

**PROYECTOS INTERDISCIPLINARIOS CON LA COMUNIDAD.
POSIBILIDADES Y DIFICULTADES**

**INTERDISCIPLINARY PROJECTS IN THE COMMUNITY. POSSIBILITIES
AND DIFFICULTIES.**

*PABLO FABIÁN CARRANZA**
Universidad Nacional de Río Negro, Argentina

Recibido: 16/11/2016

Aceptado: 12/09/2017

Resumen

En esta comunicación presentamos primeramente algunos principios que motivan el desarrollo de proyectos interdisciplinarios en los niveles secundario y universitario. Estos principios convergen en la integración en varias dimensiones. En efecto, nos interesa la integración de disciplinas, de tipos de saberes, de instituciones, integración con la comunidad e integración de tiempos. Luego compartimos algunos proyectos interdisciplinarios que estamos llevando a cabo en ese marco. Comenzaremos con uno donde construimos con los estudiantes un horno solar, para luego sintetizar otros dos donde se diseñan, construyen e instalan molinos para pobladores rurales de la Patagonia. El último proyecto aquí compartido se refiere a la construcción de un deshidratador de frutas solar automatizado. De este conjunto de proyectos proponemos fenómenos comunes a ellos, tales como el denominado zona de confort, el ecosistema escolar y otros. Nos referiremos también a la dinámica en general propuesta denominada lógica de funcionamiento donde resaltamos el rol de las disciplinas como marco racional para las tomas de decisiones que los proyectos demandan. Finalmente

* Carranza, Pablo Fabián: Doctor en Didáctica de la Matemática. Profesor investigador director de proyectos de investigación del tipo PICT, PI y proyectos de extensión. Profesor de Matemática y Estadística en la Universidad Nacional de Río Negro. Miembro de comité científico de doctorado en Didáctica de la Universidad Nacional del Comahue. Miembro del Comité Científico de Ética del Sanatorio Juan XIII. Director de tesis doctorales y de maestría.

proponemos un conjunto de primeras reflexiones donde nos interesamos a las potencialidades y dificultades que este tipo de propuestas presentan hasta la fecha.

Palabras clave: interdisciplinarietàad - enseñanza secundaria - enseñanza universitaria - integración con la comunidad enseñanza

Abstracts

This work presents some principles that motivate the development of interdisciplinary projects at secondary and university levels. These principles converge into several dimensions. In fact, we are interested in the integration of disciplines, types of knowledge, institutions; the integration in the community and the integration of stages. We also share some interdisciplinary projects carried out following this framework. We start with a project based on the building of a solar oven with the students, and then we describe two projects in which the students designed, built and installed wind mills for rural inhabitants of Patagonia. The last project shared concerns the construction of an automatic solar fruit dehydrator. From this set of projects, we propose common phenomena, such as the so-called comfort zone, the school ecosystem, among others. We also refer to the generally proposed work dynamics, called operating logic, where we highlight the role of the disciplines as rational framework for the decision-making that the projects demand. Finally, we propose a set of initial reflections focusing on the potentialities and difficulties that these types of proposals present to date.

Key words: interdisciplinarity - secondary education - university education - community integration- teaching.

Introducción

En este artículo nos interesamos a lo que podríamos denominar como proyectos interdisciplinarios en la enseñanza-aprendizaje (Viollin, 2013). Nos centraremos aquí en aspectos comunes a este tipo de propuestas para dos niveles educativos: secundario y universitario. Cabe acotar que cuando hablamos de estos dos niveles no es porque estemos analizando en esta comunicación las potencialidades de este tipo de propuestas como un posible articulador entre nivel secundario y universitario, sino porque nos centramos en las potencialidades de la aplicación de los proyectos interdisciplinarios para el aprendizaje tanto a nivel secundario como universitario, y esto en función de los proyectos que estamos llevando a cabo.

Las definiciones o conceptualizaciones que propondremos no serán aquí ni rígidas ni acabadas, por un lado, porque los contextos donde ellas emergen son complejos al mismo tiempo que dinámicos y por el otro lado, porque creemos que aún debemos aprender mucho más sobre este tipo de propuestas pedagógicas. Sin embargo, algunas de estas definiciones o conceptualizaciones nos resultan ya relativamente estabilizadas como para poder compartirlas. Una de ellas es la referida a la integración. En efecto, los proyectos interdisciplinarios, al menos a los que nos interesamos, promueven la integración, y esto en varias direcciones. Presentaremos algunas de ellas.

Los proyectos interdisciplinarios, una vía de integración: Integración de disciplinas

Por definición misma de este tipo de propuestas, los proyectos interdisciplinarios integran disciplinas (Jollivet 2008; Gauthier 2011; Hubert 2011). Veremos luego que hay varias instancias de integración, según el tipo de proyecto e incluso según el momento o etapa del mismo. Mencionaremos más adelante algunos ejemplos de integración de disciplinas cuando abordemos los proyectos en los que participamos.

Integración de tipos de saberes

Los saberes organizados en disciplinas escolares no son los únicos que se manifiestan explícitamente en este tipo de propuestas, también aparecen los otros, esos saberes que no necesariamente tienen la misma valoración o reconocimiento

institucional. Nos referimos a los vinculados a las acciones manuales por ejemplo, tales como soldadura, carpintería o incluso construcción (Carranza, 2014).

En efecto, las propuestas que aquí nos ocupan pretenden que los estudiantes no solamente puedan declarar sus conocimientos en el plano discursivo frente a situaciones evocadas como frecuentemente ocurre en las aulas sino que también los puedan enmarcar en situaciones reales accionadas por ellos. De esta manera, los estudiantes se sumergen en contextos problemáticos complejos (Lenior y Sauvé, 1998; Lenoir, Hasni, Larose, 2007) que les demanda la convocación tanto de saberes disciplinares como de los que podríamos denominar prácticos.

En otras palabras, subyace en nuestras propuestas la idea que el saber es también intervención y no solamente declaración de saberes en un entorno áulico, es por ello entonces que los proyectos suelen demandar también acciones manuales, construcciones físicas, elaboración de objetos, etc.

Así, los estudiantes son invitados a correrse del lugar áulico frecuente que podríamos caracterizar como de yo enuncio saberes y ocupar el de yo hago. Pero a su vez, este yo hago no es una premisa a cumplir de manera intuitiva o impulsiva o por sentido común. Se busca en estos trabajos que la acción tenga fundamentos, argumentos.

Estos fundamentos y argumentos explican y justifican las acciones emprendidas. El yo hago es entonces un yo hago reflexionando. Más aun, dada la colectividad de las acciones que este tipo de propuestas demanda, la conjugación es en realidad en plural pues esas acciones a las que nos referimos requieren consenso entre los integrantes de los grupos. La frase que mejor caracteriza esto entonces es hacemos reflexionando o hacemos con argumentos consensuados.

Aquí las disciplinas resultan fundamentales pues ellas, con sus objetos y sus métodos de validación (Crombie, 1980; Hacking, 2002) aportan la racionalidad que el consenso demanda. Este tipo de propuestas entonces, lejos de desvalorizar las disciplinas, las ubica en un rol fundamental: el de brindar las herramientas racionales para las tomas de decisiones que los proyectos demandan.

Esta idea nos resulta esencial en este tipo de propuestas, donde los saberes funcionan como fundamentos para las tomas de decisiones. De esta manera, cuando los

estudiantes han producido una solución a un problema, o dado una respuesta a una pregunta del proyecto se pretende que lo hagan luego de haber convocado saberes disciplinares y de los otros que le den sustento a las acciones emprendidas (Carranza, 2016).

Es a destacar la idea de la necesidad de consenso quizás a modo de variable pedagógica y en algunos casos didáctica (Brousseau, 1998). En este tipo de propuestas el docente se desplaza del lugar de poseedor de un saber al mismo tiempo que los estudiantes también se desplazan del lugar de receptores de un saber a adquirir. El espacio se abre así a un lugar donde la investigación ocupa una buena parte del tiempo y es muy probable que el profesor, en muchas de esas investigaciones no tenga una respuesta para ofrecer sino más bien algunos criterios para acompañar a sus estudiantes. Pero incluso si el profesor tuviera esas respuestas, es necesario que él abandone el lugar de proveedor de soluciones y sea una suerte de acompañante del grupo, una suerte de coordinador.

Asociada a esta dinámica donde los saberes suministran los argumentos para las decisiones se encuentra entonces la idea de una relación profesor-alumno-saber que cuestiona los lugares tradicionales donde el profesor es el que detenta el saber y el alumno es un receptor del mismo. En efecto, en los proyectos interdisciplinarios la dinámica es bien diferente, o al menos no es tan rígida como en una clase convencional. En un proyecto, cuando los estudiantes junto a los profesores investigan una solución, el rol del docente es más cercano al de un coordinador o acompañante (Beauvais, 2004; Beauvais, 2007; Beauvais y Haudiquet, 2010) del grupo que al del profesor tradicional. En este tipo de trabajos el profesor se cuida de la tentación de ocupar el lugar que le es habitual en una clase convencional. En este sentido adherimos al concepto de acompañamiento donde los autores citados arriba hacen mención al rol del investigador (y por extensión en nuestro caso al docente) y su incesante búsqueda de alejamiento de roles clásicos para que el grupo adquiera independencia

Se trata de igual manera de una investigación comprometida, aunque no en el sentido que el investigador hace de la acción del otro, de la “causa” del otro su propia acción y su propia causa, sino en el sentido que la autonomía del otro deviene su preocupación primera. (Beauvais, 2007, p. 2)

Volveremos más tarde sobre este tema.

Integración de organizaciones o instituciones

Puede que un proyecto interdisciplinario resulte demasiado complejo como para ser abordado por un solo grupo de estudiantes y profesores. Una opción interesante es considerar esta dificultad como una oportunidad y así asociarse con otros grupos o instituciones que posean conocimientos, datos o información relevante y complementaria a la que dispone el grupo originalmente. Estas organizaciones pueden ser internas o externas a la institución, en nuestros casos nos hemos relacionados con organismos nacionales e incluso con otras carreras o escuelas de la zona. Veremos detalles de esta integración cuando presentemos más adelante los proyectos en los que participamos.

Integración con la comunidad

En consonancia con los tipos de integración mencionados, en este tipo de proyectos es muy interesante la integración con la comunidad (Carranza, Sgreccia, Quijano, Goin y Chrestia, 2017). Esta integración es una oportunidad para la participación de un otro extraescolar que le aporte realismo a la propuesta. Un realismo que resulta fundamental pues él contribuye a darle sentido al aprendizaje haciendo que los alumnos y docentes pueden experimentar la potencia de los conocimientos para la mejora de la calidad de vida de la comunidad.

Esta integración resulta una variable pedagógica fundamental en este tipo de propuestas pues como dijimos, permite sacar a docentes y alumnos del ecosistema escolar tradicional (Carranza, Sgreccia, Quijano, Goin y Chrestia, 2015). Volveremos también sobre esta cuestión más tarde.

Integración de tiempos

Esta integración también está en consonancia con las anteriores, en particular con la última, la referida a la comunidad. La escuela secundaria y la universidad son percibidas por muchos, erróneamente a nuestro criterio, como un tiempo de preparación para el futuro. Un tipo de futuro que por cierto no solo es hipotético sino que también es

para pocos, sobre todo si observamos el bajo porcentaje de estudiantes que concluyen los estudios, y esto para ambos niveles educativos.

Nosotros entendemos que estas formaciones (secundaria y universidad) no solo sirven para el futuro, sino que también debemos revalorizar el presente de manera tal que los aprendizajes sirvan para el hoy también. La recuperación del presente como tiempo que justifica el aprendizaje nos parece fundamental porque por un lado entendemos que el presente tiene derecho a participar en la justificación del aprendizaje y por el otro y quizás como consecuencia de ello, porque contribuye a la motivación de los estudiantes por el sentido que le encuentran al mismo.

Decimos que esta integración está en consonancia con las demás pues abordar un proyecto con la comunidad es una oportunidad para realizar un trabajo que da solución a una problemática del presente. Aparece entonces el hoy como marco temporal que motiva a los estudiantes y profesores. Y esta no es la única consonancia de integraciones, otra es la de disciplinas. En efecto, los trabajos con la comunidad, y de manera general los referidos a la vida real, requieren, por su complejidad, el abordaje de varios campos disciplinares. Un trabajo con la comunidad entonces, es una oportunidad de integrar las disciplinas escolares con el sentido y la motivación que da el realismo, el hoy.

Otro aspecto que creemos resulta sumamente importante en este tipo de propuestas es que los estudiantes se colocan en posición de actores activos, no solo son sujetos que aprenden, sino que también son personas que hacen, y no solo ellos viven la experiencia de aprender y hacer, los profesores también se sumergen en esa dinámica puesto que en muchos casos deben investigar a la par con sus estudiantes, sobre todo en aspectos que se refieren a la aplicación de conceptos de la disciplina de referencia.

Para contextualizar las nociones de los párrafos anteriores haremos una breve presentación de los proyectos que hemos realizado recientemente para luego volver con más detalle sobre las nociones comentadas.

Proyectos interdisciplinarios recientes

Hornos solares

Este proyecto, el primero del tipo interdisciplinario, data del año 2014 y fue realizado con estudiantes de primer año (unos 30 estudiantes entre 18 y 40 años aproximadamente) de la Tecnicatura Superior en Mantenimiento Industrial (TSMI) de la Universidad Nacional de Río Negro, Argentina (UNRN). El trabajo se encuadró en el período institucional de la clase de Matemática, es decir, en un cuatrimestre. Aunque claro está, y como ocurre en muchos proyectos interdisciplinarios, el tiempo dedicado al trabajo sobrepasó las llamadas horas de clase.

La Figura 1 (ver anexo) muestra un esquema de uno de los tipos de hornos realizados, llamado de revolución. Dada las dificultades constructivas que presenta el modelo de revolución, algunos grupos se inclinaron por el modelo cilíndrico.

Este trabajo permitió el abordaje de conceptos de matemática, estadística y física. La matemática fue principalmente utilizada en la etapa de diseño del modelo, mientras que la estadística fue convocada para la realización de *tests* de funcionamiento estudiando su rendimiento mediante termómetros y luego analizando los datos. En otras palabras, la matemática apareció para el antes de la construcción, la estadística para el después de la misma. En ese semestre, los 30 estudiantes realizaron 5 hornos, uno por grupo. Se utilizaron materiales diversos en función de las decisiones de cada grupo.

Los conceptos de matemática involucrados fueron los relativos al estudio del colector solar. Para ello se convocaron conceptos de funciones cuadráticas. El cálculo de la posición del punto focal permitió determinar la ubicación del recipiente donde se calentaban o cocinaban los alimentos. Se utilizó también una simulación en Geogebra para el estudio de la evolución de los rayos solares sobre el horno solar.

En Estadística, los estudiantes analizaron los datos obtenidos de la variable temperatura al testear los hornos solares en situación real. Los datos se analizaron mediante el *software* Hoja de Cálculo.

En Física, se convocaron conceptos referidos a energía, radiación solar, reflexión y refracción. En lo referido a la relación con la comunidad, y por tratarse del primer trabajo, el mismo fue propuesto a ONG de la localidad para sus comedores escolares.

Cabe acotar que lo que llamamos variable pedagógico didáctica integración con la comunidad cobró mayor dimensión al analizar los resultados de este primero proyecto. En efecto, observamos que este tipo de propuestas debían ser respuestas a necesidades reales y no hipotéticas o evocadas. Así el sentido de la propuesta tomaba una dimensión completa. Esto fue aplicado al proyecto del año siguiente, la construcción de un molino para un poblador rural.

Molino Savonius I

Dada las potencialidades confirmadas en el proyecto de los hornos solares, para el año siguiente (2015) se abordó en la misma clase (Matemática de primer año de la TSMI, nuevos estudiantes) la construcción e instalación de un molino tipo Savonius para una pobladora rural. La Figura 2 (ver anexo) representa un esquema de este tipo de molinos.

Este molino, de 6 m de altura, fue construido por toda la clase de Matemática y, al igual que en los proyectos de los hornos solares, en un semestre (desde marzo a julio). Para ello, se crearon grupos donde cada uno tenía como responsabilidad la construcción de una parte del molino. Así, uno se responsabilizó de la estructura, otro del rotor (hecho con tambores de 200 litros), otro de las bases, otro de los tensores y otro del freno.

El molino se instaló en el puesto rural de una pobladora llamada Yolanda que habita en la zona semidesértica de la Patagonia. Hasta la instalación del molino, Yolanda extraía agua de un jagüel a mano con una bomba tipo sapo, así ella daba de beber a su majada de ovejas y regaba sus árboles y plantas. Con el molino, Yolanda pudo comenzar a extraer agua de manera sencilla para todas las necesidades en el puesto rural (Carranza, 2015).

Este proyecto permitió la integración de disciplinas como Matemática, Física, Estadística, Resistencia de Materiales y otras. A su vez, para la obtención de registros

estadísticos de vientos de la zona, se contó con la colaboración de instituciones tales como INVAP y el INTA. El municipio de la ciudad de Allen colaboró con el transporte hasta el puesto rural. El financiamiento se realizó en el marco de un proyecto de extensión de la UNRN. Aquí tanto la matemática como la estadística participaron en el antes del proyecto, a diferencia del trabajo de los hornos solares.

Más precisamente, algunos de los conceptos involucrados de Matemática se refieren a estudio de esfuerzos sobre la estructura por medio de diagrama de fuerzas (vectores) simulados dinámicamente en Geogebra. No solo ello, se trabajaron conceptos de geometría dinámica para la simulación del rotor del molino en Geogebra, estudiando áreas de contacto al viento. El estudio del rotor en movimiento convocó a su vez a nociones de trigonometría y funciones en general, entre otros.

En lo que respecta a Estadística, se analizaron registros de tres años de un anemómetro ubicado en la zona. Más de 30000 datos entonces fueron ofrecidos por el INTA zonal para el estudio de variables significativas al proyecto. Este estudio implicó el aprendizaje de nociones tales como promedio, mediana, desvío standard, rango, representación gráfica, etc. El análisis de los datos se realizó en el *software* denominado Hoja de Cálculo.

En lo que respecta a Física, citamos nociones de fuerza, segunda Ley de Newton, movimiento, rotación, energía cinética y otros.

Deshidratador solar de frutas automatizado

Los dos proyectos antes mencionados fueron realizados por quien suscribe en tanto que profesor en la Universidad Nacional de Río Negro, aunque los trabajos siempre fueron también analizados desde hipótesis de investigación. El año 2015 iniciamos un proyecto de investigación financiado por la UNRN donde profesores y alumnos de dos escuelas técnicas de la provincia de Río Negro debían diseñar, construir e instalar un deshidratador de frutas solar automatizado. La Figura 3 (ver anexo) muestra un esquema del artefacto a construir en este proyecto en curso.

El diseño del deshidratador solar automatizado consta de las siguientes partes:

- a) Batea de ósmosis: En esta batea se produce la primera deshidratación de la fruta trozada por medio de una solución azucarada.
- b) Colector solar: Se trata de un cajón con tapa transparente por el que circula aire. Su función es la de reducir la humedad relativa del aire que por él circula calentándolo por efecto de la radiación solar.
- c) Cámara de secado. Consiste en un recipiente que contiene bandejas donde es colocada la fruta pre-deshidratada en la batea por ósmosis. Esa fruta pierde humedad al transferirla al aire proveniente del panel solar.
- d) Automatización: La cámara de secado posee sensores que envían información a un procesador el cual controla el accionar de ventiladores y compuertas para mantener las condiciones de secado en rangos previamente establecidos.

A la fecha de redacción de este artículo, los alumnos tienen estudiando las condiciones de funcionamiento de la batea de ósmosis y del aire que transita por el Colector solar. Estas etapas han permitido el abordaje de nociones de materias tales como Química, Estadística, Matemática, Física, Diseño de Proyectos, etc. El deshidratador será instalado en una escuela primaria rural de la zona.

Por ejemplo, en lo que respecta a Matemática, se han abordado nociones de geometría dinámica en el plano y en el espacio. Funciones lineales, cuadráticas y cúbicas, así como resolución de ecuaciones de 2×2 tanto sea a nivel algebraico como gráfico, entre otras nociones.

En lo que respecta a Estadística, y en a partir de una base de datos suministrada por el INTA, se aprendieron nociones de medidas de posición central, de dispersión y de correlación entre dos variables. Todo trabajado en el *software* Hoja de Cálculo.

Se trataron también nociones de materias referidas a diseño de proyectos, producción agraria, deshidratación, ósmosis así como de electrónica y automatización, entre otras.

Molino Savonius II

Al igual que en el caso del proyecto denominado Molino Savonius I, en el marco de la cátedra semestral de Matemática de la TSMI y con financiamiento del área de

extensión, los estudiantes del primer año de la tecnicatura están (al momento de redacción de este documento) construyendo un nuevo molino Savonius.

Este grupo propuso un renovado diseño basado en el principio de turbina con un freno circunferencial al rotor. La Figura 4 (ver anexo) muestra un esquema del nuevo diseño. A la fecha, los estudiantes tienen concluido el 70 % del molino. Este conjunto será instalado en un puesto rural al norte de la Patagonia.

Las nociones de las disciplinas son similares a las citadas en el proyecto Molino Savonius I. Propondremos ahora algunos fenómenos observados en estos proyectos para finalmente bosquejar unas primeras reflexiones.

Algunos fenómenos observados. Interdisciplinariedad, multidisciplinariedad?

Respecto a esta aparente disyuntiva entre interdisciplinariedad y multidisciplinariedad, e incluso transdisciplinariedad, creemos oportuno aclarar nuestra posición. En nuestros proyectos la cuestión de la interdisciplinariedad no es un objetivo pedagógico en sí sino un método, un enfoque. La interdisciplinariedad no es un fin en sí mismo sino un medio para abordar las cuestiones que nos interesan trabajar con los estudiantes y/o alumnos. La llamada interdisciplinariedad es entonces para nosotros una manera de llevar a cabo proyectos relativamente complejos.

De una manera esquemática podríamos decir que nuestros objetivos se materializan en un proyecto (molino, deshidratador, horno, etc.) y para su abordaje es necesario pensar en un replanteamiento de la actual propuesta pedagógica vigente basada en lo que llamamos compartimentos disciplinares estancos y mudarse a una propuesta pedagógica que articule las diferentes disciplinas. Hay entonces aquí un juego de objetivos y métodos, de qué y cómo. En un nivel dado de fundamentación, el qué es el proyecto, el cómo es el enfoque interdisciplinario.

Pero ese cómo (abordaje interdisciplinario) requiere a su vez ser pensado, diseñado, consensuado, etc. Así, el enfoque interdisciplinario deviene un nuevo qué, es decir un nuevo objetivo, esta vez a nivel pedagógico.

Mantener en la mente el lugar que tiene el enfoque interdisciplinario en tanto que método nos resulta importante pues de esta manera él debe adaptarse al qué, es

decir al objetivo (el proyecto). Por ejemplo, hay etapas en los proyectos en las que no siempre convergen las disciplinas al mismo tiempo, y ello no debe sorprender al lector. Entendemos que no se debe forzar la situación para que ocurra una hipotética interdisciplinariedad de forma continua. Esto nos ocurre con regularidad, ilustraremos esta situación con el proyecto del deshidratador solar automatizado.

En una etapa del proyecto los estudiantes junto al profesor de Estadística, se dispusieron a analizar registros estadísticos provenientes de una estación meteorológica del INTA. Se trataba de hacer un análisis exploratorio de datos de más de 70000 registros de las variables temperatura, humedad relativa y radiación solar. Este estudio permitió tener información precisa sobre el estado del aire al momento del ingreso al colector solar. A este análisis estadístico le siguió otro donde se alternan estadística, física y matemática y que permitió predecir el estado del aire en las variables temperatura y humedad al ingreso de la cámara, en otras palabras, este segundo estudio estimaba el efecto de la radiación solar sobre el aire a su paso por el colector solar, tomando en cuenta las pérdidas de calor correspondientes.

Luego vino una etapa donde intervenían nociones de química, matemática y física: es la referida al estudio de la evolución de la humedad en la fruta ubicada en la cámara, etc. Como puede observarse no siempre participan todas las disciplinas al mismo tiempo en el proyecto, ni tampoco lo hacen todo el tiempo. Hay algunas que lo hacen con más frecuencia que otras y esto depende no solo del tipo de proyecto sino también de la etapa del mismo. Esto resulta muy evidente en proyectos de larga duración o complejos como lo son el molino y el deshidratador solar automatizado.

Resulta entonces forzado pretender que durante todo el proyecto se produzca la interdisciplinariedad. Hay momentos que son de interdisciplinariedad, otros de transdisciplinariedad, otros de multidisciplinariedad y otros de monodisciplinariedad. Todos y cada uno de esos enfoques nos resultan importantes pues en tanto que métodos participan según las necesidades del proyecto. Aclaremos entonces que cuando aquí usamos el término interdisciplinariedad es de una manera general, sin precisar si se trata de inter, trans, o multidisciplinariedad. La discusión de sus diferencias preferimos postergarla para otra comunicación. Aquí pretendemos retener que todas estas manifestaciones de participaciones de varias disciplinas son posibles y necesarias según

el caso y el momento y que no rechazamos a priori ninguna de ellas. Más aún, en el ítem siguiente, donde resumimos la lógica de funcionamiento de los proyectos, veremos que incluso la monodisciplinariedad es también importante.

La lógica de funcionamiento

La imagen de abajo resume de manera parcial cómo participa una disciplina en un proyecto. El nivel 1 es el plano del proyecto, en ese nivel se producen las decisiones necesarias a hacer avanzar el proyecto. Por ejemplo: ¿Qué material utilizar? ¿Cuál espesor? ¿Cuáles son las dimensiones de una pieza dada o componente?

Es aquí donde son convocadas las disciplinas y saberes pues ellos aportan los argumentos para las tomas de decisiones. La Figura 5 ejemplifica esta situación (ver anexo). El avance del proyecto (Flecha en Nivel 1) requiere tomar decisiones. Esas decisiones (círculos al interior de la flecha) tienen que ser fundadas. El fundamento de esas decisiones se busca en los saberes (disciplinares y no disciplinares), Nivel 2.

En el Nivel 2 entonces participan las disciplinas, ellas dan la racionalidad a las acciones que el proyecto demanda. En la Figura 2 (ver anexo) aparece ilustrativamente una modelización hecha en Geogebra 3D donde se representaron dinámicamente diferentes formas y sus dimensiones para la cámara de secado del deshidratador de fruta solar automatizado.

Desenvolverse en el Nivel 2 implica la disponibilidad de conceptos de las diferentes disciplinas. En el caso de Matemática y a modo ilustrativo, el modelo en Geogebra requirió convocar conceptos vinculados a funciones, álgebra, geometría, etc. (Nivel 3). Comprender estos conceptos, su utilización, requiere interiorizarse de la lógica interna de la disciplina de referencia (Nivel 4).

La Figura 1 (ver anexo) pone en evidencia varias cuestiones. Una de ellas es que en un proyecto interdisciplinario, indefectiblemente hay instancias de monodisciplinariedad (Niveles 3 y 4). En estos niveles se estudian los argumentos, procedimientos, algoritmos, etc. dentro de la lógica interna de la disciplina, en otras palabras es en estos niveles donde se profundizan los objetos disciplinares y sus métodos de validación. En síntesis, los primeros niveles son los de interdisciplinariedad

y los últimos de monodisciplinariedad. A su vez, el sentido y la motivación aparecen en los primeros niveles, la lógica argumentativa en los últimos. En esta sección hemos resumido entonces cómo las instancias de monodisciplinariedad están siempre presentes en los proyectos interdisciplinarios. Abordaremos ahora otro fenómeno observado en los proyectos interdisciplinarios.

Sobre la superposición de enfoques tradicional y por interdisciplinariedad

Como vimos anteriormente, en los proyectos que denominamos interdisciplinarios y según su complejidad, no siempre todas las disciplinas participan todo el tiempo. Podríamos graficar la situación diciendo que es posible que en los proyectos de este tipo las disciplinas se acoplen al mismo por un cierto tiempo para dar respuesta a una necesidad del proyecto y una vez culminada esa necesidad, la disciplina puede que se desacople del proyecto. Incluso puede ocurrir que esta situación se reproduzca más de una vez para una misma disciplina en el marco de un mismo proyecto.

También vimos anteriormente que incluso cuando una disciplina participa en un proyecto, es necesario un tiempo de monodisciplinariedad para estudiar los objetos dentro de la lógica de la disciplina. Parte del tiempo de no interdisciplinariedad dentro de un proyecto a lo largo del año es consagrado a profundizar (Niveles 3 y 4) los conceptos tratados en el marco del mismo. Otra parte del tiempo de no interdisciplinariedad puede que se consagre al estudio de conceptos de la disciplina sin ningún tipo de nexo directo con el proyecto.

El hecho que haya momentos de no interdisciplinariedad y de interdisciplinariedad puede que inquiete al lector por los posibles contratos didácticos (Brousseau, 1988) diferentes que se construyen para una misma clase. Sin embargo, esto no necesariamente es conflictivo en la realidad pues se observa en nuestros proyectos la construcción de un tipo de contrato didáctico más amplio que incluye las dos modalidades antes descriptas. Sin embargo, esta construcción de un contrato didáctico más amplio no se desarrolla siempre sin conflictos, hemos observado en algunos casos más nítidamente que en otros, intentos de regreso a contratos

tradicionales tanto sea de parte de profesores como de alumnos. Lo que denominamos como “zona de confort” es una forma de regreso a contratos didácticos tradicionales.

La zona de confort

Algunos piensan, y con ellos acordamos, que los buenos estudiantes no necesariamente son los más inteligentes sino muy probablemente los que mejor comprenden y aceptan el contrato didáctico propuesto por el profesor en particular y por la institución en general.

Puede ocurrir, y de hecho nos ha ocurrido en reiteradas oportunidades, que los estudiantes (y algunos profesores) tengan dificultades en adaptarse al nuevo contrato didáctico que un enfoque basado en proyectos demanda. Y esto por varias razones, por un lado porque puede que el contrato asociado a un proyecto sea difuso o menos lineal que uno asociado a un enfoque tradicional. Por otro lado, hay cuestiones de economía de esfuerzos o de inercia que dificultan la adaptación o la construcción de un nuevo contrato didáctico.

En este sentido hemos observado, tanto en alumnos como en profesores, un cierto rechazo a trabajar en proyectos por una cuestión de resistencia al cambio. Aquellos, tanto alumnos como profesores, que se sienten cómodos en el marco de un contrato didáctico tradicional intentan, en el marco de un proyecto, volver al enfoque tradicional y así regresar al contrato conocido y bien manejado por ellos. En otras palabras, mejor dicho, en sus propias palabras: “queremos volver a la zona de confort del enfoque tradicional, de cómo trabajábamos antes. Esto es muy raro y las reglas no son claras”. Este fenómeno se inscribe en uno más amplio que se relaciona con lo que llamamos ecosistema escolar.

Ecosistema escolar

Entendemos que toda organización o institución tiene un conjunto de códigos, hábitos, normas y restricciones que le son propias y que por cierto constituyen de alguna manera su identidad. Estos códigos, hábitos, normas y restricciones no necesariamente son todas explícitas ni tampoco estáticas, ellas pueden ser el fruto de acuerdos de acomodación en el tiempo entre sus actores en función de las potencialidades y

dificultades que les brinda el medio donde se expresa esa organización o institución en un tiempo dado.

Con el término ecosistema queremos remarcar la fuerte interrelación y la relativa estabilidad que tienen esos códigos, hábitos, normas y restricciones de la organización o institución. En efecto, tal como ocurre en un ecosistema y tomando el término como una metáfora podemos decir que un profesor o alumno vive en una institución si se integra a ese conjunto de códigos, hábitos, normas y restricciones. Incluso puede ocurrir que, como una instancia de un ecosistema dado, un alumno o profesor no se integre si esa variante está permitida en ese ecosistema.

Forman parte en general de ese ecosistema la organización escolar en su conjunto, donde los profesores trabajan en general en soledad entre sí y las disciplinas son compartimentos estancos. Incluimos en el ecosistema escolar lo que se supone, de manera explícita o implícita, es para esa organización el saber, el aprender, el fracasar o tener el éxito. Es evidente que el trabajo en el marco de un proyecto interdisciplinario implica fuertes cambios en el ecosistema escolar de cualquier institución habituada a trabajar de manera tradicional y esto no solo en lo organizacional sino también en lo que ese ecosistema considera como aprendizaje o incluso el concepto de buen profesor, y por supuesto de buen alumno.

En ese sentido nos parece útil la metáfora de ecosistema pues pone en evidencia no solamente la fuerte interrelación entre sus integrantes fruto de sus adaptaciones sino también la idea de lo evolutivo, del tiempo necesario de adaptación a los cambios. Entendemos así que una organización o institución escolar necesita tiempo para reacomodar su ecosistema a la propuesta pedagógica denominada proyectos interdisciplinarios. Y no solo ello, sino que además, por el principio mismo de ecosistema, la implementación de un proyecto interdisciplinario debe adaptarse a la singularidades del ecosistema de esa institución.

Es por ello que no creemos en recetas rígidas de implementación de este tipo de propuestas en las escuelas sino más bien en adaptaciones, recreaciones o creaciones propias que sean el fruto de las posibilidades de la institución en un momento dado de la misma y siempre considerando esas adaptaciones en el marco de una línea de tiempo...no siempre lineal, por cierto. De hecho, los regresos a las zonas de confort

(Miravalles, Sánchez i Valero, Sancho Gil, 2014) realizados por docentes y alumnos dan cuenta de la no linealidad del trabajo interdisciplinario. En efecto, es de esperar que la asimilación de este tipo de propuestas tenga sus avances y retrocesos que no hacen más que confirmar que el ecosistema está en un proceso de adaptación al cambio. Propondremos ahora un conjunto de primeras reflexiones en torno a los fenómenos observados aquí presentados.

Primeras reflexiones

La primera reflexión es que el tipo de propuestas aquí presentado resulta sumamente rico, tanto sea para profesores como para estudiantes. Hemos observado y experimentado una suerte de restitución del sentido del aprendizaje. Esta restitución del sentido entendemos se apoya en dos grandes ejes interrelacionados de este tipo de propuestas, uno es la integración con la comunidad y el otro es la integración del tiempo presente, ambas presentadas al inicio de esta comunicación.

Consideramos que la lógica del ecosistema escolar tradicional no siempre coincide con la lógica de la vida al exterior de mismo. La integración con la comunidad de manera real y no hipotética ni evocada cuestiona esa lógica del ecosistema escolar tradicional y reenvía a este último a replantearse si efectivamente los procedimientos y hábitos instalados en el ecosistema clásico van en la dirección de una educación acorde al siglo XXI.

En este sentido, los proyectos interdisciplinarios nos han permitido comprobar un conjunto importante de potencialidades. Una de ellas es el ejercicio de la investigación por parte tanto de profesores como de estudiantes. Un proyecto rara vez es de aplicación de conceptos de manera directa. En general resulta necesaria una investigación que parte de una necesidad del proyecto y puede en principio abordarse desde un conjunto de disciplinas y saberes.

Identificamos aquí otra dificultad y que la asociamos a la formación docente y al ecosistema escolar con la aclaración que entendemos por formación docente no solo la formal recibida sino también el conjunto de experiencias que constituyen el marco en el cual se referencia un profesor para sus clases. En este sentido, entendemos que los

docentes en general desarrollan sus clases en una dirección donde el punto de partida es un concepto pre-identificado de una disciplina, para luego buscar contextos de aplicación, en general evocados y por ende simplificados en los cuales ilustrar el concepto en cuestión.

En los proyectos el camino suele ser relativamente inverso al anterior: existe un contexto que hay que abordar racionalmente, luego es necesario buscar los conceptos que permiten modelizar esa realidad, luego adaptarlos y posteriormente estudiarlos. En algunos casos hemos observado que los docentes se sienten inseguros al recorrer los conceptos en la dirección necesaria a los proyectos.

Otra potencialidad es el uso de las TIC e Internet, un uso evidente e inmediato es el referido al ordenador y teléfonos inteligentes como herramientas que permiten buscar información en la web, el otro es el referido al uso del ordenador ya al interior del proceso de investigación mismo. Hemos comprobado un uso natural y muy potente de aplicaciones tales como Hoja de Cálculo, Geogebra, AutoCad, y otros asociados al almacenamiento de información en la nube. Nuevamente aquí, el sentido del uso es natural por la potencia de procesamiento de cálculos que estas herramientas poseen, entre otras virtudes claro está.

Hemos mencionado en este documento a profesores y alumnos y hemos propuesto el concepto de ecosistema escolar. Resulta de importancia comprender que el concepto de ecosistema no se agota en el aula, bien al contrario este integra a la institución misma y a los lazos con autoridades superiores de los respectivos ministerios de educación. En este sentido entendemos que las acciones implícitas y explícitas que realizan los directivos en particular, resultan fundamentales para el buen aprovechamiento de un proyecto interdisciplinario. No se trata aquí de permitir por parte de los directivos que tales proyectos se desarrollen sino que es necesaria una participación muy comprometida por parte de todos los actores (directivos incluidos) para que tales tipo de propuestas resulten positivas.

Nuevamente aquí la metáfora del ecosistema resulta apropiada, debemos considerar este tipo de propuestas como un ser que ingresa a un ecosistema que le es adverso, un ecosistema que fue concebido para otro tipo de prácticas educativas. Por ello, y si se desean integrar a este nuevo ser al sistema, será necesario, y hasta que el

ecosistema evolucione y le sea más favorable, que todos los actores le brinden un cuidado singular, caso contrario, las posibilidades de supervivencia por cuenta propia son casi nulas.

Por último, deseamos remarcar la importancia de la integración a la comunidad. El hecho de construir una solución real para un problema de miembros de la comunidad basada en los aprendizajes en curso constituye un marco de motivación que impregna todos los niveles (de 1 a 4) de trabajo y es una fuente de impulso muy importante para todos los actores de este tipo de proyectos, no solo estudiantes y profesores sino a los miembros de la comunidad e incluso padres y familiares de los estudiantes involucrados.

Referencias

- Beauvais, M. (2004). Des principes éthiques pour une philosophie del'accompagnement. *Savoirs*, 6(3), 99.
- Beauvais, M. (2007). Chercheur-Accompagnateur: une posture plurielle et singulière. *Bilan et Perspectives de la Recherche Qualitative*, 44-58.
- Beauvais, M. and A. Haudiquet (2010). Accompagner des acteurs éducatifs: des contextes en changement(s), des valeurs en question(s). Genève, Université de Geneve.
- Brousseau, G. (1988). Le Contrat Didactique. *Recherche en didactiques des mathématiques* 9(3), 309-336.
- Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble, La Pensée Sauvage.
- Carranza, P. (2014). Los proyectos Interdisciplinarios. *II Congreso nacional de enseñanza de la matemática: Acompañando las trayectorias escolares de estudiantes en nivel secundario y superior*. San Rafael. Mendoza, IES del Atuel.
- Carranza, P. (2015). Molino Savonius. Proyecto de extensión y marco didáctico en clases de matemática. *Extensionismo, innovación y transferencia tecnológica. Claves para el desarrollo* 2, 55-61.

- Carranza, P. (2016). Cálculo y construcción de un molino Savonius. Una propuesta didáctica integral. *Novedades Educativas* 306.
- Carranza, P., Sgreccia, N., Quijano, T., Goin, M. y Chrestia, M. (2015). Proyectos con la comunidad. Un camino hacia la integración de los conocimientos. *Novedades Educativas* 299.
- Carranza, P., Sgreccia, N., Quijano, T., Goin, M. y Chrestia, M. (2017). Ambientes de aprendizaje y proyectos escolares con la comunidad. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática* 10(1).
- Crombie, A. C. (1980). Styles of thinking and historiography of science. *Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias* (pp. 13-26). Madrid. España.
- Gauthier, D. (2011). L'interdisciplinarité et l'enseignement des sciences-technologie au secondaire. *Formation et profession* 18(2), 29-32
- Hacking, I. (2002). *L'émergence de la probabilité*. Francia: Seuil.
- Hubert, M. (2011). Ouvrages en débat. Repenser l'interdisciplinarité. *Natures Sciences Sociétés* 19, 300-319.
- Jollivet, M. (2008). Les formations interdisciplinaires: problèmes, expériences, perspectives. *Journées de l'Association Natures Sciences Sociétés Dialogues*. E. Sciences. Paris, ENS. 16.
- Lenior, Y., A. Hasni, Larose (2007). L'interdisciplinarité et la formation à l'enseignement: analyse de résultats de deux recherches. *Pensamiento Educativo* 41(2), 255-276.
- Lenior, Y. & L. Sauvé (1998). De l'interdisciplinarité scolaire à l'interdisciplinarité dans la formation à l'enseignement. Un état de la question. *Revue française de pédagogie* 124, 123-151.
- Miravalles, A.; Sánchez i Valero, J.A. & Sanchez Gil, J.M. (2014). Salir de la zona de confort. Dilemas y desafíos en el EEES. *Tendencias Pedagógicas* 23, 205-214
- Viollin, S. (2013). L'abcédaire du projet interdisciplinaire. *Technologie* 186, 56-59

ANEXO

Figura 1. Esquema de Horno solar.

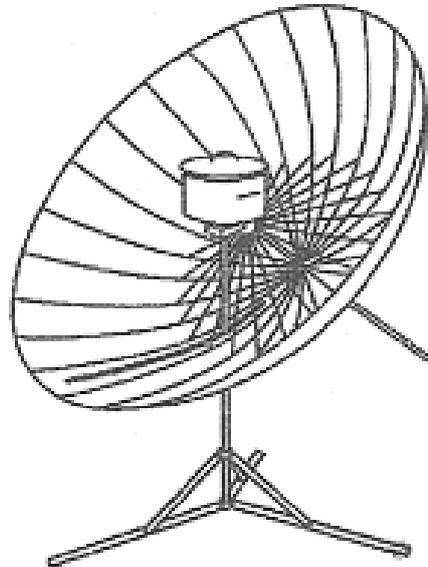


Figura 2. Esquema de Molino Savonius.

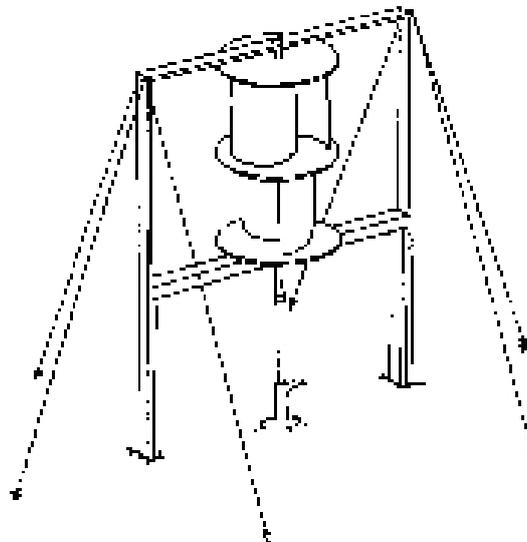


Figura 3. Deshidratador de fruta solar automatizado.

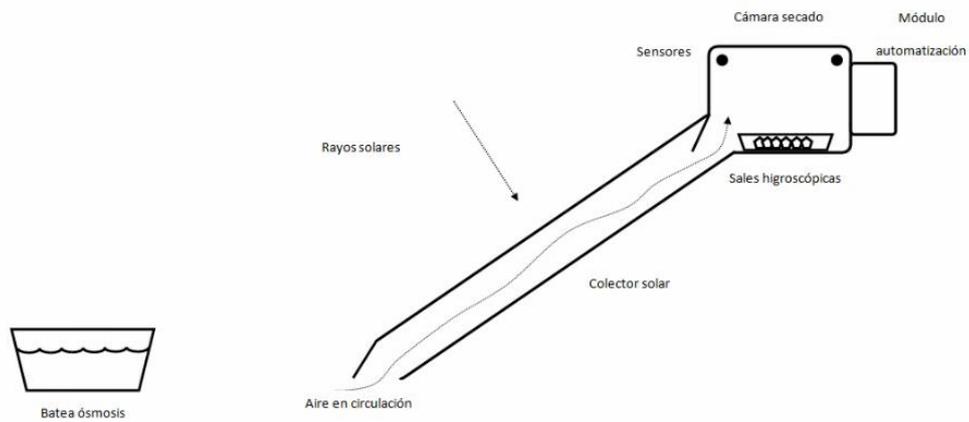


Figura 4. Nuevo diseño del rotor del molino Savonius II.

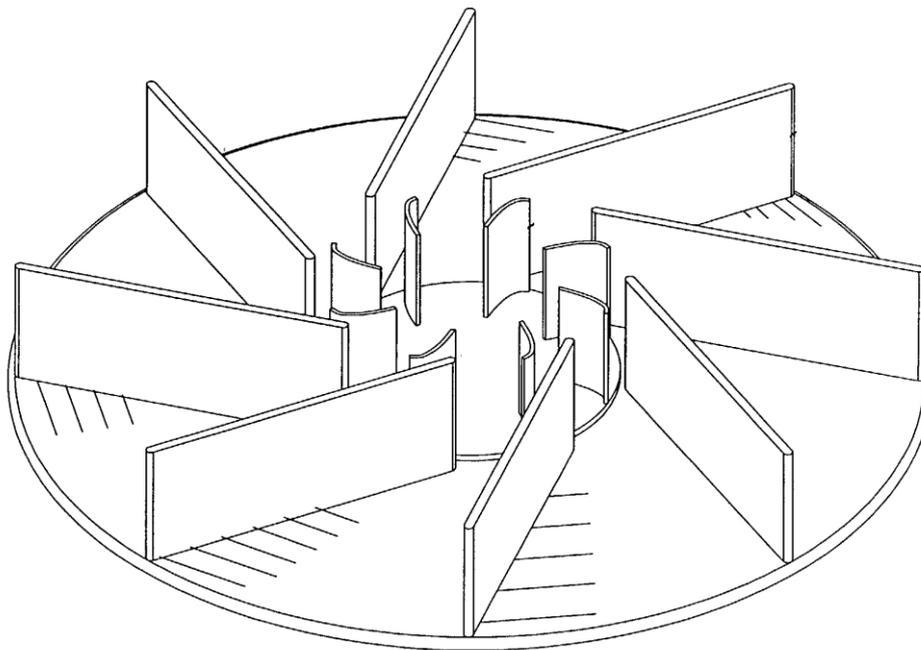


Figura 5. Esquema parcial de participación de una disciplina en un proyecto.

