista y aleatorio mediante el trabajo interactivo con un sitio web que resultó muy atractivo para los estudiantes y que les permitió definir según estos conceptos el tipo de experimento que se requería para nuestro estudio. Cabe mencionar que para poder llevar a cabo esta actividad se debió contar con el uso de un proyector, ya que el servicio de internet del que dispone la escuela no permite el ingreso simultáneo de varias *netbook*; lo cual significó una limitante para la actividad programada.

En el momento del “Observatorio” se menciona el aprendizaje en el uso de software como *Excel* e *Infostat*. Este último se empleó especialmente para la confección de gráficos de cajas (*box-plot*) y también exigió de parte de la docente, la elaboración de una actividad específica que permitiera tener un primer acercamiento al significado de este tipo de gráficos (Taller N°9). También durante esta fase se propuso el aprendizaje de algunos contenidos estadísticos como el promedio, la moda y la mediana. Este trabajo cobra sentido al trabajar con datos específicos de la situación que se desea estudiar y resultan interesantes para los estudiantes las lecturas e interpretaciones que pueden hacer a partir de los mismos, así como la formulación de hipótesis como indicio hacia la estadística inferencial. Al mismo tiempo, resulta un indicador de crecimiento en la confianza de los estudiantes en su capacidad no sólo para plantear aquellas problemáticas que preocupan a su comunidad, sino también en su potencial para indagarlas con argumentos basados en distintos tipos de conocimientos e incluso para pensar en alternativas de tratamiento cuando se encuentren indicios que reafirmen la

percepción de esa problemática. Un resultado parcial de todo lo experimentado es que, en principio, hoy habría muestras de agua que presentan un grado no menor de contaminación y es este un aspecto que preocupa y sigue involucrando a docentes, alumnos, expertos y comunidad. Es así que, con el proyecto, el conocimiento se genera y adquiere valor como respuesta a una situación que preocupa a los estudiantes y nos desafía a todos.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, M. 2008. Ensino e aprendizagem de Estatística por meio da modelagem matemática: uma investigação com o ensino médio. Dissertação Universidade Estadual Paulista.
- Baquero, R. 2008. La transmisión educativa desde una perspectiva situacionista. Buenos Aires: *Publicación interna de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)*.
- Barbosa, J.C. 2007. Mathematical modelling and parallel discussions. In: *Congress of the European society for research in mathematics education*, Larnaca, 2007. Proceedings of the 5th CERME, vol 1: 1-10.
- Bassanezi, R.C. 2002. *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia*. Sao Paulo: Contexto.
- Corea, C. 2004. La destitución de la comunicación y el agotamiento de la subjetividad pedagógica. Buenos Aires: *Publicación interna de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)*.
- Corea, C. y Lewkowicz, I. 2005. *Pedagogía del aburrido*. Buenos Aires: Paidós Iberica
- D'Ámbrosio, U. 1991. Matemática, enseñanza y educación: una propuesta global. *Revista SBEM.*, vol 4, nº3: 1-16.
- Duschatzky, S. 2008. Identidades juveniles, escuela y expulsión social. Diploma Superior en Gestión Educativa. FLACSO Argentina.
- Ferreyra, H., Peretti G. y Carandino E. 2001. "Los Problemas de la Educación Media en la Argentina", Premio Academia Nacional de Educación".p106.
- Finocchio, S. y Romero, N. (comp.) 2011. Saberes y prácticas escolares. FLACSO y Homo Sapiens Ediciones. *Colección Pensar la educación*
- Freire, P. 2004. *Pedagogía de la Autonomía*. Sao Paulo: Paz e Terra SA.
- Giroux, H. 1994. *Jóvenes, diferencia y educación postmoderna*. En Castells Nuevas perspectivas críticas de la educación. Barcelona: Paidós. P. 97-128.
- Giroux, H. 1996. Educación posmoderna y generación juvenil. *Nueva Sociedad* Nro. 146 Noviembre-Diciembre 1996, 148-167.
- Giroux, H. 2005. *Pedagogía crítica, estudios culturales y democracia radical*. Madrid: Popular.
- Jacobini, O.R. y Wodewotzki, M.L.L. 2006. Uma reflexao sobre a modelagem matemática no contexto da Educacao Matemática Crítica. *BOLEMA*, Vol. 19, nº25: 71-88.
- Pineau, P. 2010. Curso académico Escolarización y subjetividad moderna. Diploma Superior en Gestión Educativa. FLACSO Argentina.
- Spinoza, B. 1999. *Etica*. Madrid: Editorial Alianza.
- Skovsmose, O. 1999. *Hacia una filosofía de la educación matemática crítica*. Traducido al español del original en inglés titulado "Towards a philosophy of critical mathematics education". Colombia: Editorial Una empresa docente.
- Skovsmose, O. 2000. Escenarios de investigación. *Revista EMA*, Vol. 6, nº 1: 3-26.

- Fanfani, E.T. 2004. Viejas y nuevas formas de autoridad docente. *Revista Todavía*, Buenos Aires, Fundación OSDE, Argentina, n°7.