Lat. Am. J. Sci. Educ. 4, 22067 (2017)

Latin American Journal of Science Education

www.lajse.org

# El laboratorio de ciencias en la formación docente: Integración de nuevas tecnologías. Aportes de la investigación para la formación inicial y continua

**Antonio Gutierrez, Oscar Trinidad, Victor Furci, Hector Pedrol**
**UNIPE – Universidad Pedagógica - Buenos Aires - Argentina**

**ARTICLE INFO**

**Received:** August 31, 2017
**Accepted:** September 14, 2017
**Available on-line:** November 2, 2017

**Keywords:**
Formación docente en ciencias
Laboratorio de ciencias
Nuevas tecnologías

**E-mail addresses:** Incluir las direcciones electrónicas de cada autor.
agutierrezv@gmail.com
oscar9.8trinidad@gmail.com
vfurci@gmail.com
Hector_pedrol@yahoo.com.ar

ISSN 2007-9842

© 2017 Institute of Science Education. All rights reserved

**ABSTRACT**

This research focuses in the study of didactic strategies adopted by teachers in the training of teachers of natural sciences, integrating digital technologies (in particular ARDUINO technology) in the development of experimental work.
A qualitative study is carry on with STEM framework with three professors of Science Teachers Training Institutes of the Province of Buenos Aires in Argentina. They are in charge at curricular subjetcs with a great presence of experimental work (Biology, Physics and Chemistry).
The dimensions selected for the analysis of this cases are: Hypothetic sequence of contents and activities, teacher discourse, teaching practice, teacher reflection on action, science didactic model adopted, integration of digital technologies, teacher regulation, feedback and evaluation, ways of using the science laboratory.
Concerning the collection and organization of data, the information collected for this work was obtained from three main instances: the previous interview, the sesions class observation and the final self-confrontation interview, using data collection instruments such as audio and video recordings and classes and virtual classes implemented by teachers.
This study offers a characterization of the diversity teaching practices that integrate the digital technologies (ICT) in experimental activities, identifying specific didactic and formative actions, as well as some of the technological, scientific and professional competencies put in place to develop proposals of experimental activities that integrate hardware ARDUINO.
We describe and analyze some didactic processes of decision making of teachers in specific situations of teaching, identifying different levels of didactic reflection on their own practice.
Finally, we identify some trends, regularities, differences and specificities in the use of the teachers of the ARDUINO plates, depending on the areas of education and scientific competencies involved.

Esta investigación aborda el estudio de las estrategias didácticas adoptadas por profesores de la formación docente en ciencias naturales, que integran tecnologías digitales (particularmente tecnología ARDUINO) en el desarrollo de actividades experimentales para la enseñanza.
Se realiza un estudio cualitativo, desde una perspectiva STEM, los casos de tres profesores de institutos de formación docente de ciencias, de la Provincia de Buenos Aires, en Argentina, que tienen a cargo materias con gran presencia de trabajo experimental (Física, Química y Biología).

Las *dimensiones seleccionadas para el análisis de los casos son*: secuencia didáctica prevista, discurso del docente, práctica docente, reflexión docente sobre la acción, modelo didáctico adoptado por el docente, integración de tecnologías digitales, regulación de la enseñanza, devolución y evaluación, relación con las didácticas específicas, formas de uso del laboratorio y reflexión sobre la práctica.
En cuanto a la recopilación y organización de datos, la información se obtuvo a partir de tres instancias principales: la entrevista anterior, la observación de clases y la entrevista final de autoconfrontación, utilizando instrumentos como grabaciones de audio y video, observaciones de clase, análisis de planificaciones y clases virtuales implementadas por profesores.
El trabajo ofrece una caracterización de las diversas prácticas de enseñanza que integran tecnologías digitales en actividades experimentales, identificando acciones didácticas y formativas específicas, como así también algunas de las competencias tecnológicas, científicas y profesionales puestas en juego para desarrollar propuestas de actividades experimentales que integren ARDUINO.
Se describen y analizan algunos procesos de toma de decisiones didácticas de los profesores de formación docente en situaciones de enseñanza concretas, identificando distintos niveles de reflexión didáctica sobre su propia práctica.
Por último, se identifican algunas tendencias, regularidades, diferencias y especificidades en el uso que los docentes hacen de las placas ARDUINO, según las áreas de enseñanza y las disciplinas comprometidas.

## I. INTRODUCCIÓN

En este documento se presentan resultados preliminares de un proyecto de investigación que estudia el proceso de integración de nuevas tecnologías en el desarrollo de actividades experimentales en la formación docente de ciencias naturales. Esta investigación se enmarca en una línea de trabajo desarrollada por el grupo de didáctica de las ciencias naturales y el LabTIC de la UNIPE en los últimos años, en articulación con el proyecto de innovación "Más Allá de las Pantallas". Se trata de un espacio de experimentación y formación continua para docentes en ejercicio, vinculado al uso creativo de tecnologías digitales en la enseñanza de las ciencias y la tecnología (Bordignon, 2015).

El estudio se propone identificar las principales características que tiene el trabajo de laboratorio integrando nuevas tecnologías y reconocer el proceso por el cual los docentes llevan adelante determinadas propuestas experimentales y cómo intervienen frente a distintos obstáculos epistemológicos y didácticos que se presentan.

Los principales interrogantes son:

1.¿Cómo integran los profesores de la formación docente en ciencias a las nuevas tecnologías en el trabajo de laboratorio?
1.a ¿Cuáles son las competencias profesionales puestas en juego por los docentes de la muestra, en la implementación de las secuencias de actividades experimentales diseñadas?
1.b ¿Cuáles son los problemas relacionados al trabajo con actividades experimentales en la formación inicial, que los docentes intentan resolver a partir de la integración de tecnologías?

2. ¿Qué nuevas competencias científicas pueden desarrollarse a partir del trabajo con plataformas como Arduino mediada con modelos reflexivos e investigativos que contrasten con la lógica de la acción docente tradicional?
2.a ¿Cuáles son las regularidades y diferencias observadas en el tipo de uso que los docentes de las distintas disciplinas (Física, Química, Biología) hacen de la placa Arduino?

En la actualidad el objetivo de la enseñanza de las ciencias, más que sustituir las ideas espontáneas por las científicas, es dotar al individuo de nuevos modelos explicativos para interpretar el mundo y ayudarlo a reconocer que el conocimiento científicos es, en muchos casos, más apropiado que sus preconcepciones para describir y comprender determinados fenómenos (Gómez Crespo y otros, 2004). Los modelos y las teorías científicas adquirirán relevancia para los estudiantes si les proporcionamos oportunidades de comprobar su utilidad y su potencial explicativo. En especial, las prácticas de laboratorio han sido tradicionalmente empleadas en la enseñanza de las ciencias para expresar

las teorías científicas. Bien diseñadas, permiten cuestionar las ideas alternativas de los alumnos formuladas como hipótesis previas a los experimentos, así como encontrar sentido a las ideas científicas cuando son aplicadas para explicar fenómenos. El papel relevante de las prácticas de laboratorio se puede justificar asumiendo que ayudan a entender la influencia de la experimentación en el desarrollo de conocimiento científico. Además, promueven en los estudiantes actitudes y habilidades tales como la capacidad de formular problemas e hipótesis, de diseñar dispositivos experimentales para comprobarlas, de abordar la observación sistemática, la adquisición, representación y análisis de datos, la interpretación crítica de resultados, etc.

Las nuevas posibilidades ofrecidas por la tecnología han llevado a un número importante de autores a reconsiderar las prácticas de laboratorio intentando aprovechar el potencial de simulaciones, visualizaciones y otros recursos digitales, para favorecer el aprendizaje y optimizar el tiempo presencial disponible en el laboratorio (Romero, 2014).

En la actualidad, existen numerosas herramientas tecnológicas que han permitido agilizar los procesos de adquisición de información, automatizando tediosas rutinas mecánicas de cuestionable valor didáctico. Del mismo modo, se han desarrollado aplicaciones para la gestión y representación de datos que facilitan tanto el almacenamiento, como el procesamiento y la búsqueda de interrelaciones entre ellos. Así por ejemplo, la adquisición y representación de datos sobre calentamiento y enfriamiento de objetos, los fenómenos de transmisión de calor y de variación de la temperatura se pueden hacer «más visibles» para los estudiantes, facilitando de esta manera la asimilación conceptual y promoviendo un aprendizaje más eficaz y significativo. No obstante, numerosas experiencias con el alumnado muestran que este, en general, no está familiarizado con las formas de representación de datos y encuentra dificultad para interpretar gráficos (Romero, 2014).

Entendemos que esta alternativa puede ser utilizada por los estudiantes de forma autónoma y flexible, adaptándose a cada ritmo personal. Por ejemplo, antes de las clases de laboratorio, los futuros profesores pueden realizar demostraciones sobre cómo manejar el instrumental especializado o cómo llevar a cabo de forma correcta operaciones básicas. Estos recursos están destinados a ayudarlos a familiarizarse con estos aspectos antes de realizar las prácticas.

Pero además, del desarrollo de competencias científicas sobre la obtención y tratamiento de datos, en el trabajo de laboratorio se pueden potenciar otras, como por ejemplo la construcción de modelos para explicar y predecir fenómenos (Justi, 2006). Por ello, la comprensión de qué es un modelo y, por lo tanto, la contribución de la modelización al desarrollo del conocimiento científico, debe ser otro de los objetivos de la formación de profesores de ciencias.

De acuerdo con Justi (2006), en el desarrollo y la aplicación del conocimiento científico, independientemente de la forma de representación empleada, los modelos son representaciones mentales mediante las cuales los científicos razonan (Giere, 1999; Gilbert, 1993; Nersessian, 1999). Los modelos, por tanto, se pueden definir como representaciones del mundo producidas por el pensamiento humano (Giere, 1999), a las cuales se atribuyen distintas funciones: simplificar fenómenos complejos, ayudar en la visualización de entidades abstractas, servir de apoyo en la interpretación de resultados experimentales, ayudar en la elaboración de explicaciones y permitir realizar previsiones sobre los fenómenos modelizados (Justi, 2006). Los modelos se pueden considerar representaciones mediadoras entre la realidad y la teoría. Aunque un modelo se asocia a una representación concreta de entidades, hechos o fenómenos, el proceso de construcción de modelos implica una actividad mental intensa, en la que se establecen relaciones e interconexiones entre conceptos. Por ello, la importancia de los modelos en la enseñanza de las ciencias no solo se justifica atendiendo al papel que estos juegan en el desarrollo de conocimiento científico, sino también está asociada a su potencial para promover los procesos cognitivos en el estudiante y el desarrollo de un aprendizaje significativo. Otro aspecto positivo asociado al uso de las herramientas de modelización es que la visualización gráfica de la relación entre los distintos factores implicados en un fenómeno facilita el aprendizaje, al hacer más visible el pensamiento y las formulaciones abstractas.

El debate y la discusión han sido ampliamente reconocidos como estrategias pedagógicas adecuadas para promover la reflexión y el cambio conceptual. En este sentido, el trabajo colaborativo ofrece oportunidades valiosas para promover la construcción social del conocimiento a través de la comunicación y el intercambio de ideas entre los miembros del grupo. Muchos autores defienden que los individuos construyen significado mediante el uso del lenguaje y la interacción con otros y, por ello, el trabajo colaborativo ofrece un contexto ideal para ejercer la reflexión, la revisión de ideas y el establecimiento de relaciones conceptuales, esto es, el aprendizaje significativo (Gibbings y Brodie, 2008; Kearney, 2004; Moreno et al., 2007).

La investigación educativa parece indicar que el trabajo colaborativo apoyado en las TIC ofrece otras ventajas adicionales. La literatura especializada pone de manifiesto los efectos beneficiosos asociados a las actividades de

aprendizaje colaborativo cuando estas han sido cuidadosamente diseñadas (Johnson y Johnson, 1999). Linn (2003a) aporta evidencias de que, en promedio, solo un 10% de la clase suele participar en los debates tradicionales en el aula, mientras que cuando se recurre a actividades adecuadamente diseñadas para promover la discusión a través de foros virtuales, se consigue la participación de más del 90% de la clase. Los alumnos ofrecen más explicaciones y justificaciones para fundamentar sus afirmaciones y prestan más atención a los argumentos esgrimidos cuando saben que estas están destinadas a permanecer escritas en un foro y a ser leídas y evaluadas por sus compañeros. Linn (2003a) también señala que los debates a través de foros electrónicos ofrecen a los estudiantes mayores oportunidades para reflexionar, ya que les permiten pensar antes de escribir. Por el contrario, el flujo continuo de las discusiones en clase favorece la participación de los más impulsivos y extrovertidos y a menudo hace que los más reflexivos queden callados, tomándose su tiempo para meditar.

### I. 1. Objetivos

Son objetivos generales de esta investigación:

1) Comprender la acción didáctica en el uso del laboratorio de ciencias en la formación docente integrando nuevas tecnologías (en particular la plataforma ARDUINO).
2) Contribuir mediante una acción formativa sostenida al desarrollo de competencias profesionales en el campo específico de la profesionalización docente.

Son objetivos específicos:

1. Desarrollar un proceso de investigación sobre las prácticas de laboratorios de ciencias que emplean la plataforma ARDUINO en institutos de formación docente.
2. Describir las competencias tecnológicas, científicas y de las didácticas específicas que un docente pone en juego para desarrollar propuestas de actividades experimentales que integren ARDUINO.
3. Describir el proceso de toma de decisión didáctica de los profesores de la formación en situaciones de enseñanza.
4. Identificar los niveles de reflexión sobre la práctica que tienen los docentes en los procesos de toma de decisión didáctica.
5. Identificar tendencias, regularidades, diferencias y especificidades que los docentes hacen de las placas ARDUINO, según las áreas de enseñanza y las disciplinas comprometidas.

## II. MARCO TEÓRICO

Abordaremos en este apartado algunas nociones fundamentales consideradas en el desarrollo de la investigación.

### II.1 Laboratorio y competencias científicas

En los diferentes programas internacionales para la formación de profesores de ciencia queda fuera de toda discusión, que el trabajo en el laboratorio es un componente fundamental en el desarrollo de un conocimiento profesional docente (Hofstein y Lunetta, 2003). El trabajo en el laboratorio consiste básicamente en el uso de materiales y dispositivos que posibilitan la reproducción o generación de fenómenos para ser analizados (Leite, 2001). En el marco de la formación docente, resulta central poder comprometer a los estudiantes en este espacio tan particular que presenta tantas potencialidades para la enseñanza. En especial, en el desarrollo de competencias argumentativas que posibiliten el pensamiento crítico y reflexivo (Hodson, 2000; Wellington, 2000).

A pesar de estas constataciones, la bibliografía muestra que las actividades de laboratorio son escasas y en los mejores casos, parecen limitarse a demostraciones ilustrativas de la teoría, en las que los estudiantes asumen el papel de espectadores o de “mano de obra” que lleva adelante “recetas de cocina” (Hurd, 1995; Lunetta, 1996, Miguéns y Serra, 2000; Barros, 2000). En sintonía con estos diagnósticos, en nuestro país resulta aún lejana esta centralidad del laboratorio en la enseñanza, tanto para la formación docente como para el nivel secundario (Gutiérrez, 2011; Gutiérrez y otros, 2015 en prensa).

Frente a esta realidad de prácticas insuficientes e incompletas, para desarrollar las competencias científicas y aprovechar las potencialidades del trabajo de laboratorio, es fundamental que se tenga en cuenta cuáles son los diferentes tipos de actividades y cuáles los propósitos específicos de cada uno de ellos.

En la literatura especializada se han propuesto diversas clasificaciones para el trabajo de laboratorio. Así, por ejemplo, Woolnough y Allsop (1985) consideran cinco tipos de actividades con potencialidades distintas. Concretamente: (1) experiencias, usadas para hacer observaciones y comprender un fenómeno; (2) experiencias ilustrativas, utilizadas para comprobar y ejemplificar principios; (3) ejercicios, que sirven para desarrollar procedimientos y técnicas experimentales; (4) experiencias para comprobar hipótesis, que involucran el diseño de experiencias para determinar a la influencia de un determinado factor en un fenómeno dado; (5) investigaciones, usadas en la resolución de problemas. Caamaño (2004) presenta una clasificación del trabajo de laboratorio en cuatro tipos de actividades: (1) experiencias, (2) experiencias ilustrativas, (3) ejercicios prácticos e (4) investigaciones. Las experiencias son utilizadas para obtener una familiarización perceptiva con los fenómenos. Sus objetivos son, por un lado, la adquisición de experiencias a nivel sensorial sobre fenómenos del mundo físico, químico, biológico o geológico, necesarias para su comprensión teórica; y, por otro, la adquisición de un potencial de conocimiento implícito (no articulado conscientemente en forma de teorías formales) que puede ser utilizado en la resolución de problemas. La implementación, en el contexto del aula, de una actividad de laboratorio de tipo investigativo puede realizarse a través de las siguientes fases: (1) formulación del problema, (2) planificación, (3) realización experimental, (4) análisis de datos, (5) evaluación de resultados y (6) comunicación de la investigación.

A este respecto, en los estudios existentes sobre las potencialidades del trabajo de laboratorio se considera que el grado de apertura de una investigación puede ser definido en función de: (1) la forma bajo la que se formula el problema, (2) la diversidad de estrategias posibles para su resolución; (3) el nivel de ayuda que proporciona el profesor durante su diseño y ejecución, y (4) la diversidad de soluciones que admite (Leite y Figueiroa, 2004).

Considerando que las actividades de laboratorio pueden tener varios niveles de estructuración, en función de cuáles son las cuestiones sobre las que trata y cuáles son las orientaciones que se ofrecen (o no) a los alumnos, presentamos la siguiente tipología (Leite y Figueiroa, 2004):

1. Ejercicios. Su objetivo primordial es el aprendizaje de conocimiento procedimental. Se caracterizan por propiciar el aprendizaje de técnicas de laboratorio y el desarrollo de destrezas procedimentales (por ejemplo, medir y manipular). Tal aprendizaje requiere una descripción pormenorizada del procedimiento a seguir.
2. Actividades orientadas para la adquisición de sensibilidad acerca de fenómenos (familiarización con fenómenos). No introducen ningún conocimiento nuevo, pero ayudan a comprender un concepto o principio en cuestión.
3. Actividades ilustrativas. Su objetivo es el aprendizaje de conocimiento conceptual. Se caracterizan por ratificar que el conocimiento previamente presentado presenta un correlato empírico. Se basan en la ejecución de un protocolo tipo “receta”, estructurado para proporcionar un conocimiento previamente trabajado por el alumno.
4. Actividades orientadas para comprobar qué sucede. Su principal objetivo es el aprendizaje de conocimiento conceptual. Posibilitan la construcción de nuevo conocimiento a partir de la implementación de una actividad presentada en forma detallada con un protocolo experimental que posibilita a los estudiantes la obtención de resultados que inicialmente desconocidos.
5. Actividades del tipo Predecir-Observar-Explicar-Reflexionar. Su objetivo primordial es el aprendizaje de conocimiento conceptual. Promueven la reconstrucción de conocimientos de los estudiantes comenzando por plantear preguntas o situaciones problema que les permita reflexionar sobre los conceptos que poseen y compararlos con los datos obtenidos.
6. Investigaciones. Uno de los objetivos principales de este tipo de actividades es el aprendizaje de conocimiento conceptual. Conducen a la construcción de nuevos conocimientos en el contexto de la resolución de un problema. Los estudiantes deben elaborar un proyecto, llevar adelante estrategias, implementarlas y evaluarlas. Y, en caso de que sea necesario, reformularlas. Debido a que este tipo de actividades de laboratorio no vienen acompañadas de un protocolo de resolución, permiten además desarrollar competencias científicas relacionadas con la metodología de la investigación y la naturaleza de la ciencia.

Es decir, que un marco diversificado de trabajo en el laboratorio, brinda a los futuros docentes oportunidades para desarrollar competencias científicas tales como la formulación de preguntas científicamente investigables, elaboración de hipótesis explicativas, poner a prueba esas conjeturas, considerar explicaciones alternativas y comunicar resultados (Veiga, 2000).

**II.2 Laboratorio de ciencias y TIC**

Uno de los rasgos que, indudablemente, va a caracterizar a las sociedades del S. XXI, es la incorporación plena de las TIC tanto al campo profesional como al personal. El ámbito educativo no sólo no puede sustraerse a esta realidad, sino que tiene ante sí el reto de hacer frente a las desigualdades sociales que se manifiestan en el acceso a la utilización de estas tecnologías y la alfabetización digital, hasta el punto de que "uno de los indicadores de calidad de la educación debe ser la forma en que la escuela aborda y reduce la creciente brecha digital, o división social entre quienes saben y no saben utilizar las nuevas tecnologías para mejorar sus relaciones sociales y laborales" (Bautista, 2004).

Indudablemente, la incorporación de estas tecnologías en las clases supone un desafío para los profesores que pueden encontrar limitaciones al momento de querer implementar estas tecnologías. Estudios realizados con el fin de analizar las dificultades para la plena incorporación de las TIC en el aula (Bo y Sáez, 2005; Fuentes y otros, 2005) coinciden en señalar, como principales obstáculos percibidos por los profesores: la escasez de recursos, la falta de formación, la falta de materiales y modelos curriculares y la falta de tiempo y de motivación. Por otro lado, algunos investigadores (Pérez Moreno, 2003; Area Moreira 2005) advierten sobre la implantación improvisada de las TIC en los centros sin haber analizado previamente las características que deberían tener en función de las necesidades educativas de los alumnos y sobre la falta de estudios que permitan identificar las claves de las innovaciones tecnológicas exitosas en la enseñanza. La sensación de que la aplicación de las TIC sucede más en el terreno de la comunicación y la información que del conocimiento y la formación está bastante extendida, aunque parezca un poco excesivo afirmar que "la aplicación de las TIC carece de un objetivo pedagógico y didáctico específico" (Pérez Moreno, 2003).

No se trata de que los profesores, presionados por una situación impuesta, se esfuercen en buscar "alguna utilidad" de las TIC en sus prácticas. Es decir, no se trata de que las escuelas se adapten a las TIC, sino al revés.

Ciertamente existen cada vez más portales educativos en Internet en los que podemos encontrar recursos didácticos para el aula, pero aún son insuficientes (sobre todo en castellano) y, en la mayoría de los casos, estos recursos constituyen documentos o actividades encaminadas a la búsqueda de información o para recuperar conocimientos dentro del ámbito conceptual.

Sin embargo, en las materias científicas, el trabajo experimental como dijimos, es un núcleo central. Desde la enseñanza de las ciencias, la asociación entre teoría y empiria o trabajo práctico se entiende como una relación estructural de la construcción del conocimiento y las competencias asociadas a ese desarrollo (Hodson, 1994; Barberá y Valdés, 1996; De Pro Bueno, 1998; Izquierdo et al., 1999; Sanmartí et al., 2003, Cano y Cañal, 2006).

En este aspecto, uno de los obstáculos destacados para la integración disciplinar de las TIC en las clases de ciencias es la falta de materiales curriculares para las diferentes disciplinas y niveles educativos adaptados a este nuevo entorno de aprendizaje. Esta percepción por parte de los profesores, cuando es evidente que cada vez encontramos más contenidos con fines educativos publicados en la red, probablemente esté reflejando la escasez de recursos diseñados para trabajar las competencias científicas propias de estas disciplinas.

Obviamente la necesidad de formación de los profesores para la integración de las TIC en el aula incluye su formación básica como programadores, para que puedan conocer, seleccionar, utilizar y adaptar los materiales informáticos de modo análogo a como ya hacen con otro tipo de materiales (libros, vídeos, diapositivas,transparencias, etc.).

Es el profesor el responsable de dar sentido pedagógico a estos materiales incorporándolos a sus actividades y utilizando las estrategias didácticas que considere más oportunas. La disponibilidad de software y hardware adecuado para las diferentes disciplinas, niveles y objetivos educativos, cuya utilización requiera una mínima preparación tanto por parte de los profesores como de los estudiantes podría ser una de las claves para impulsar la utilización de las TIC en el aula, especialmente en el ámbito de los procesos científicos.

**II.3 Plataforma ARDUINO**

Entendemos que en este marco de integración incompleta de nuevas tecnologías en las aulas, la masificación y la accesibilidad a diversos hardware y software de códigos abiertos pueden ser un factor de innovación y cambio. Así por ejemplo, destacamos a la plataforma Arduino, compuesta por hardware y software, la cual está basada en un microcontrolador con entradas y salidas, tanto analógicas como digitales. Esta plataforma puede ser utilizada para diversas funcionalidades, por lo que facilita el desarrollo de aplicaciones en distintas áreas de la electrónica,

permitiendo al usuario con conocimientos básicos en electrónica e informática el procesamiento de señales, el manejo de motores, la automatización y control, etc. Actualmente Arduino, ha comenzado a tomar relevancia a nivel mundial (Santillán Tovar y Campos Delgado, 2014) no solo por ser una plataforma abierta, sino porque también está orientado a usuarios no programadores, ya que utiliza el lenguaje "Processing", el cual ha sido creado para la enseñanza de la programación en un contexto visual, ideal para usuarios que no manejan lenguajes de programación. Por todo lo anterior, Arduino (u otras plataformas similares) se convierte para el campo de la enseñanza en ciencias, en una posibilidad de potenciar las prácticas experimentales, dada su relativo bajo costo, su libre accesibilidad de controladores, ejemplos de proyectos en la web y la posibilidad de ser utilizado tanto por docentes como alumnos, en una poderosa herramienta de diseño de dispositivos, un controlador de sistemas tecnológicos y una interesante plataforma que entre otras cosas puede asociarse a un innumerable conjunto de sensores que aporten datos a las actividades experimentales.

Con relación a los referentes teóricos inmediatos esta propuesta ancla en la línea de la investigación en didácticas de las ciencias. La tesis central que apoya esta perspectiva es la alfabetización científica, un enfoque actual de la enseñanza de las ciencias para una escuela secundaria de masas.

Desde que surgió el concepto "alfabetización científica" en la literatura educativa, hace más de medio siglo, fundamentalmente en las publicaciones de Paul Hurd (1958) y Richard McCurdy (1958), han tenido lugar numerosos intentos para delinear sus componentes centrales y han aparecido numerosas publicaciones argumentando por qué la necesitamos. Como respuesta a esta diversidad de argumentos, Shen (1975) identificó tres categorías para la Alfabetización Científica: práctica, cívica y cultural. La alfabetización científica práctica refiere al conocimiento que puede ser usado por los individuos para hacer frente a los problemas de la vida diaria (dieta, salud, preferencias de consumo, competencia tecnológica y similares); la alfabetización científica cívica comprende conocimientos, habilidades, actitudes y valores necesarios para tomar decisiones en temas como política energética, uso de recursos naturales, protección ambiental, y asuntos ético-morales surgidos por la aparición de innovaciones tecnológicas; la alfabetización científica cultural incluye conocimientos sobre las principales ideas y teorías de la ciencia y del ambiente sociocultural e intelectual en el que fueron producidas. Wellington (2001) llegó a conclusiones similares cuando sostuvo que existen tres justificaciones básicas de los contenidos curriculares: (a) valor intrínseco (alfabetización científica cultural); (b) necesidades ciudadanas (alfabetización científica cívica); (c) argumentos utilitaristas (alfabetización científica práctica). Aunque reconozco la superposición de la alfabetización científica cívica, cultural y práctica, y que las tres son focalizaciones importantes para el currículum de la ciencia escolar, creo que la alfabetización científica cívica justifica un cierto grado de prioridad. En la misma línea, los autores de "Más allá del 2000: Educación en Ciencias para el Futuro" (Millar and Osborne, 1998) afirmaron que la enseñanza científica entre los 5 y los 16 años de edad (años de escolaridad obligatoria en el Reino Unido) debería comprender un curso para ampliar la alfabetización científica general, postergando la enseñanza científica especializada para más adelante:

"La estructura del currículum científico necesita diferenciar más explícitamente aquellos elementos diseñados para ampliar la "alfabetización científica", de aquellos diseñados como primeros estadios de un entrenamiento especializado en ciencia, de modo que el requerimiento para este último no distorsione al primero" (p. 10).

El impulso de equipar a los/las estudiantes con un entendimiento de la ciencia en su contexto social, cultural, económico y político, es el fundamento que sustenta el tan nombrado enfoque ciencia-tecnología-sociedad (CTS), más recientemente extendido a CTSA (donde la A remite a Ambiente). James Gallagher (1971), uno de los pioneros de la enseñanza CTS, capturó su sentido general particularmente bien: "Para futuros ciudadanos de una democracia, entender las interrelaciones entre ciencia, tecnología y sociedad puede ser tan importante como entender los conceptos y procesos de la ciencia. Una conciencia de las interrelaciones entre ciencia, tecnología y sociedad debe ser un prerrequisito de la acción inteligente en el rol de futuro votante y elector de sus representantes". (p.337).

Aikenhead (2005, 2006) describió cómo el énfasis temprano en los valores y la responsabilidad social fue sistematizado mediante el uso de un marco teórico derivado de la sociología de la ciencia: (a) las interacciones entre ciencia y científicos con los aspectos sociales, problemas e instituciones externas a la comunidad científica, y (b) las interacciones sociales de los científicos dentro de la comunidad científica. Curiosamente, como la consideración de la naturaleza de la ciencia se ha convertido en una parte mucho más importante en los curriculum regulares de ciencias, incluso una parte central en muchas jurisdicciones educativas, el énfasis en la educación CTSA se ha desplazado más hacia la confrontación de los problemas socio-científicos (PSC).

Zeidel, Sadler, Simmons and Howes (2005) contrastaron la enseñanza orientada hacia los PSC con la educación CTS o CTSA analizando su énfasis en el desarrollo de hábitos mentales (específicamente, desarrollar el escepticismo, mantener una mente abierta, adquirir la capacidad para el pensamiento crítico, reconocer que hay múltiples formas de investigación, aceptar la ambigüedad, y buscar el conocimiento basado en datos) y "la capacitación de los estudiantes

para visualizar cómo los problemas basados en la ciencia reflejan, en parte, principios y elementos morales que engloban sus propias vidas, así como el mundo físico y social que los rodea" (p.357).
En un nuevo intento de delimitación, Zeidler, Walker, Ackett y Simmons (2002) afirmaron que el enfoque de problemas socio-científicos (PSC) tiene un alcance mucho más amplio, ya que "subsume todo lo que el enfoque CTS tiene para ofrecer, a la vez que considera las dimensiones éticas de la ciencia, el razonamiento moral del niño y el desarrollo emocional del estudiante" (p.344). Aunque esto puede resultar o no cierto, no creo que las concepciones actuales de la enseñanza orientada por CTSA o PSC vayan lo suficientemente lejos. Me inclino hacia una forma mucho más radical y politizada de la orientación PSC para la enseñanza y el aprendizaje, en la cual los/las estudiantes no sólo aborden el complejo y con frecuencia controversial enfoque de PSC, y formulen sus propias posiciones al respecto, sino que también se preparen para, y se comprometan con, acciones socio-políticas que ellos/as crean relevantes.

La formación de ciudadanos científicamente alfabetizados, es quizás una de las mayores preocupaciones en el siglo XXI, dado que claramente vivimos en un mundo en donde la ciencia y la tecnología, regulan en gran medida las actividades sociales. Cada vez más, la ciencia y la tecnología son las herramientas utilizadas por los estados para dar respuesta a grandes y diversos problemas: cambio global, la competitividad económica, la demanda de soluciones cada vez más complejas de problemas propios de las ciencias y tecnología, la educación de la juventud para que se capacite y pueda ocupar los puestos de trabajo que demanda la sociedad. En busca a respuesta a estos planteos, muchos países vienen generando en las últimas décadas, grandes cambios en las curriculas de los sistemas educativos, buscando contribuir a la preparación de la población para afrontar el cambio científico- tecnológico y económico por el cual está transitando, buscando contribuir a la fundamentación y diseño de una Ciencia Pública, para poner la ciencia en la sociedad (CYTED, 2009).

**II.4 STEM un marco teórico integrador**

Dada la complejidad de estas nuevas perspectivas desarrollados en los últimos años planteamos en nuestro proyecto adoptar como marco de referencia la llamada pedagogía STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). En nuestro país existe preocupación tanto en las autoridades como en la comunidad científica por la enseñanza de las ciencias y la matemática, especialmente porque cada vez se verifican tasas más bajas de graduados en las carreras de ciencias e ingenierías (Bosch, 2010). Frente a este panorama se hace necesario llevar adelante estrategias integradas e interdisciplinarias que resulten atractivas para los estudiantes de ciencias y matemática para comprender los complejos desafíos que se plantean hoy tanto en ingeniería como en cuestiones ambientales o salud.

El enfoque STEM fue introducido en la enseñanza de las ciencias por el profesor Ronald Thornton de la Tufts University (1986) cuando presentó los "Laboratorios Asistidos por Microcomputadoras para el alumno principiante en ciencias" (Thornton, 1986). Este ha sido el punto de partida del uso de herramientas TIC en laboratorios escolares y universitarios para la obtención y análisis de datos. En este contexto de trabajo es posible llevar adelante tareas de exploración, medición y análisis de diferentes fenómenos.

La metodología de diseño de recursos didácticos STEM debe estar basada sobre las siguientes características:

→ Resolución de problemas;
→ Generar dispositivos experimentales;
→ Procurar el trabajo en equipo;
→ Procurar que los estudiantes aprendan a expresar sus conceptos y comunicar sus resultados.

Un rápido análisis sobre algunas reformas educativas relacionadas con el fomento de la educación científica y tecnológica, muestra que tanto en el Hemisferio Norte como en los países del Pacífico, la educación científica se considera de interés público prioritario. Gran cantidad de las universidades americanas han generado propuestas STEM, intentando aportar a la educación formal básica pre universitaria de 13 años (K-12) y una educación formal universitaria y post universitaria de siete años más siempre relacionadas al trabajo en temáticas del ámbito de las Ciencias, Matemáticas e Ingeniería. Otros ejemplos de propuestas STEM, son por ejemplo la Red "Developing Quality in Mathematics Education (DQME, 2004). Esta Red, generada en países de la Unión Europea, se propone generar materiales que andamien nuevas miradas educativas, con respecto a la enseñanza de la Matemática, con una fuerte relación a la resolución de problemas, la interdisciplinaridad y la inclusión de TIC. También ha implantado, entre otros, el Proyecto REMATH, (Representaciones Matemáticas con Medios Digitales,) de Universidades de París, Londres, Siena, Atenas y centros tecnológicos, para desarrollar dispositivos para la enseñanza de matemática en la era de la computación (REMATH, 2010). El Proyecto PRIMAS (Promoting Inquiry in Mathematics and Science Education

Across Europe) aspira a cambiar la forma de enseñar ciencias y matemática introduciendo nueva pedagogía, proveyendo a docentes de materiales de enseñanza y entrenamiento. Hasta el presente se han reunido 14 participantes de 12 países europeos para trabajar juntos y diseminar las estrategias del Proyecto (PRIMAS, 2010).
Un principio de respuesta al desafío de la alfabetización científica, debe estar en la formación de docentes que puedan ser parte de propuestas como la anteriormente comentadas, capaces de favorecer y promover una integración curricular de las materias STEM (principalmente las digitales). Tal cuestión representa un importante desafío para las instituciones encargadas de la formación docente inicial, así como también la profundización de marcos teóricos que fundamenten y potencien prácticas coherentes con esta perspectiva.

Algunos estudios específicos sobre educación en ciencias (Hofstein y Lunetta, 2003), muestran que los estudiantes, por lo general, no utilizan una metodología científica en el desarrollo de las prácticas de laboratorio; que en la mayoría de los casos se dedican a comprobar algunos conceptos estudiados en clase, en ocasiones, con escaso tiempo o exceso de alumnos en el laboratorio; que las indicaciones que aparecen en los protocolos de los trabajos pueden ser seguidos con relativa facilidad por los estudiantes y que no suelen proponerse la elaboración de hipótesis ni predicciones sobre fenómenos. Las hipótesis que guiaron la presente investigación se encuadran en esta línea, considerando, por un lado, que la integración de nuevas tecnologías en las prácticas de laboratorio de ciencias se realizan de modos espontáneos y poco reflexivos que no favorecen la construcción de competencias científicas ni profesionales en los futuros profesores, y por otra parte que la plataforma ARDUINO presenta un potencial muy alto para las propuestas de trabajo en el laboratorio de ciencias de la formación docente, siempre que se integre en contextos colaborativos y reflexivos.

## III. METODOLOGIA

Se estudiaron tres casos, constituidos por profesores que se desempeñan en Institutos de Formación Docente en Ciencias Naturales, de la Provincia de Buenos Aires, en profesorados de Física, Química y Biología.

- Una primera etapa se orientó a la (re)construcción de conocimientos y fundamentos teóricos sobre el trabajo de laboratorio en la enseñanza de las ciencias y sobre las capacidades de pensamiento mediante el relevamiento y la apropiación de diferentes conceptualizaciones y marcos teóricos. En esta fase se realizaron las siguientes actividades junto a los docentes de la muestra:
    1) Propuesta y discusión de ideas y experiencias sobre lo que se entiende por competencias científicas, ejemplos relevantes para el trabajo en el laboratorio mediado por TIC.
    2) Presentación de la plataforma ARDUINO. Conocimientos básicos para su utilización. Funcionamiento y ejemplos. lectura de documentos sobre nuevas tecnologías y plataformas para resolver problemas y obtener datos para el análisis.
    3) Discusión de información proveniente de la bibliografía analizada y de los dispositivos implementados.
- En la segunda etapa del proyecto se realizó el trabajo de campo. Durante un cuatrimestre se realizó el seguimiento de la tarea de enseñanza de tres profesores formadores de ciencias naturales seleccionados, uno en cada disciplina (Física, Química y Biología). En esta fase, se analizó la construcción de actividades de laboratorio promotoras del desarrollo de competencias científicas mediadas por TIC. Se focalizó especialmente el contexto de tareas mediado por la plataforma ARDUINO procurando identificar las capacidades cognitivas propuestas en cada caso.

El dispositivo de investigación implementado respeta una lógica ensayada por los autores en trabajos anteriores (Tricárico, 2014), en los que se procede al análisis de las prácticas docentes en general y a las prácticas de enseñanza en particular (Edelstein, 2002), adoptando para ello el marco teórico de análisis de la acción didáctica (Sensevy, 2007) y la metodología de la clínica didáctica (Rickenmann, 2007). En relación a la **recolección, organización y análisis de los datos**, la información relevada para este trabajo fue obtenida, para cada uno de los casos, de tres instancias principales: la entrevista previa (entrevistas realizadas a los docentes en la instancias anteriores a la implementación de sus clases observadas), la observación de clases (las observaciones realizadas a partir de video filmaciones de las clases dictadas por los docentes) y entrevista de autoconfrontación (entrevistas finales, donde cada docente reflexiona sobre episodios seleccionados de las filmaciones de sus clases), de acuerdo a un modelo de análisis de las prácticas que toma

elementos de trabajos de Rickenmann (2007), Sanmarti y Jorba (1993) y Nunziatti (1989).

El análisis a priori de la actividad de laboratorio se realizó mediante una serie de entrevistas a los docentes antes del inicio de cada unidad de contenidos, indagando los siguientes aspectos:

- ¿Cuál es la naturaleza de la *meta* de la tarea?,
- ¿Cuáles son las características del enunciado o de las consignas?, ¿Cuáles son las condiciones del problema experimental?,
- ¿Qué procedimientos de resolución son posibles dadas estas condiciones?,
- ¿Qué conocimientos deben ser movilizados en cada una de estas posibilidades de resolución?
- ¿Qué obstáculos epistemológicos reconoce en esta tarea para sus estudiantes?
- ¿Qué errores de procedimiento pueden estar ligados a la interpretación de la tarea, de las condiciones del problema y/o de los conocimientos movilizados?

El conocimiento de estos parámetros promueve una primera autoconfrontación del docente con las previsiones de su actividad. Las intervenciones del investigador están orientadas a que el docente tenga una mirada reflexiva de la planificación de su actividad en el aula.

La investigación de las prácticas docentes desde una matriz de lectura didáctica ha dado lugar a la descripción de la estructura funcional de las acciones del profesor que puede ser movilizada para dar algunas claves de lectura de la práctica para los estudiantes en formación.

Con estructura funcional nos referimos a las siguientes acciones típicas planteadas desde la teoría de la acción didáctica (Sensevy, 2007).

- Diagnosticar los conocimientos previos y competencias adquiridas por los alumnos para establecer el límite inferior de la zona de desarrollo próximo de la actividad a proponer.
- Definir los diferentes parámetros de la situación educativa que propone a sus alumnos.
- Devolver la responsabilidad a los alumnos.
- Regular: intervenciones del docente ligadas a ajustar las interpretaciones de las consignas por parte de los estudiantes para lograr los objetivos propuestos.
- Institucionalizar: gestos profesionales con los que el docente valoriza los procesos y resultados de los alumnos que se corresponden a los contenidos de enseñanza.
- Evaluar: acciones del docente orientadas a medir los logros de los estudiantes.

El docente formador puede llevar adelante prácticas significativas cuyo sentido muchas veces resulta opaco para el estudiante. Por esta razón, el dispositivo constituye un modelo de trabajo continuo y colaborativo entre profesores y estudiantes. Es decir, no se trata de ver la práctica de laboratorio como el lugar de "aplicación" de los conocimientos teóricos adquiridos, sino como un espacio de trabajo investigativo en el que, instrumentados con los conceptos y categorías de la investigación en didácticas, los estudiantes confrontan y analizan críticamente sus propias prácticas.

Los profesores de los casos de estudio fueron filmados en sus clases de laboratorio. También se utilizaron otras fuentes de información, como son las grabaciones de audio de las entrevistas, las planificaciones didácticas de los docentes, la observación directa de las clases por parte de los investigadores y el material didáctico publicado en las aulas virtuales, en los casos en que fueron implementadas.

Estas filmaciones y registros fueron analizadas por los investigadores, seleccionando episodios significativos que fueron utilizados para la realización de las entrevistas de auto confrontación simple, en las que se solicitó a los profesores que visualicen sus propios videos y que reflexionen sobre la acción didáctica desarrollada en el laboratorio. Estas entrevistas permiten generar conflictos cognitivos y epistémicos que conducen a un rediseño de la planificación inicial de la secuencia y al desarrollo de una actitud investigativa de cada docente respecto a su propia práctica.

En este sentido, las autoconfrontaciones apuntan a tornar al trabajo docente en un objeto de pensamiento y análisis profesionalizante. Habilitan que el género profesional se torne visible y discutible lo que puede dar curso tanto al perfeccionamiento del género como a su cuestionamiento y consecuente construcción colectiva de nuevas variantes.

La función del investigador es en este sentido claramente formativa. Los investigadores sistematizan la información relativa a los tres momentos claves del dispositivo analítico: el análisis previo, la síntesis de la videoscopia y las entrevistas de auto confrontación simple.

## IV. RESULTADOS

Se presentan en este apartado algunos resultados preliminares de la investigación de cada uno de los tres casos abordados en el proyecto:

En relación a la Recolección, Organización y Análisis de los datos, la información relevada en este análisis, corresponde a tres entrevistas previas y a las instancias de observación de las prácticas de los docentes estudiados:

- ENTREVISTA PREVIA (Entrevistas realizadas a los docentes en la instancias anteriores a la implementación de sus clases observadas)
- OBSERVACIÓN DE CLASES (Las observaciones realizadas a partir de las filmaciones de las clases dictadas por los docentes)
- ENTEVISTA DE AUTOCONFRONTACIÓN (Entrevistas finales, donde cada docente reflexiona sobre episodios seleccionados de las filmaciones de sus clases)

Los datos en cada una de estas instancias fueron tomados a partir de:

- Grabaciones de audio (A)
- Videoscopías (V)
- Datos relevados por observación directa de los investigadores (OD)
- Planificaciones (P)
- Clases virtuales (CV)

Las observaciones se realizan sobre tres casos, docentes de de tres materias relacionadas con las disciplinas de Ciencias Experimentales (Física, Química, Biología) los cuales codificaremos como F, Q, B
De esta manera (AQ02) corresponde al archivo de video 02 del profesor de Química
En todas las instancias, los datos obtenidos se analizarán a partir del siguiente conjunto de dimensiones

1. Secuencia didáctica prevista.
2. Discurso del docente.
3. Práctica docente.
4. Reflexión sobre la acción.
5. Modelo didáctico.
6. Integración de TIC.
7. Regulación de la enseñanza.
8. Devolución y evaluación.
9. Didácticas específicas.
10. Uso del laboratorio.
11. Reflexión sobre la práctica.

### IV. 1 CASO 1: PROFESORA DE FISICA – ISFD DE PALOMAR

El material tomado como referencia para ese análisis, corresponde a los apuntes de la entrevista inicial (ODF01), ocho videos de la clase de presentación de los proyectos desarrollados (VF01 a VF08) en la que participaron todos los estudiantes del curso, profesor titular y ayudante, y producciones de los estudiantes (ODF02).

#### IV.1.1 Caracterización general del caso

1) **Año** : 4° año del profesorado de Física
2) **Materia:** Espacio de Definición institucional (EDI) designado "*Informática aplicada al laboratorio de Física*". *"El espacio está dedicado al desarrollo experimental informatizado y que se desarrolla hace años en el*

*profesorado de física. Esta fue la primera vez que se adopta la plataforma ARDUINO para el desarrollo del EDI. Antes de utilizar ARDUINO se desarrollaron proyectos experimentales por medio de programación de PLC o conexión de sensores a Computadoras Personales modelo XT, por medio del puerto serie RS232, y programando de BASIC, por medio del sistema operativo DOS" (VF06) . La profesora pone de manifiesto una experiencia previa en el área temática, pero que "hubo que poner un punto y aparte, porque es muy complicado a esta altura seguir programando en DOS, cuando todo el mundo usa Windows 7 o posterior"* (VF06).

3) **Duración del proyecto:** Cuatrimestral (2° cuatrimestre 2016)
4) **Carga Horaria:** 2 hs semanales.
5) **Perfil de los docentes :** Se trata de una profesora con más de 20 años de antigüedad docente en el nivel superior, que trabaja con la asistencia de un profesor joven, especialista en electrónica y programación, quien sugirió el año anterior adoptar la tecnología ARDUINO en lugar de la se venía utilizando.
6) **Perfil del grupo de alumnos :** Se trata de un grupo de 12 estudiantes con gran heterogeneidad etárea y formativa. El grupo está formado por 3 varones y 9 mujeres. Tres de ellos con formación media técnica y experiencia en desarrollos electrónicos. Una estudiante es egresada del profesorado de Biología, y todos están finalizando su formación en el 4° año del profesorado de Física.
7) **Encuadre institucional :** El equipo directivo del ISFD sostiene este EDI (espacio de definición institucional) hace varios años, promoviendo el desarrollo de actividades experimentales elaboradas con materiales no convencionales y apoyo de tecnologías digitales. Dispone de un pequeño espacio de laboratorio de Física (8 $m^2$) , equipado con materiales sencillos, dispositivos elaborados por cursos de años anteriores, herramientas e instrumentos donados por docentes y estudiantes, y adquiridos por medio de programas de equipamiento nacional y provincial. El equipo utilizado para el desarrollo de los proyectos (placas ARDUINO, sensores y elementos de electrónica) fue adquirido por los estudiantes.

**IV.1.2 Entrevista previa (Análisis de la actividad *a priori*)**

Se realizó una entrevista previa con la docente en la que describió los aspectos centrales de la propuesta didáctica, el contexto de desarrollo institucional de la secuencia, la trayectoria previa de este espacio de definición institucional (EDI), la colaboración valiosa del ayudante de cátedra y las características del grupo de estudiantes.

**Secuencia didáctica prevista.**

La secuencia didáctica, planificada para el 2° cuatrimestre de 2016, propone dos grande etapas de trabajo. En una primera etapa para presentar y practicar con el entorno ARDUINO, por medio de pequeñas exposiciones orales, en plenario, con apoyo de presentaciones en *power point*, demostraciones con el equipamiento, y práctica de aplicación en pequeños grupos guiados por los docentes. Se abordan las instrucciones básicas, incluyendo una actividad práctica de aplicación (uso de leds, uso de sensores, comunicación serie entre la placa Arduino y la pc, programación con processing y graficación de valores de sensores). El objetivo de esta etapa es lograr que los alumnos puedan poner a funcionar un sensor para medir alguna variable, comunicar el sensor a la pc por el puerto serie, y graficarlo en la computadora. (ODF01)

En una segunda etapa se propone a los estudiantes que formen pequeños grupos ( de 1 a 3 participantes) para realizar un poryecto didáctico de enseñanza de contenidos de física en el nivel secundario, que incluya el diseño y desarrollo de un dispositivo experimental basado en tecnología ARDUINO. La propuesta es que los estudiantes construyan y hagan funcionar el dispositivo, utilizando al menos un sensor, elaborando además una secuencia didáctica para su posible implementación en el aula (ODF01)

El trabajo en los encuentros semanales previstos consistirá en una puesta en común de los avances y dificultades de cada uno de los grupos, Se generan espacios periódicos de "puesta en común del estado de avance de cada proyecto", en los que intervienen docentes y estudiantes, en plenario, analizando, compartiendo y proponiendo alternativas de solución a las dificultades que se presentan en el desarrollo de cada proyecto (ODF01) (VF08)

Se da libertad para la selección de los contenidos a tratar, los dispositivos y/o sensores a utilizar, etc. Se realiza un trabajo de acompañamiento de los profesores, clase a clase, y de intercambio en los distintos grupos en forma de coloquios o informes de avance de los proyectos. El trabajo debe presentarse en forma de coloquio en el examen final, al que serán invitados los investigadores de la UNIPE. (ODF01)

**Discurso del docente.**

Presenta un equilibrio entre aspectos disciplinares de la Física (contenidos específicos a trabajar con los estudiantes) , cuestiones de la didáctica específica (como el enfoque didáctico de investigación, planteo de problemas, actividades experimentales y aplicación de tecnologías informáticas) y aspectos tecnológicos referidos al funcionamiento y rango de utilidad de los sensores, la programación en el entorno de desarrollo de ARDUINO y el programa Processing para la visualización gráfica de los datos. (ODF01)

**Práctica docente.**

La docente tiene previstas distinto tipo de intervenciones a lo largo del desarrollo del proyecto, Las intervenciones docentes se organizan, a lo largo de las clases semanales, en pequeñas exposiciones teóricas sobre algunos tópicos programados (Arduino, Programación en *Processing*, funcionamiento de dispositivos y sensores básicos) , prácticas guiadas para el uso de esos elementos. Luego la intervenciones consisten en el acompañamiento y asesoramiento para el desarrollo de cada uno de los proyectos. (ODF01) (VF06)

También considera de gran valor las intervenciones del ayudante de catedra, a quien considera especialista en los temas técnicos, de electrónica y programación (ODF01). Dice la docente *"es muy importante la ayuda de Lautaro, que maneja las cuestiones de electrónica y programación mucho mejor que yo. Yo esos temas no los manejo. Yo se de Física y como enseñar Física, de eso se… pero dije que sí a este proyecto, porque cuento con la ayuda de Lautaro" (VF06)*

**Reflexión sobre la acción**

La profesora se describe a si misma dentro de un proceso de aprendizaje e innovación en su práctica de enseñanza, dando espacio para la elaboración del proyecto didáctico y solicitando apoyo técnico específico al ayudante de cátedra.(ODF01)

**Modelo didáctico.**

La profesora hace referencia a un modelo didáctico tradicional, donde los estudiantes tienen un rol pasivo, y otros modelos basados en la investigación, el desarrollo de proyectos y la resolución de problemas, donde los estudiantes tienen un rol más activo. (ODF01)

**Integración de TIC**

La profesora hace referencia a la necesidad de actualizarse, de acompañar el desarrollo de la tecnología en el diseño de actividades experimentales… "*hubo que poner un punto y aparte, porque es muy complicado a esta altura seguir programando en DOS, cuando todo el mundo usa Windows 7 o posterior*" (VF06).

En relación a las dimensiones **Regulación de la enseñanza, Devolución y evaluación, Didácticas específicas, Uso del laboratorio y Reflexión sobre la práctica,** los datos relevados en estas instancias aun no han sido analizados.

**IV.1.3 Observación de clase** (Videoscopia)

Se presentan algunos resultados preliminares del análisis de la clase final de presentación de los proyectos desarrollados por los alumnos en el curso. La clase conformaba, además, la instancia de evaluación final de la materia.

Los estudiantes relatan el proceso desarrollado en el curso : *"Arrancamos en el 2° cuatrimestre. En el 1° cuatrimestres trabajamos con simuladores. Los primeros dos meses hicimos prácticas sencillas (prender un led, programar un semáforo, leer y graficar un sensor) y luego nos lanzamos a los proyectos, siempre con el asesoramiento de Lautaro, el ayudante de cátedra, que fue quien le sugirió la idea a la profesora (Alicia)*". (VF02)

Los estudiantes dan cuenta de la planificación del espacio y del formato del informe final solicitado : "*Tiene que incluir en que materia se propone aplicarlo, contar todo el proceso de como se hizo el invernadero, los materiales, armado paso a paso para que lo entiendan los chicos, tiene que incluir los tipos de plantas que se pusieron y porqué, también propusimos actividades de seguimiento del proyecto para los alumnos, algunas tablas para ir anotando,… y después los detalles de como es el circuito, como son los sensores que usamos, como se programa Arduino, y como se programa en processing… todo todo está en el informe que hicimos"* (VF04)

1. **Discurso del docente.**

El uso de TICs se integra a la enseñanza de contenidos disciplinares y al desarrollo de proyectos concretos.

Los estudiantes asocian el uso de TICs a desarrollar la motivación de estudiantes secundarios, y generar interés en el área temática (VF02)

Se valora la plataforma Arduino por su versatilidad, precio, simplicidad de uso comparada con otras plataformas utilizadas en años anteriores en el mismo espacio (RS232, programación de PLC, programación en Visual Basic, etc).

**2. Práctica docente.**

La profesora valora el clima de trabajo generado en el espacio (cordial, abierto, ameno, solidario, etc), el desarrollo de la autonomía de los estudiantes en el desarrollo de los proyectos, el apoyo y acompañamiento constante y personalizado de los docentes, etc. (VF02)

El grupo 1 relata parte del proceso realizado*: Es bueno, arrancamos de cero, nunca habíamos visto nada pero fue muy interesante… alguna sabía algo de programación, y tuvimos mucha ayuda de los profes, también hubo ataques de nervios, momentos donde todo funcionando me olvidé en la parada del colectivo… ayer compramos todo de nuevo…fue terrible, se nos rompió un sensor…pero seguimos a pesar de todo y nos habíamos comprometido a presentar todo esto a ustedes…. Yo se que me alta mucho, pero me interesó mucho, y queireo hacer cosas para llevar al aula, y lograr que los chicos se interesen, es muy difícil lograr el interés de los chicos hoy en día. (VF02)*

**3. Reflexión sobre la acción.**

En distintos momentos a lo largo del desarrollo de la clase la docente incorpora elementos de reflexión sobre sus intervenciones a lo largo del curso.

Señala la importancia de una primera etapa con un rol docente de mayor protagonismo, mas **transmisivo,** de presentación de contenidos específicos relacionados con la plataforma ARDUINO, la electrónica, el funcionamiento de sensores, la comunicación serie, la programación en processing con la finalidad de manejar gráficos, el montaje y la aplicación de esos conocimientos transmitidos a prácticas cerradas realizadas en forma plenaria. (VF02)

Señala la importancia de una segunda etapa donde el rol docente es de **acompañamiento en el diseño e implementación de los proyectos en pequeños grupos.** Esto implica asesoramiento, respuesta a demandas y coordinación de las puestas en común de los avances de los proyectos de los distintos grupos, la socialización e institucionalización de los avances que se van logrando. (VF02)

**4. Integración de TIC.**

La integración de tecnologías se enmarca en la respuesta a una necesidad didáctica, a la resolución de un problema concreto. *Los investigadores preguntan; ¿y esas ideas para los proyectos como surgieron?, y los estudiantes responden: "la idea de armar un invernadero se le ocurrió a ella, que es profesora de Biología" Cuando alicia nos dijo que podíamos buscar abiertamente otras alternativas, que no tenía que ser exclusivamente de física, yo empecé a buscar en la parte de Biología, porque yo estoy trabajando como profe de Biología. Estuve buscando e investigando un poquito, además trabajo en una escuela donde estamos haciendo una huerta orgánica, asi que era una manera de ayudar a ese proyecto. Obviamente mis dos compañeras me ayudaron a armar el proyecto, buscar información, ver que variables medir, que sensores utilizar, como hacer el montaje, etc. Buscar donde comprar los materiales y equipos" (VF02)*

El abordaje de conocimientos sobre programación en Processing se realiza como respuesta a una necesidad específica como es la obtención de gráficos en tiempo real sobre las variables de interés en el diseño experimental desarrollado en cada caso. No se trata de un conocimiento aislado o general, sino relacionado con el contexto de desarrollo del proyecto didáctico experimental. Una de las estudiantes explica*: "Con Processing hicimos un programa con tres ejes, donde va tomando como cambia temperatura, humedad del suelo y humedad del ambiente. Podemos ver la sensibilidad de los sensores ( por ejemplo al agregar agua al suelo, o abrir el invernadero, etc)."* (VF02)

Los aspectos didácticos, tecnológicos y disciplinares son considerados, en un modelo de integración curricular, aunque en términos generales haya una mayor presencia y atención a los aspectos tecnológicos por sobre los disciplinares o didácticos.

## IV.2 CASO 2: PROFESORES DE QUIMICA

El material tomado como referencia para ese análisis, corresponden a una grabación de audio, AQ01 correspondiente a la entrevista inicial con los profesores, dos videos de la primera clase con los alumnos y docentes del proyecto, VQ01 y VQ02. Otros datos relevados son las planificaciones (PQ01) documentos y clases diseñadas especialmente para el proyecto en aulas virtuales (CVQ).

**IV.2.1 Caracterización general del caso**

1) **Año :** 4° año del profesorado de Química del ISDFN°41 de Altte Brown
2) **Materias:** Proyecto **articulado** entre dos materias de 4° año : Química del Ambiente y Química de los alimentos.
3) **Perfil de los docentes:** Se trata de profesores con vasta experiencia en la formación inicial y continua de docentes de Ciencias Experimentales. En ambos casos, los docentes poseen títulos de grado y de posgrado relacionados con la Enseñanza de Ciencias. En los últimos 5 años, también participaron en propuestas de formación docente a distancia (en aulas virtuales de la DGCyE, el INFD y la UNIPE). Por último ambos docentes participaron en el proyecto "usos creativos de las tecnologías digitales", ofrecido por la UNIPE en la EET n° 1 de Lobos durante el año 2015, en donde un conjunto de docentes bonaerense junto a docentes de la UNIPE, exploraban las diversas posibilidades de utilización de las placas ARDUINO en ámbitos escolares.
4) **Perfil del grupo de alumnos**: Se trata de un grupo de alumnos de 4° año del profesorado de Química (ISFDN°41) que cursan junto a los docentes los espacios curriculares Química del Ambiente, Química de los alimentos. Al anterior grupo se le sumas algunos exalumnos (invitados por los docentes de las cátedras) que participarán por haber realizado un proyecto similar durante el año 2015.
5) **Encuadre institucional**: Se propone trabajar con los alumnos en la producción de biocombustible, como un proyecto didáctico de articulación institucional entre dos materias afines, para ser desarrollado en el segundo cuatrimestre del año 2015.

La implementación del proyecto, tiene un antecedente en el año 2015. Para esa primera instancia, los docentes intentaron el estudio, diseño y construcción de un biodigestor, que utilizara desechos hogareños para la producción de gas. En esa instancia generaron un aula virtual (disponible en el ISFD como nodo del INFOD) como andamio didáctico en donde se trabajaron contenidos relacionados al proyecto y se consignaron los avances en los trabajos de los alumnos. Para el año 2016, los docentes se proponen la continuación de ese proyecto con un nuevo grupo de alumnos, apoyándose en los avances logrados en 2015 y nuevas actividades como la implementación de dos talleres presenciales fuera del horario de clases, de trabajo con placas ARDUINO, en articulación con especialistas de la UNIPE.

**IV.2.2 Entrevista previa (Análisis de la actividad *a priori*)**

El grupo investigador realiza una entrevista a los dos docentes, horas antes de la primera clase en donde se espera realizar la presentación al grupo de alumnos, del proyecto de la construcción de un dispositivo para la obtención de gas combustible a partir del tratamiento de desechos hogareños. Esta primera clase también incluye un taller en donde se pretende que los alumnos tengan el primer contacto con la tecnología de las placas ARDUINO. Para esto, los docentes plantean la realización de los primeros diseños y construcciones de dispositivos sencillos, que utilicen placas ARDUINO, en trabajo conjunto con docentes invitados.

Los docentes de la cátedra no esperan que en este taller se inicie el diseño de dispositivos relacionados a la construcción del biodigestor (objetivo central del proyecto) pero estiman que la construcción de dispositivos sencillos, que insumen un relativo bajo tiempo de armado, que pongan de manifiesto la sencillez de los códigos (programación) de las placas ARDUINO, pueden contribuir a representar en los alumnos, la importante potencialidad de este tipo de recursos, al ser utilizados para control y obtención de valores de variables relacionadas al proyecto

**Secuencia didáctica prevista.**

El proyecto presenta un alto grado de planificación en donde se evidencian por parte de los docentes estudiados, competencias referidas al diseño de secuencias didácticas:

Explicitan claramente los objetivos y antecedentes y dificultades esperables para la concreción del proyecto del proyecto

"*el problema a trabajar es como obtener un biocombustible a partir del tratamiento de residuos domésticos…entonces, en todo ese trayecto, en toda la propuesta en donde ellos van a ir construyendo dispositivos, viendo cuál es el mejor*

*proceso para fermentar, cuál es el mejor residuo…el que tiene más azúcar para fermentar, ellos van a ver la necesidad de tomar valores de variables y es ahí donde entra ARDUINO*" (AQ01:01:50)
"*Invitamos a esta presentación a los chicos que el año pasado participaron en el proyecto, los que avanzaron en la propuesta de la construcción del biodigestor…estos chicos ya tienen un recorrido en esta propuesta, también a los chicos de 4to de este año….estos chicos no estarían tan avanzados, a estos chicos si abría que presentarles el proyecto y también que es ARDUINO. De hecho lo que hicimos hasta el momento es tener una charla informal, donde le contamos esto del proyecto de la fermentación, cuál era la pauta con la que se trabajó el año pasado, contando toda esta experiencia, y…le propusimos retomarlo. Avanzar desde lo realizado el año pasado…*" "estamos con el problema que hasta la semana pasada estuvieron con mesas de examen…vamos a ver cuántos vienen, la idea es que estos alumnos que ya participaron cuenten hasta donde llegaron, que dispositivos construyeron, que entendieron y que faltaría hacer…" (AQ01:00:20), (PQ),

- implementan un aula virtual desarrollada en el nodo del INFOD, que incluye 4 clases virtuales con documentos de apoyo y foros virtuales de profundización y desarrollo de contenidos. (CV)
- se incluye materiales, guías de trabajo práctico y foros de desarrollo para los dos encuentros presenciales a desarrollar como parte del proyecto. (CVQ01)

**Reflexión sobre la acción. Integración de TIC.**

La tarea de planificación los docentes de la cátedra explicitan algunas anticipaciones sobre diversas cuestiones relacionadas a la implementación real del proyecto planteado. Estas anticipaciones proponen la posibilidad concreta de utilizar tecnología como la placa ARDUINO en actividades experimentales y de investigación en la formación docente, aunque también demuestra una inconsistencia entre el discurso del profesorado y el verdadero uso de las tecnologías que se hace en la formación docente inicial.

- La tecnología no se encuentra por lo general incluida en la formación docente

"*Desde el punto de vista de mi materia (Práctica docente) el hecho es que los alumnos utilizan muy poco a tecnología en sus secuencias para las prácticas…y cuando van a observar, ven muy poca tecnología que los profesores coformadores utilizan"* (AQ01;03:00)

- Gran parte de los docentes de reconoce la importancia de la tecnología aunque la relega para los últimos años de la formación

"*Los alumnos están en la etapa en donde piensan en quedar bien con el docente de la práctica más que en analizar sus secuencias, y aunque busquen ejemplos de actividades que realizaron en años anteriores, todo parece que la tecnología la patean para adelante"* (AQ01;03:37)

- Los propios docentes de los ISFD no utilizan en forma modélica la tecnología en sus prácticas (AQ01;36:00) las instituciones educativas valoran y reclaman la formación en TIC de los docentes, aunque esta necesidad no parece ser trabajada en los materias de la formación inicial

"*Creemos como hipótesis, que cuando estos alumnos estén trabajando en sus escuelas (muchos ya trabajan) la participación en este tipo de proyecto va a generar que cuando aparezcan proyectos escolares como estos, se animen…"* (AQ01;36:50), (AQ01;37:42)

- Los alumnos no necesitan una formación profunda en un tipo de tecnología para poder utilizarla (AQ01;04:30)
- La representación del concepto de variable, así como la de control, sería más cabalmente representado con el trabajo con sensores, así como la representación más acertada del trabajo en los laboratorios de la comunidad científica (AQ01; 27:00)
- El resolver los problemas que presenta el uso de tecnologías, permite la construcción de nuevos saberes importantes en la formación docente (AQ01; 31:50) dado que los problemas tecnológicos son cambiantes, las competencias construidas para resolverlos son socialmente valoradas en una sociedad marcada por el cambio tecnológico (AQ01; 32:40)

**Modelo didáctico**

El enfoque didáctico que sustenta la planificación es la investigación escolar y la integración de tecnologías desde un enfoque CTSA, cuestión que se manifiestan claramente en la propuesta presentada en la planificación y en las actividades presentes en las clases virtuales (PQ01) (CVQ)

**Integración de TIC.**

La propuesta de actividad experimental mediada por la plataforma Arduino se integra en una secuencia de actividades previas de tipo tradicional, relacionadas en la producción de biocombustibles (PQ01)

Los docentes presentan la integración de tecnologías en el proyecto, no solo desde la necesidad de controlar y obtener valores de variables en un cierto dispositivo, sino también atendiendo que distintos agentes del sistema educativo (inspectores, directores, padres) reclaman a los futuros docentes el manejo de TIC y la implementación de clases cada vez más innovadoras que entre otras cosas, involucren la utilización de diversas tecnologías (participación en ferias y muestras de ciencias, utilización de las notebook y pisos digitales con las que cuentan algunas escuelas, etc.)

**Práctica docente.**

Para la implementación del proyecto, la actividad de inicio consistió en la organización de una reunión fuera del ISFD, y en trabajo conjunto con docentes de la UNIPE, repitiendo en parte las acciones del proyecto "usos creativos de las tecnologías digitales" en la que los docentes participaron

Los docentes del ISFD, establecen una comunicación fluida con docentes de la UNIPE, para la consulta referida a cuestiones técnicas tales como tipos de sensores, lugares de compra, etc.)

Los docentes piensan en convocar a ex alumnos que trabajaron en el proyecto en el año 2015, para que estos aporten sus vivencias a los compañeros.

**IV.2.3 Observación de clase** (Videoscopia)

El grupo investigador participa de la primera clase del proyecto de los docentes estudiados, en principio para realiza un filmación de la clase, utilizando dos cámaras estáticas, que solo pretenden captar la presentación del proyecto que realizarán los docentes, la participación y reacción de los alumnos, y las primeras actividades realizadas utilizando ARDUINO

**Discurso del docente.**

Los docentes del proyecto diseñan generan un clima de interacción entre casi todos los participantes, habilitando la palabra a todos los participantes. Refuerzan la idea de intercambios de característica horizontales, haciendo referencia a la experiencia de participación en el taller "usos creativos de las tecnologías digitales"

*"…una de las cosas más valiosas de la experiencia del año pasado (se lo transmitimos a los chicos de la UNIPE cuando trabajamos con ellos en el taller) es que nosotros estábamos aprendiendo en paralelo con todos los otros docentes del curso, e incluso con algunos de los alumnos de escuela que participaban"* (VQ01;06:54)

y las interacciones entre docentes y alumnos experimentadas en la implementación del proyecto durante el 2015

"*…esto se vio en los talleres que hicimos con Uds. En el 41 (ISFD)… los que estuvieron el año pasado, empezaron a investigar por su cuenta … por ejemplo algunos traían ya propuesta de cómo mejorar los dispositivos que estábamos pensando… bueno en verdad ahora Uds les van a contar a sus compañeros que estuvimos haciendo en año pasado"* (VQ01;08:41)

**La práctica docente**

Aunque no hay una disposición de sillas y mesas que facilite la interacción (por características del espacio del aula) se logra que más del 80% de los participantes realicen aportes significativos en la clase. (OD)

Se fomenta la participación al proyecto por parte de los alumnos, a partir de explicitar la importancia que conceden tres espacios curriculares de 4to año del ISFD a los aprendizajes que se logren durante la implementación

Organización en la presentación del proyecto

- Se incluyen en la presentación, no solo los antecedentes formales de lo realizado hasta el momento en el proyecto (año 2015) sino también la descripción clara de problemas trabajados, formalización de preguntas de investigación, metodologías utilizadas, logros y cuestiones que debieran ser insumos importantes para el inicio del nuevo proyecto de investigación.
- Se utiliza una presentación que incluye cañón de imágenes, presentación de dispositivos con sensores y participación de ex alumnos y docentes de la UNIPE

Diseño y gestión de taller ARDUINO

- Como segunda instancia de la presentación del proyecto, se trabaja en grupos (con ayuda de docentes del UNIPE) en el diseño y construcción de dispositivos simples que utilizan la placa ARDUINO

## IV.3 CASO 3 : PROFESOR DE BIOLOGÍA

El material tomado como referencia para ese análisis, está formado por una grabación de audio, AB01 correspondiente a la entrevista inicial con el profesor (PB), dos videos de la primera clase con los alumnos y docentes del proyecto, VB01 y VB02. Otros datos relevados son el Proyecto Interdisciplinar (PB01) y documentos en formato PPT.

### IV.3.1 Caracterización general del caso

1) **Año:** 3° año del profesorado de Biología, (en proyecto articulación con 4° año de Física y 4° año de Matemática) . El proyecto se desarrolló durante el 2° cuatrimestre de 2016.
2) **Materia: "**Biología de los organismos celulares y plantas". En proyecto de articulación con las materias Fisica de 4° año del profesorado de matemática y Fisica y su enseñanza del 4° año del profesorado en física.
3) **Perfil de los docentes:** El docente es Lic. En Biología (UNLP), especialista en Ecología, con tramos de formación pedagógica y en didáctica de las ciencias naturales. Con experiencia como capacitador docente en formación docente inicial y contínua.
4) **Perfil del grupo de alumnos**: El curso de 3° año de Biología estaba formado por 12 alumnos ( 2 varones y 8 mujeres) bastante homogéneo en cuanto al grado de formación y compromiso con el proyecto.
5) **Encuadre institucional:** El proyecto institucional de articulación entre carreras de los profesorados de ciencias naturales recibió apoyo del equipo directivo al inicio del año, aunque hubo discontinuidad en la convocatoria a reuniones de trabajo y seguimiento del proyecto por parte de la jefatura del área, por lo que el proyecto quedó algo desorganizado en algunos momentos, bajo responsabilidad del profesor de Física y el de Biología. También hubo apoyo del equipo directivo para la realización de algunas actividades de articulación y para la muestra final, donde hubo aportes económicos y de gestión. También se articuló con la "Cátedra Abierta Ambiente y sociedad" que se dicta en el ISFD y con el grupo de extensión "*Cosensores*", del programa de extensión "*Exactas va a la escuela*", de la UBA. Se presentaron algunas dificultades en la gestión de las salidas didácticas a la localidad de Cazón y a la Laguna de Indio Muerto, como así también para el desarrollo de la muestra final, a la que se había planificado invitar a todas las escuelas primarias y secundarias del distrito, y a la que finalmente asistieron tres escuelas seleccionadas por el equipo directivo y la jefatura de inspección distrital, por falta de disponibilidad de recursos para los traslados y temores respecto de la cobertura en seguros. La participación de los docentes de las distintas carreras fue variable a lo largo del año, pero se sumaron varios docentes para la preparación y realización de la muestra final en la Laguna Indio Muerto. Finalmente se realizó la muestra con participación de docentes y alumnos de todas las carreras de ciencias naturales ( 1° de Biología, 2° de Química, 3° de Biología, 4°de Física y 4° de Matemática), la visita de tres escuelas del distrito, logrando una alto porcentaje de los objetivos iniciales del proyecto.

### IV.3.2 Entrevista previa

El grupo de investigadores realizo un entrevista previa a PB, de corta duración y centrada fuertemente en el valor de la inclusión de actividades experimentales con inclusión de tecnologías tanto de la comunicación como de medición o simulación..

### El discurso del docente

Durante la entrevista se centra fuertemente en la discusión sobre el valor que tiene el empleo de la plataforma Arduino en la formación inicial de docentes de biología. Claramente toma una posición crítica hacia la utilización de la plataforma mencionada para el diseño de instrumentos de medición o simulación. Si bien manifestó su interés en la propuesta advirtió, desde un primer momento, las posibles dificultades para su implementación en relación a la complejidad para el manejo de conocimientos tecnológicos y de programación, y la disponibilidad de tiempo necesario para el desarrollo de dispositivos complejos, que pueden conseguirse "ya armados y funcionando", para ahorrar tiempo y concentrarse en el análisis ecológico del sistema en estudio (el humedal).

"*PB Meter un dispositivo como una plaqueta.. para hacer un dispositivo electrónico... no llama la atención a un docente de biología. Si usar el producto final...para medir..*" (A, Entrevista Previa), continua explayándose sobre la misma idea: "*PB. El diseño experimental de algo...acá hay que medir TºC... eso si.. te lo va decir por qué son parámetros físicos...del entorno... yo me refiero a la puesta en práctica...me es más fácil agarrar un termómetro... que diseñar y armar con la plaqueta uno..*" (A Entrevista Previa a PB). En el desarrollo de la entrevista previa se profundiza sobre este idea de PB, proponiendo la consideración de problemas abiertos donde el diseño podría ser necesario:

*"EN: no digo metete en el lio de armar el instrumento... pero diseñarlo... yo acá pondría un apartito que mida la pr... la TºC.. y con estos dos valores haría...y luego otro aparatito que haga tal cosa... el diseño...no hacerlo...decís que al prof. de biología tampoco le interesa...*

*PB. El diseño experimental de algo...acá hay que medir TºC... eso si.. te lo va decir por qué son parámetros físicos...del entorno... yo me refiero a la puesta en práctica...me es mas fácil agarrar un termómetro... que diseñar y armar con la plaqueta uno..*" (A Entrevista Previa a PB)

PB no vislumbra la posible utilidad de la plataforma ante la demanda que podría plantearse al enfrentar un problema abierto. Puso en cuestión la importancia de que los alumnos del profesorado de biología conozcan los principios de funcionamiento de sensores y equipos electrónicos, aunque consideró interesante que pudieran participar del "diseño" de los dispositivos requeridos para el proceso de investigación.

**IV.3.3 Observación de clases** (videoscopia)

**Clase de Presentación a los alumnos del proyecto**:

**Modelo Didáctico**

La planificación inicial del proyecto de articulación (disponible en el anexo), se enmarca en un proyecto institucional para promover la declaración de la "Laguna Indio Muerto" (un humedal ubicado a 15 km de la ciudad de Saladillo), como paisaje protegido municipal. Se intenta vincular el aprendizaje de las ciencias naturales a problemáticas ambientales locales, desde una perspectiva CTSA y adoptando un modelo didáctico de investigación escolar, que comparten los docentes que participan del proyecto. El proyecto proponía el desarrollo de pequeñas investigaciones escolares desarrolladas por los estudiantes de los distintos profesorados, orientados por los docentes que participan del proyecto, que incluyan actividades experimentales. En la presentación de la propuesta a los alumnos se detallan las siguientes actividades de tipo experimental: "*... en el contexto de un ambiente lacustre, la laguna del Indio Muerto (IM) Saldillo. Se propone muestrear y clasificar taxonómica y ecológicamente a los microorganismos. Realizar mediciones de Ph, TºC , humedad ambiente promedio, nutrientes, gases emitidos saturación de CO2 y determinación de DBO., Estudio de especies para fitoremediación: Lentejas de agua, crecimiento de Microorganismos en cultivo: levaduras. Determinación del balance hídrico de la Laguna IM. Evaluación del impacto canalizaciones clandestinas realizando mediciones en cinco puntos de interés. Propiedades de agua, oxigeno, turbiedad, fitoplacton, gases. Diversidad de protozoos. Ecología de poblaciones en diversos puntos. se construirá una construcción de una estación meteorológica autónoma con memoria SD.*" ( AB02). Presentación del Proyecto a los alumnos)

**La práctica docente**

Estas acciones de tipo experimental se planifican durante una serie de clases en las que se trabaja desde los conceptos ecológicos involucrados hasta los procedimientos científicas para llevarlos a cabo, como así también aspectos operacionales.

Estos trabajos de orden experimental están relacionadas con la salida de campo a la laguna, y cuyos resultados pudieran ser compartidos con alumnos de escuelas primarias y secundarias del distrito en una muestra final a realizarse en la laguna a fin del año lectivo 2016, en la que se pudiera concientizar sobre la problemática y reunir firmas que avalen un petitorio para la presentación a las autoridades locales. El diseño, desarrollo y avance de este proyecto de investigación fue compartido en reuniones plenarias de todos los estudiantes y docentes participantes, donde se favoreció la articulación e intercambio de saberes específicos de cada disciplina en relación a la problemática ambiental de la laguna y desde una perspectiva didáctica compartida.

El uso e integración de tecnologías digitales fue intensivo en el proyecto: se planificó su uso para establecer espacios virtuales para compartir información y acuerdos para el desarrollo del proyecto ( grupo de Facebook , Sitio Web en GoogleSites, Aula Virtual en el campus del ISFD N° 16).

**Integración de TIC.**

El uso de tecnología Arduino se propuso, al inicio del proceso, para el desarrollo de alguna actividad experimental específica concurrente a los objetivos del proyecto, como por ejemplo el desarrollo de una **incubadora** en la que se controlen variables como temperatura, iluminación, agitación, circulación de aire, etc, para el cultivo de algas específicas, u otros organismos de control que pudieran funcionar como bioindicadores, especialmente sensibles al glifosato, uno de los principales agentes contaminantes que se hipotetizó influyen en el ecosistema de este humedal.

También se utilizaron recursos digitales para la presentación del estado de avance de cada grupo (cañon proyector y presentaciones en power point), para el mapeo de la zona ( google maps) y se elaboraron algunos registros fotográficos de flora y fauna, mediciones de calidad del agua con equipo electrónico profesional específico, mediciones del nivel del suelo con teodolito electrónico profesional, y se utilizó una estación meteorológica digital profesional para el registro y análisis de variables meteorológicas.

También se propuso el desarrollo de una **estación meteorológica experimental**, basada en tecnología Arduino, para relevar variables del ambiente del humedal (temperatura del aire y del suelo, humedad, iluminación, lluvia, dirección y velocidad del viento, incluyendo también un dispositivo para medir el caudal del agua en distintos sectores de la laguna).

Las expectativas en términos generales y explicitadas en el contexto de una clase son:

"*PB la idea no es hacer un trabajo científico...no lo podemos hacer...vamos a empezar a preguntarnos... a indagar y a aprender de otra forma...agarramos un libro de biología y vemos la fotito... mostrar una lamina...otra manera es muestrear agua en algún lugar y ver que microbiota hay...es otra manera... haciendo... es indagar es romper con la educación tradicional...es trabajar a partir de un proyecto y que conceptos podemos tomar para cada materia... no fue fácil ver que se puede trabajar en la laguna con todas las materias ir solamente y tomar la muestra...la tomas y ya... pero ...para que puede servir la clasificación? lo clasificamos y listo ahí quedo..para que la podemos usar?"* ( VB 05 parte 3)

## IV. CONCLUSIONES

De lo expuesto anteriormente, y aunque nuestro trabajo no se encuentra aún finalizado (dado que al momento de la escritura de este documento el equipo se encuentra analizando las entrevistas de autoconfrontación) podemos adelantar algunas conclusiones de lo trabajado hasta el momento

En principio podemos decir que observamos diversas estrategias de integración de las tecnologías, en los trabajos y actividades experimentales de los profesores estudiados. Las actividades de investigación escolar e indagación, parecen ser el ámbito mayormente utilizado por los profesores de la muestra, en donde intentan incluir la utilización de tecnología en sus clases, aunque como se desprende de las observaciones, algunos docentes (dos) intentan que los alumnos se involucren en el diseño de dispositivos experimentales que utilicen la tecnología ARDUINO como parte de la tarea encomendada, valorando este proceso, así como las problemas que surgen en el intento de utilización de tecnología no del todo conocida, como un saber que debe ser trabajado en la formación de futuros docentes. Mientras que el docente restante, solo ve esta tecnología como un instrumento más, que le posibilita la obtención de datos necesarios, desechando la instancia de diseño e implementación de dispositivos, como problema a trabajar en la formación de docentes de ciencias.

Con respecto a las competencias profesionales puestas en juego por los docentes en la implementación de las secuencias de actividades experimentales diseñadas, podríamos decir que en todos los casos observamos docentes capaces de generar verdaderos ambientes colaborativos de trabajo, que pueden manejar una importante cantidad de imprevistos (relacionados con los tiempos escolares, la obtención de materiales, las dinámicas institucionales, etc.) y que habilitan y respetan los aportes de sus alumnos en tareas con gran grado de apertura, haciéndolos partícipes necesarios en la construcción de sus conocimientos.

Los docentes de la muestra, parecen valorar la utilización de la tecnología ARDUINO, como una importante posibilidad de representar más cabalmente el trabajo que se realiza en la ciencia erudita, dada la posibilidad de utilizar sensores que permiten la obtención de gran cantidad de datos, sobre magnitudes que por lo general en las clases

tradicionales solo se consideran en forma teórica, o con un número de valores relativamente pequeño. También valoran la posibilidad de controlar periféricos en forma automática, permitiendo mantener parámetros de un cierto sistema, sin la necesidad del control humano permanente. Esto último posibilita pensar en proyectos de larga duración, con cierta independencia de los tiempos y actores escolares.

En relación a los procesos de toma de decisiones didácticas de los profesores de formación docente en situaciones de enseñanza concretas, se han podido identificar distintos niveles de reflexión didáctica sobre su propia práctica, atendiendo a la variabilidad y complejidad de los contextos de desempeño.

También se pudieron identificar algunas tendencias, regularidades, diferencias y especificidades en el uso que los docentes hacen de las placas ARDUINO, según las áreas de enseñanza, las trayectorias formativas y de desempeño profesional, como asi también de las disciplinas comprometidas. En este sentido resultaron propuestas de integración mas potentes y fecundas las desarrolladas en el ámbito del profesorado de Física, con cierta tradición institucional en la implementación de dispositivos de adquisición de datos, que en los profesorados de Química en el que el recorrido en relación a estas tecnologías es mucho menor y en el de Biología, a partir del posicionamiento didáctico y epistemológico del profesor. Si bien estas observaciones no pueden generalizarse, ofrecen una serie de elementos conceptuales de gran riqueza para el análisis didáctico de los procesos de enseñanza.

Finalmente, entendemos que los intentos de integración de este tipo de tecnologías a las clases experimentales de los Institutos de Formación Docente, producirán aportes valiosos para el abordaje de algunos problemas que plantea la actividad de los docentes de ciencias mientras que, en otros casos, serán el origen de nuevas dificultades, aquellas que siempre aparecen en el intento de utilización de recursos novedosos, pero en cualquier caso problemas, que no pueden estar fuera del proceso de formación de futuros profesores de ciencias, promoviendo la reflexión didáctica y la profesionalización docente.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a directivos, docentes y estudiantes de los institutos de formación docente involucrados en esta investigación: I.S.F.D.N°41 de Adrogué, I.S.F.D.N°16 de Saladillo y al I.S.F.D.N°99 de Alejandro Korn. También se agradece a la Universidad Pedagogica (UNIPE) por el apoyo otorgado para la realización de este trabajo.

## REFERENCIAS

Aikenhead, G. (2005). Science-based ocupations and the science curriculum: concept of evidence. *Science Education*, *89*(2), 242-275.

Aikenhead, G. (2006). *Science Education for Everyday Life: Evidence-based Practice*. New York: Teachers College Press.

Area Moreira, M. (2005). Hablemos más de métodos de enseñanza y menos de máquinas digitales: los proyectos de trabajo a través de la WWW. *Revista Cooperación educativa del MCEP*, *79*, 26-32.

Barberá, O., y Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, *14*(3), 365-379.

Barros, S. G. (2000). Qué hacemos habitualmente em las actividades prácticas? Como podemos mejorarlas. En Sequeira, M., Dourado, L., Vilaça, M. T., Silva, J. L., Afonso, A. S., y Bautista, J. M. A. (2004). Calidad de la educación en la sociedad de la información Universidad Complutense de Madrid. *Revista Complutense de Educación* Vol. 15 Núm. 2 (2004), 509-520.

Bo, R. M., y Sáez, A. (2005). Dimensiones obtenidas en los obstáculos percibidos para la integración de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (NTIC) por parte de los profesores de la Comunidad Valenciana. *Actas del XII Congreso Nacional de Modelos de Investigación Educativa.*

Bordignon, F.; Furci, O.; Iglesias, A. Y Trinidad O. (2015) Más allá de las pantallas. Usos Creativos de la Tecnología Digital. *XVII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación - WICC 2015*. Universidad Nacional de Salta, Salta.

Bosch, H. E., Di Blasi, M. A., Pelem, M. E., Bergero, M. S., Carvajal, L., & Geromini, N. S. (2011). Nuevo paradigma pedagógico para enseñanza de ciencias y matemática. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, *2*(3), 131-140.

Caamaño, A. (2004). Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones:¿una clasificación útil de los trabajos prácticos. *Alambique*, *39*(8), 19.

Cano, M., y Cañal, P. (2006). Las actividades prácticas en la práctica: ¿qué opina el profesorado? *Alambique*, *47*, 9-22.

CYTED (2009); "Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo". Asamblea General celebrada en Urubamba, Perú; 27 de noviembre de 2009. www.cyted.org/cyted.../ Acceso: 27 de noviembre de 2009.

De Pro Bueno, A. (1998). ¿Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias? Enseñanza de las Ciencias, *16*(1), 21-41.

DQME -Developing Quality in Mathematics Education - A European Network (2004); http://www.dqme.unidortmund.de.Acceso: 15 de julio de 2009.

Edelstein, G. (2002, July/December). Problematizar las prácticas de la enseñanza. *Revista perspectiva*. *Florianópolis*, *20*(2), 467-482.

Fuentes, J. A., Ortega Carrillo, J. A., y Lorenzo Delgado, M. (2005). Tecnofobia como déficit formativo. Investigando la integración curricular de las TIC en centros públicos de ámbito rural y urbano. *Educar*, *36*, 169-180.

Gallagher, J. (1971). A broader base for science teaching. Science Education, *55*(3), 329–338.

Gibbings, P.;Brodie, L. (2008). Team-based learning communities in virtual space. *International Journal of Engineering Education*, *24*(6), 1119.

Gibbings, P.; Brodie, L. (2008). Assessment Strategy for an Engineering Problem-solving Course. *Int. J. Engng Ed*. *24*(1), Printed in Great Britain.

Giere, R. N. (1999). Un nuevo marco para enseñar el razonamiento científico. *Enseñanza de las Ciencias*, *núm. extra*, pp. 63.

Gilbert, J. K. (1993). Models y Modelling in science education. Hatfield: The Association for Science Education.

Gómez Crespo, M. A., Pozo, J. I., y Gutiérrez, M. S. (2004). Enseñando a comprender la naturaleza de la materia: el diálogo entre la química y nuestros sentidos. *Educación Química*, *15*(3), 198-209.

Gutiérrez, A. (2011). Unidades didácticas de calidad en la enseñanza de la biología". En Cañal, P. (coord.) *Biología y geología. Investigación, innovación y buenas prácticas*. Barcelona, Grao.

Gutiérrez, A.; Aguilera, E., y Pujalte, A. (Eds.) (2015) *La formación docente en ciencias naturales*. Buenos Aires, EUDEBA (en prensa).

Hodson, D. (2000). The place of practical work in science education. En Sequeira, M., Dourado, L., Vilaça, M. T., Silva, J. L., Afonso, A. S., y Baptista, J. M. (Orgs.), Trapbalho prático e experimental na educação em ciências. Braga: Universidade do Minho.

Hodson, D., (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, *12*(3), 299-313.

Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2003). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, *88*(1), 28–54.

Hurd, P. D. (1958). Science literacy: Its meaning for American schools. *Educational leadership*, *16*(1), 13-16.

Hurd, P. D. (1995). Reinventing the science curriculum: Historical reflections and new directions. En R. W. Bybee Y J. D. Mcinerney (Eds.), Redesigning the science curriculum. Colorado Springs, CO: National Science Foundation.
Hurd, P. D. (1998). Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science Education*, *82*(3), 407–416.

Izquierdo, M., et al. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares en ciencias experimentales. Enseñanza de las Ciencias, 17 (1), 45-49.

Johnson, D. W., y Johnson, R. T. (1999). Making cooperative learning work. Theory into Practice, *38*, 67-73.

Jorba, L., y Sanmartì, Neus, N. *Enseñar, aprender y evaluar: Un proceso de regulación continua,* Universidad Autónoma de Barcelona, 1993.

Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza De Las Ciencias*, *24*(2), 173–184.

Kearney, M. (2004). Classroom use of multimedia-supported predict-observe-explain tasks in a social constructivist learning environment. Research in Science Education, *34*(4), 427-453.

Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. En Cadernos Didácticos de Ciências, Volume 1. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.

Leite, L., e Figueiroa, A. (2004). Las actividades de laboratorio y la explicación científica en los manuales escolares de ciencias. Alambique — Didáctica de las Ciencias Experimentales, *39*, 20-30.

Linn, M. (2003a). Technology and science education: starting points, research programs, and trends. *International Journal of Science Education*, *25*(6), 727-758.

Lunetta, V. (1996). The school science laboratory: Historical perspectives and contexts for contemporary teaching. En K. Tobin E B. J. Fraser (Eds.), International Handbook of Science Education. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Mccurdy, R. C. (1958). Towards a population literate in science. The Science Teacher, *25*(7), 366–369, 408.

Miguéns, M.; Serra, P. (2000). O trabalho prático na educação básica: a realidade, o desejável e o possível. En M. Sequeira, M., Dourado, L., Vilaça, M. T., Silva, J. L., Afonso, A. S., y Baptista, J. M. (Orgs.), Trabalho prático e experimental na educação em ciências. Braga: Universidade do Minho.

Millar, R., Osborne, J. (1998). Science Education for the Future. *School Science Review*, *80*(291).

Rickenmann, R. (2007, July/December). Metodologías clínicas de investigación en didácticas y formación del profesorado: un estudio de los dispositivos de formación en alternancia en: R*evista Científica Sao Pablo, 9*(2), *ensemble:l´action didactique conjointe du professeur et del éleves*. Universidad de Ginebra.

Sensevy, G. (2007). (Ed). Un essai de caractérisation des pratiques d'enseignement et de détermination de leur efficacité. La Lecture et les Mathématiques au Cours Préparatoire (Première Primaire). Rapport de recherche PIREF.

Shen, B. S. P. (1975). Scientific literacy and the public understanding of science. In Day, S. B. (Ed.), The communication of scientific information (pp. 44–52). Basel, Switzerland: Karger.

Thornton, R. K. (1986). Director, Center for Science and Math Teaching, Tufts University. http://ase.tufts.edu/csmt/ Acceso: consulta permanente.

Tricarico, H., Pedrol, H., Zarragoicoechea, P., Trinidad, O., Furci, V., Iuliani, L., & Gonzalez, A. (2014). Procesos de autorregulación de la práctica docente en ciencias naturales. Estudios preliminares en egresados de la especialización de la UNIPE. *Revista de Enseñanza de la Física*, *26*(2), 381-392.

University of Nottingham http://www.nottingham.ac.uk/education/documents/research. Recuperado 10 de octubre de 2015.

Veiga, M. L. (2000). O trabalho prático nos programas portugueses de Ciências para a escolaridade básica. En M. Sequeira, L., Dourado Vilaça, M. T., Silva, J. L., Afonso, A. S. y Baptista, J. M. (Orgs.), Trabalho prático e experimental na educação em ciências. Braga: Universidade do Minho.

Wellington, J. (2000). Re-thinking the role of practical work in science education. En Sequeira, M., Dourado, L., Vilaça, M. T., Silva, J. L., Afonso, A: S., y Baptista, J. M. (Orgs.) (n.d.). *Trabalho prático e experimental na educação em ciências*. Braga: Universidade do Minho.

Wellington, J. (2001). What is science education for? Canadian Journal of Science, *Mathematics and Technology Education*, *1*(1), 23–38.

Woolnough, B., y Allsop, T. (1985). Practical work in science—Cambridge science education series. Zeidler, D., Sadler, T., Simmons, M., y Howes, E. (2005) "Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education". *Science Education*, *89*(3), 357–377, Tennesse.

Zeidler, D., Walker, K., Ackett, W., y Simmons, M. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, *86*(3), 343–367, Tennesse.