

Educación
FLACSO ARGENTINA
Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales
propuesta@flacso.org.ar
ISSN 1995- 7785
ARGENTINA

Propuesta
Educativa
50

2018
Artículos

**Repensar la praxis educativa: integrando el hacer en primer año de
una carrera de ingeniería, por Guillermo Rodríguez,
Rafael Guerrero y Florencia Nardoni.**

Propuesta Educativa Número 50 – Año 27 – Nov. 2018 – Vol.2 – Págs. 79 a 91

Repensar la praxis educativa: integrando el hacer en primer año de una carrera de ingeniería

GUILLERMO RODRÍGUEZ*
 RAFAEL GUERRERO**
 FLORENCIA NARDONI***

Introducción

En el contexto educativo formal iberoamericano, diferentes países están priorizando la enseñanza por resolución de problemas en sus currículos educativos. Particularmente, universidades argentinas han diseñado e implementado diversas propuestas (Letelier et al., 2005) que contemplan la formación basada en problemas en la enseñanza de la Ciencias, tendientes a facilitar el ingreso y la permanencia de los estudiantes en las carreras de ingeniería.

La resolución de problemas es un área de especial interés en la educación ya que en ella se efectiviza la metáfora del aprender a aprender (Novak y Gowin, 1988), posibilitando así un aprendizaje de los contenidos conceptuales íntimamente relacionado con el desarrollo de habilidades. En virtud de ello, quien resuelve aprende

a actuar ante situaciones sujetas a incertidumbre, a elegir estrategias, a planificar eficazmente, a evaluar procesos y resultados, potenciando de este modo la creatividad y la predisposición a enfrentar nuevos problemas no definidos ni previstos, aspectos esenciales en la formación del ingeniero.

A los fines de recuperar los fundamentos teóricos que se encuentran enlazados con la perspectiva de la enseñanza por resolución de problemas, se abordarán conceptualizaciones curriculares que abonan a la comprensión del posicionamiento epistemológico que la sustenta.

En particular, esta metodología puede ser fortalecida desde la conceptualización teórica del "Currículum Emancipador" definido por Shirley Grundy (1991) en su libro *Producto o praxis del currículum*. En el mismo, se am-

Artículos



*Ing. Mecánico y Dr. en Ingeniería, Universidad Nacional de Rosario, Argentina. Post. Dr. en Université Paris 8, Francia. Prof. Titular, dedicación exclusiva, Universidad Nacional de Rosario, Argentina. Investigador Asociado IRICE/CONICET-UNR, Argentina. E-mail: guille@fceia.unr.edu.ar

**Prof. en Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de Rosario, Argentina. Prof. Titular, dedicación exclusiva, Universidad Nacional de Rosario, Argentina. Coord. Área Formación Pedagógica General. E-mail: guerrero@fceia.unr.edu.ar

***Prof. en Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de Rosario, Argentina. Jefe de Trabajos Prácticos, dedicación semiexclusiva, Universidad Nacional de Rosario, Argentina. E-mail: fnardoni@fceia.unr.edu.ar

plía el concepto de currículum a todo aquello que interviene en la formación de los estudiantes, de manera directa o indirecta, estén explícitas o implícitas: infraestructura, equipamiento, normas, costumbres, fundamentos filosóficos, filosofía de la educación, planes, programas, prácticas docentes, procesos y productos curriculares, etc.

En tal sentido, el texto antes mencionado puede interpretarse como la construcción de una Teoría Curricular General. La misma consta de una clasificación de las concepciones educativas en tres grandes grupos: Currículum Técnico, Currículum Práctico y Currículum Emancipador.

En el Currículum Técnico ubicamos la perspectiva que sustenta el sistema educativo vigente, encontrando una línea conductora desde sus orígenes hasta ciertos desarrollos actuales que profundizan una visión técnica de la educación. También denominada "educación clásica", su surgimiento se remonta al siglo XVII, cuando su fundador, J. A. Comenio publica *La Didáctica Magna* en 1630, estableciendo los principios que regirían la escuela moderna.

Encontramos continuidad con la corriente tecnicista en educación, la cual S. Grundy ubica como exponente de este modelo curricular. La publicación, en 1949, de *Pedagogía por objetivos* de Tyler es el principal antecedente de esta conceptualización.

Por último, incluimos además, la "Pedagogía por competencias",

teoría que intenta erigirse como estrategia de resolución de la crisis que atraviesa el sistema educativo en su conjunto. Resulta en realidad, una evolución del planteo de Tyler, en su versión posmoderna y neoliberal, desconociendo que el mismo fue ensayado y abandonado promediando el siglo XX, debido a que, contrariamente a lo esperado, no resolvía la ineficiencia observada en el Sistema Educativo de EE. UU., sino que la agravaba.

En el Currículum Práctico, Grundy referencia a la producción de Stenhouse (1975) y a su modelo educativo basado en la Investigación-Acción y en el lugar del docente como investigador. Este movimiento educativo puede ubicarse también como "educación alternativa" y allí es posible incluir corrientes como la Escuela Nueva. Este último, es un movimiento que se inicia a principio del siglo XX, y que, en oposición a la pedagogía tradicional, privilegia el interés individual de los sujetos en la enseñanza y aprendizaje, en lugar de centrarse en los contenidos, objetivos o competencias. En su desarrollo, fueron principalmente experiencias aisladas que no alcanzaron a transformar la visión predominante en el sistema educativo. La existencia actual de instituciones educativas con estas características curriculares es exigua desde el punto de vista cuantitativo y casi siempre del ámbito privado, con elevados aranceles.

En el Currículum Emancipador, Grundy propone a la Educación Popular, fundada por Paulo Freire

a mediados de siglo XX. La misma puede ser pensada como una revolución pedagógica, al ser la primera concepción educativa que resuelve la contradicción -irresoluble hasta ese momento- entre el objeto de conocimiento y el sujeto cognoscente. Es decir, entre la oposición del Currículum Técnico -que considera únicamente el objeto de conocimiento, expresado en términos de contenidos u objetivos o competencias, o una combinación de ellos- y el Currículum Práctico -que considera únicamente el interés individual de cada estudiante-, el Currículum Emancipador ofrece una alternativa viable en la resolución de tal dicotomía, pues equilibra el lugar asignado a los objetos cognoscentes (o contenidos, saberes, conocimientos) y a los sujetos involucrados en el proceso educativo: educadores y educandos.

Además de coincidir con Grundy respecto a Paulo Freire, en esta clasificación incluimos además, a la Educación de Gestión Social que está reconocida en la legislación educativa nacional y recientemente en Rosario, Santa Fe, la primera escuela con reconocimiento pleno. Se trata de un bachillerato para adultos, ubicado en el extremo noroeste de la ciudad donde antes no había ninguna escuela de ese tipo, de acceso público y gratuito.

Uno de los aspectos fundamentales que diferencian los tres tipos de Currículum reside en la concepción de Teoría, Práctica y Praxis. En el Currículum Técnico que sostiene el Sistema Educativo en vigencia se basa en una relación

Teoría-Práctica, bajo un orden jerárquico, en donde la primera define a la segunda. En el Currículum Práctico, se pone en juego, una metodología consistente en el desarrollo de la investigación de la realidad estableciendo un vínculo colaborativo entre docentes y alumnos. Es decir, invierte el orden del Currículum Técnico, respecto de la jerarquía Teoría-Práctica. Por su parte, el Currículum Emancipador rompe con la dualidad Teoría-Práctica, al establecer que ninguna de ellas tiene existencia independiente de la otra, constituyendo ambas, dos tendencias contrarias de una unidad dialéctica que denomina Praxis. En esta perspectiva, la hegemonía reside en la realidad que es comprendida como Práctica. Pero la práctica ya no es, una ejercitación para la verificación teórica, como lo hace el Currículum Técnico, sino el punto de partida de la Educación. De esta manera, el proceso educativo se desarrolla mediante la relación conflictiva entre el recorte de la realidad estudiada con la Teoría seleccionada, para la resolución de problemas reales o realidad simulada, el estudio de casos y el diseño, aplicación, evaluación y rediseño de proyectos. Es decir, procesos cognoscentes que organiza un colectivo, en la consecución de determinados productos del conocimiento, destinados a transformar la realidad y desarrollados con fines pedagógicos.

En este trabajo vamos a centrarnos en reflexionar la metodología del "Currículum Emancipador" como fundamento de la "Enseñanza basada en pro-

yectos" en un estudio de caso contextualizado de la actividad curricular Introducción a la Ingeniería Mecánica, que se propone en una modalidad pedagógica de Taller físico-virtual (San Martín y Rodríguez, 2009). Consiste en un proyecto que concretiza la construcción de un dispositivo mecánico sencillo integrado en su hacer, contenidos de las asignaturas que se dictan en el primer cuatrimestre de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario.

De esta manera, presentaremos un análisis realizado en conjunto con la cátedra de Pedagogía de las carreras de Profesorado en Matemática y Profesorado en Física que se cursan en la misma Facultad, sobre las entrevistas realizadas a los estudiantes que participaron de la experiencia en el primer cuatrimestre de 2016.

Luego de esta breve introducción, describimos el marco teórico utilizado y la experiencia en detalle. Luego, en la sección tres, presentamos los materiales y métodos de análisis propuestos. En la cuarta parte, presentamos los resultados, para terminar con las conclusiones derivadas del estudio y los pasos a seguir en trabajos ulteriores.

La praxis como fundamento

La Praxis como fundamento metodológico del Currículum Eman-

cipador implica una concepción revolucionaria en relación con varias cuestiones, de las cuales vamos a referirnos a dos de sus manifestaciones: la transformación de la contradicción Teoría-Práctica y el desarrollo histórico del Currículum.

Con respecto a la transformación Teoría-Práctica que sostiene el Currículum Técnico del Sistema Educativo en Praxis decimos que esta última está determinada por sus dos componentes, la Acción y Reflexión. Si se quiere, es posible establecer una relación de correspondencia para apreciar la dimensión revolucionaria de esta última con respecto a la primera (Guerrero, 2015).

Si a la enseñanza-aprendizaje del Currículum Técnico le corresponde una epistemología fundada en la relación jerárquica Teoría-Práctica, al Currículum Emancipador le corresponde otra donde se invierten y reformulan ambos términos. Constituyendo una síntesis denominada Praxis, entendida como una unidad dialéctica, una contradicción Práctica-Teoría. Reformulando el primer término (la Práctica) como la realidad y no ya, la mera verificación de la Teoría. Perdiendo esta última, entonces, su carácter de autoridad que regula la realidad para transformarse en un producto de la Reflexión sobre la Práctica que se nos presenta como una Caja de Herramientas construida por la humanidad que disponemos para indagar la realidad, cuyo recorte pretendemos transformar. Pero es un conocimiento que deviene de un Hacer que siem-

pre responde a una determinada Acción sobre la realidad donde se construyen, aplican desarrollan y evalúan determinados procedimientos de intervención que identificamos como experiencias y concebimos como Saberes. Esta visión que incorpora el concepto del Hacer como cuestión central no sería opuesta a la concepción más clásica de Praxis, sino complementaria, y se la conoce como Epistemología del Hacer (Ingrasia, 2016).

La inversión de los términos antes mencionados por el Currículum Emancipador implica el cambio de hegemonía de la Teoría sobre la Práctica juntamente con la reformulación de ambas, desde la Lógica Materialista Dialéctica. Esto nos posibilita fundamentar que se trata de una transformación revolucionaria, dado que invierte ambos términos opuestos o antitéticos y de dicha síntesis nueva deviene la transformación de la cualidad principal del Currículum Técnico, Teoría-Práctica en la del Currículum Emancipador, Acción-Reflexión.

La Praxis implica una síntesis entre los términos antitéticos de la contradicción Teoría-Práctica considerada la cualidad fundamental del Currículum Técnico. Y teniendo en cuenta su opuesto, contestatario, el Currículum Práctico que se fundamenta en una enseñanza-aprendizaje sin más currículum que la Práctica concebida como la libre investigación, por ser prácticamente un no currículum no habría podido consolidarse como transformación, porque carece de un aspecto que

es determinante en la institución de la educación, la transferencia de la cultura socialmente validada que, aunque habrá que ver quién la valida, es inevitable considerar dicha validación social.

Sin embargo, coincidimos con Grundy cuando dice que, el Currículum Práctico, donde incluimos experiencias muy valiosas como la de la corriente Escuela Nueva, es una razón necesaria pero no suficiente y plantea el Currículum Emancipador. Puede entenderse, ese proceso histórico del desarrollo de la Teoría Curricular, desde la Lógica Dialéctica, mediante la ley de la negación de la negación aplicada al análisis del desarrollo de la propia Teoría Curricular de Grundy. Esto es, partiendo de la contradicción Teoría-Práctica que es irresoluble por el Currículum Técnico, surge su primera negación materializado en el Currículum Práctico y vuelve a negarse por segunda vez, pero ahora como una síntesis de ambos currículums que determina el Currículum Emancipador.

Para fundamentar esto último tomamos del texto de Grundy ya citado, la Teoría Curricular que nos plantea y destacamos, desde la *Lógica Materialista Dialéctica*, un proceso histórico que comienza en Tyler (1949), tiene una primera oposición en Sthenhouse (1975), que la entendemos como una primera negación, y posteriormente, una segunda negación establecida por Grundy (1991). Lo cual responde a la denominada ley dialéctica materialista conocida como "Negación de la negación". Resultando, la segunda

negación, una síntesis de las dos primeras, los currículums Técnico y Práctico, de cuya recombinación y reformulación de algunos de sus componentes y la creación de otros nuevos, determinan otro, que Grundy denomina Currículum Emancipador. Este último, en tanto síntesis de una contradicción dialéctica, contiene aspectos de ambos predecesores pero, al ser distinto, posee nuevas cualidades que superan a los dos (currículums Técnico y Práctico).

En la Lógica Materialista Dialéctica, que es la que corresponde al Currículum Emancipador, la superioridad, está estrechamente ligada al incremento de la complejidad del nuevo objeto que se obtiene merced a una síntesis. Podría decirse, si se nos permite la analogía, es como un indicador de superioridad.

Dichas concepciones curriculares antitéticas, Técnico y Práctico, al ser planteadas en su devenir constituyen un proceso histórico que reconstruye y completa Grundy. En tal sentido, este desarrollo de la Teoría Curricular comienza a manifestarse claramente a mediados del siglo pasado con Tyler, sus antecedentes pueden verificarse desde Comenio con su *Didáctica Magna* y la alusión a los objetos para comprender la Educación que es una actividad entre sujetos y la insistencia de Rousseau en su libro *Emilio o De la educación* para subrayar la existencia de los sujetos en el proceso educativo. El retraso en el abordaje de la contradicción sujeto-objeto tiene que ver con otro problema irresuelto entre la Pedagogía

entendida como Filosofía de la Educación y la Didáctica que no logra superar la concepción del arte respecto de la enseñanza. Es decir, por carecer, la Educación, de una concepción científica que sintetice de manera coherente una filosofía (de la Educación) con un procedimiento (educativo) de intervención. Sufrir, entonces, de una desarticulación entre fines y medios.

Durante varios siglos se dispuso de arte (Didáctica) y filosofía de la educación (Pedagogía) pero no de ciencia, es decir, sin una racionalidad específica que aborde la enseñanza y el aprendizaje desde su complejidad concreta. La irrupción del Currículum Técnico en la escena pedagógica ocurrida a mediados del siglo XX vino a llenar un vacío que estaba ávido de saber cómo se enseña y aprende de otra manera, ante una Pedagogía y Didáctica que comenzaban a mostrar signos de agotamiento después de siglos de desarrollo. En tal sentido, la Teoría Curricular de Tyler, causó un alto impacto que se traduce en la elevada demanda social de su libro.

La construcción de dicha racionalidad educativa constituye una tecnología educativa procedente de una concepción errónea sobre el aprendizaje y sistematiza la condición de objeto (Pedagogía por objetivos) del proceso educativo cuando en realidad se trata de una actividad desarrollada entre sujetos. En tal sentido, el Currículum Técnico de Tyler conserva las concepciones fundacionales de Comenio, además

de los objetos, la preocupación metodológica, pero como si el método estuviera desvinculado de toda epistemología. Cosa que no es así porque, inevitablemente, la metodología posee siempre, explícita o implícitamente, una concepción de sujeto, poder y educación. Es decir, se corresponde con una Política Educativa que a su vez remite a una Política Económica, una forma de concebir el mundo y reproducirlo.

El otro autor, Stenhouse, referente del Currículum Práctico, también seleccionado por Grundy, conserva cierta analogía con las concepciones de Rousseau sobre el aspecto subjetivo de la Educación, y si bien fundamenta desde las Ciencias Sociales su crítica al Currículum Técnico no por eso resuelve la contradicción, aunque sus aportes son necesarios para resolverla.

La contradicción conformada por los dos términos opuestos: Currículum Técnico y Currículum Práctico, casi entrada la última década del mismo siglo XX se resuelve mediante la construcción del Currículum Emancipador producido por Grundy que, por un lado, supera a ambos términos de la contradicción pero también, de alguna manera, contiene a los dos (Guerrero, 2015).

Particularmente, la actividad curricular "Introducción a la Ingeniería Mecánica" optó por proponer una modalidad enmarcada metodológicamente en el Currículum Emancipador, en la cual se promueve la resolución práctica de situaciones reales con

valor pedagógico para la formación ingenieril. Esta modalidad es altamente formativa por cuanto apunta a la resolución práctica de problemas, promoviendo la apropiación de formas participativas y socializadas de asumir las prácticas. Esto se debe a que las situaciones prácticas buscan no reducirse a un simple hacer, sino que se constituyen como un hacer creativo y reflexivo en el que se ponen en juego tanto los marcos conceptuales disponibles como la búsqueda de otros nuevos que resulten necesarios para orientar, resolver o interpretar los desafíos de la producción y de la práctica (Monjolat y Rodríguez, 2018).

De esta manera, el proceso educativo pretende alcanzar determinados productos de aprendizaje, los cuales desde el Currículum Emancipador decimos se concretan en un territorio curricular determinado donde el rol docente tiene la misión de coordinar la creación de las condiciones materiales u objetivas y las humanas o intersubjetivas para que, cada uno de los sujetos participantes, se apropie subjetivamente de los objetos de conocimiento que aborda el grupo. Asimismo que, cada uno, aporte su contribución (subjetiva) para favorecer el acceso de los demás (inter subjetivamente) al conocimiento que se construye colectivamente, cuyo diseño, coordinación y evaluación constituyen la esencia de la función docente reconocida por el Sistema Educativo, pero que se rige por el principio de la Educación Popular establecida por Paulo Freire: nadie enseña a nadie y

todos aprendemos de todos.

Por estas razones el momento reflexivo de la práctica se activa ante problemas singulares que se corresponde "con una situación o campo de intervención determinado con el cual establece una relación activa de transformación" (Ingrassia, 2016: 6), constituyendo un problema de pensamiento, un punto en el cual la práctica necesita repensarse, es decir, transformarse a sí misma, para poder seguir sosteniendo una relación activa con lo real, para resolver ese problema singular. Porque los saberes disponibles no logran dar una respuesta eficaz a las dificultades que atraviesa la práctica donde el pensamiento recurre a elementos de los saberes previos, pero resingularizados, recombinados de formas nuevas, en este proceso de invención y en ese caso decimos que la experiencia de los saberes previos se transformó en herramientas del pensamiento, denominando a esta actividad "construcción de una caja de herramientas" (Ingrassia, 2016: 6).

La experiencia realizada

En este apartado se presenta una descripción de la experiencia realizada, incorporando los fundamentos teóricos que avalan la decisión de optar por la metodología taller como estrategia de enseñanza.

La conceptualización del Taller como metodología requiere

pensarlo de manera estratégica y no como una mera técnica, en el sentido que lo plantea Agustín Cano:

*"Para comenzar a abordar el taller en tanto metodología, es importante ubicar el tema en el marco de una reflexión mayor sobre la concepción metodológica en la educación popular, la importancia del pensamiento estratégico y la organización de las acciones, métodos, y técnicas que utilizamos, en función de determinados objetivos y finalidad. La estrategia está supe-
ditada a los objetivos: los objetivos son el lugar al que se quiere llegar, la estrategia es el camino para llegar. En el caso de la educación popular, la relación entre los objetivos y la estrategia está pautada por el principio ético-metodológico de la coherencia entre fines y medios, entre objetivos y métodos. Es decir que tan importante como aquello que se quiera lograr, es lo que se hace para lograrlo. El fin no justifica los medios, sino que los medios prefiguran y anticipan el fin. Las acciones que configuren el camino deberán ser coherentes con el horizonte a alcanzar"* (2012: 26-28).

En tal sentido, los objetivos que orientan la práctica y la situación concreta en la que se interviene, son determinantes para establecer la metodología que implica una determinada secuencia de técnicas seleccionadas en relación con la situación concreta antes mencionada.

El autor plantea que el Taller es un dispositivo en el sentido que lo plantea Foucault, pero destinado al trabajo grupal y la comunica-

ción dialógica. Cuya producción es colectiva, a partir del diálogo de experiencias y saberes basado en el protagonismo de los participantes que buscan aprender y transformar una situación a través de la integración de la práctica y la teoría. Se desarrolla en un espacio con una limitación temporal orientado por ciertos objetivos en un proceso que tiene apertura, desarrollo y cierre, en un "aprender haciendo" y "un hacer aprendiendo".

De tal forma que, el Taller, parte de lo que conocen y saben los participantes para lo cual se estimula el descubrimiento grupal a través del análisis y la problematización de la realidad estudiada donde las contradicciones movilizan el proceso dialéctico que genera el aprendizaje. Entre los componentes de la planificación ya conocidos se identifica: objetivos, participantes, contenidos, recursos, el tiempo y los responsables junto a sus roles.

En este sentido, la práctica participante en las diversas actividades propuestas es constitutiva al propio contenido de la formación que se fundamenta, adoptando una dinámica constructivista dialéctica (Braccialarghe et al., 2015). En este marco, los desarrollos teóricos y prácticos se trabajan interrelacionando contenidos, promoviendo el aprendizaje colaborativo y la producción cooperativa. De esta forma, la reflexión y discusión de los distintos temas se construyen a partir de exploraciones o producciones analíticas realizadas en pequeños grupos. El proyecto realizado en conjunto

buscó tener un carácter integrador de las diversas temáticas y ser propositivo en cuanto a las habilidades y actitudes necesarias en la labor del ingeniero.

Esta metodología fue seleccionada, por los fundamentos antes expuestos, para la propuesta de enseñanza basada en la resolución de problemas que aquí analizamos: el diseño y la construcción de la cocina solar con la finalidad de la cocción específica de un huevo, desarrollado durante el primer cuatrimestre de 2016.

Cabe mencionar que se optó por este ejemplo entre varios propuestos por tres razones. Los conceptos físicos necesarios para la comprensión de los fenómenos involucrados son desarrollados en la actividad curricular "Introducción a la Física" (óptica geométrica, donde se incluyen conceptos básicos sobre radiación solar y reflexión de la luz). Así también, las herramientas matemáticas necesarias son presentadas en las actividades curriculares Cálculo I, y Álgebra y Geometría Analítica (secciones cónicas, superficies). En segundo lugar, este problema está vinculado a dos temas prioritarios como son las energías renovables y el diseño sustentable. De esta forma, los estudiantes desde el primer año de su carrera de grado pueden comprender que la premisa actual debe ser que la calidad ambiental es compatible con el desarrollo industrial (Giuliano, 2016). Por último y no menos importante, se contempló la facilidad en la construcción: bajo costo y simpleza en la obtención

de los materiales necesarios.

Los participantes del taller fueron los docentes de las asignaturas antes detalladas y los estudiantes comunes a las mismas, que se organizaron en pequeños grupos de hasta cinco integrantes cada uno. Se trabajó con los 84 alumnos de la comisión de la mañana, de los cuales 69 terminaron la cursada divididos en 14 grupos.

La experiencia comprendió diversos encuentros presenciales, que tuvieron lugar dentro de las aulas de clase, como así también en el Taller de la Escuela de Ingeniería Mecánica, en los cuales se desarrollaron las siguientes actividades:

- Presentación del trabajo integrador: se dividió en dos encuentros. En el primero se buscó relacionar conceptos de sustentabilidad con la ingeniería y en particular con el diseño en la ingeniería mecánica. En el segundo se presentó la consigna correspondiente al trabajo práctico, planteando la problemática de cocinar un huevo con energía solar.
- Búsqueda bibliográfica y temática del problema: se orientó a los estudiantes para que realicen diversas búsquedas de ejemplos ya resueltos, analizando críticamente la información seleccionada. También se vincularon temáticas específicas de las asignaturas horizontales ya citadas al problema analizado y cómo las mismas colaboraban en la concreción de una resolución

argumentada.

- Instancia de planteo de soluciones y diseño: se buscó motivar y potenciar la creatividad para la construcción compartida de las cocinas solares. Se organizó una puesta en común entre los estudiantes del grupo y los docentes sobre las actividades realizadas en torno a la comprensión de los conceptos y de cómo ellos influyen en el diseño. Se relevó el estado de avance de las puestas de implementación. Asimismo, a partir de la puesta en común de los avances y obstáculos encontrados se generó un espacio común de intercambio y construcción de saberes compartidos entre los grupos.
- Construcción de la solución y correcciones: en estos encuentros se continuó generando un espacio para la puesta en común de avances tanto en la comprensión del sistema termo-mecánico como en los desafíos constructivos. Nuevamente, los estudiantes comentaron su desarrollo y contaron con los aportes de los demás participantes. Se identificaron problemáticas a resolver de cara a finalizar el trabajo y redactar el informe final.
- Presentación de trabajos y jornada abierta: el encuentro final se planteó como un espacio donde poder compartir los saberes construidos, como así también ver las diversas cocinas operativas en la cocción de un huevo frito. Cada grupo mostró su desa-

rollo en el patio de la Facultad y comentó brevemente su experiencia, tomando como referencia el informe realizado. Los otros participantes realizaron preguntas y aportaron a las creaciones de los demás. Se invitó a la comunidad educativa en su conjunto a acercarse para observar y a dialogar.

fueron estudiantes de los Profesores de Física y Matemática cursantes de la asignatura Pedagogía.

El hecho de que los estudiantes sean entrevistados por sus pares de otras carreras permitió que el diálogo se diera de una forma fluida y coloquial, otorgando un clima agradable a la conversación.

Sobre el proceso de indagación, un grupo comenta *"la idea la sacamos de internet, de usar materiales viejos, son lentes como los de los proyectores viejos por ejemplo, son durables, no se rompen"*.

Entre algunas de las dificultades que se les presentaron en el proceso de construcción un grupo menciona:

La evaluación del trabajo de los estudiantes se realizó teniendo en cuenta dos elementos: la asistencia a los encuentros presenciales del grupo (todos sus integrantes) y la presentación del Informe final en el entorno virtual, y su defensa oral en la jornada abierta. Este, debía contener: definición del problema, criterios y condiciones límite, recolección de información necesaria, generación de posibles soluciones, análisis y descarte de soluciones no viables, selección de la mejor solución, especificaciones de la solución elegida, conclusión y bibliografía. Los informes fueron discutidos en borrador con los docentes antes de su entrega final lográndose una buena calidad y orden en los mismos.

La entrevista fue de carácter semiestructurado, y se orientó por tres grandes ejes: el proceso de construcción de la cocina solar, la integración de conocimiento de diferentes asignaturas y la experiencia del trabajo grupal.

1. Proceso de construcción:

En lo que respecta al proceso de construcción, los estudiantes hacen referencia a las decisiones que tuvieron que ir tomando y a los pasos que fueron dando en su construcción. Se destaca en sus relatos el carácter investigativo de tal proceso, que los impulsó a buscar información, evaluar diversas opciones, considerar ventajas y desventajas de estas, tomar decisiones y ponerlas en práctica. Respecto a ese proceso se refieren a los cálculos realizados y a los materiales empleados, que, según la decisión de cada grupo, se observan diferencias entre la durabilidad, costos y reutilización de estos.

Los estudiantes relatan que tuvieron que *"encontrar el problema, buscar soluciones, elegir la mejor, descartar. Esos pasos fueron el objetivo de la materia, enseñarnos a resolver un problema general"*.

"en el diseño nos surgió el problema de cómo hacer que la parábola pueda rotar para que cocinara con un mejor rendimiento a distintas horas del día. Entonces lo que hicimos fue calcular una parábola que tuviera el foco en la superficie en que termina. De esa forma, cuando rota, el foco está siempre en el mismo lugar".

Los diferentes grupos han observado en su trabajo posibilidades de mejoramiento, o de aplicación a diferentes realidades de sus producciones. Un estudiante afirma sobre su propio trabajo *"...más grande la podés hacer. Tenés que calcular la distancia focal. Al ser más grande el área va a recibir más calor"*. Otro señala que, por haber sido confeccionado con materiales económicos, reutilizados (como cartón), *"no tiene una vida útil demasiado larga. No se podría comercializar así, porque es como descartable"* y refiere a su vez a la posibilidad de socializar el proceso de construcción para que otras personas puedan realizarlo. Otro grupo señala *"podríamos mejorarlo para que no levante tanto calor"*.

En los registros señalados precedentemente se expresan cua-

Análisis de la experiencia

En esta sección del trabajo se presenta un análisis de las entrevistas realizadas en torno a la actividad-taller desarrollada durante el primer cuatrimestre de 2016. Las mismas fueron realizadas en el momento de exposición final de los trabajos y los entrevistadores

lidades propias del Currículum Emancipador, tales como el desarrollo de la autonomía, trabajo grupal, toma de decisiones y selección, aplicación y evaluación de teorías, en función de la transformación del recorte de la realidad a transformar.

2. Integración de conocimientos

En cuanto a la integración de conocimientos de diferentes asignaturas, los estudiantes identifican que en este proyecto han podido integrar saberes adquiridos en materias como Álgebra, Física, Cálculo y Representación Gráfica. Refieren a los conceptos de función, parábola, nociones de óptica y de geometría. Al respecto comentaban *"es mucho más llevadero, estás aplicando conocimiento, pero lo estás aplicando para algo práctico"*.

Algunos estudiantes mencionan que hubieran requerido de otros conocimientos que aún no habían adquirido, u otras habilidades que no poseían. Un estudiante relata *"una vez que están hechos los cálculos hay que darse maña con la soldadura"* poniendo de manifiesto que era algo que no formaba parte de sus habilidades adquiridas.

En los registros señalados precedentemente se expresan cualidades propias del Currículum Emancipador, tales como: significatividad del proceso de enseñanza y aprendizaje que estimula el interés e implica la construcción de un dispositivo tecnológico concreto que favorece el aprendizaje de las abstracciones

requeridas por el plan de estudios. Vinculando el interés como expresión de la subjetividad y la construcción tecnológica como manifestación de la objetividad. Partiendo de la Práctica, entendida como recorte de la realidad que es analizada y rediseñada mediante la Teoría, concebida como una "caja de herramientas" y no como un fin en sí misma, para transformarse en una nueva Práctica, en un movimiento continuo, interrumpido por los momentos de corte y continuidad que establece el plan de estudios correspondiente.

Para ello, parte de la realidad (concreto), reflexiona prefigurando la transformación de la realidad (abstracto), interviene en la realidad aplicando y evaluando el diseño reflexionado (concreto) y así sucesivamente. En un proceso que suele denominarse "espiral dialéctica", metáfora que explica el desarrollo del conocimiento como una complejidad creciente, que sigue el movimiento tesis (concreto), anti-tesis (abstracto), síntesis (concreto), donde cada último concreto, es más complejo y por lo tanto superior a los anteriores. En tal sentido, cada último concreto, es mucho más concreto que los anteriores y superior, habida cuenta que es un conocimiento más complejo que construye cada grupo.

3. Trabajo grupal

Sobre la modalidad de trabajo en grupo, los estudiantes en su totalidad afirmaron que resultó una buena metodología para el aprendizaje. Del trabajo grupal

destacan *"no fue complicado", "tirábamos ideas", "investigamos"*.

No se evidenció una mayor reflexión sobre las cualidades del trabajo en grupo, especialmente, no hubo referencia a los vínculos interpersonales, los roles asumidos, la distribución de funciones y tareas. Es decir, si bien es valorada positivamente la experiencia de trabajo grupal, no hubo una reflexión más profunda sobre las cualidades de ese trabajo. Se puede pensar quizás que un trabajo metacognitivo sobre el propio proceso de aprendizaje en torno a la dinámica de trabajo en equipo podría enriquecer o fortalecer el análisis de esta experiencia por parte de los estudiantes.

En los registros señalados precedentemente se expresan cualidades propias del Currículum Emancipador, tales como: la libertad de cada integrante está expresada en relación con el colectivo, es decir, una libertad más compleja y por lo tanto superior que la (libertad) individual, propia del Currículum Práctico y la prácticamente inexistente (libertad) del Técnico. Debido a que este último requiere, como condición previa, el dominio de la Teoría que es transmitida-reproducida, como fragmentos disciplinares que, en algún futuro indeterminado, supuestamente, estarán accesibles e integrados para transformar la realidad mediante desarrollos tecnológicos apropiados.

Aportes a la enseñanza de la ingeniería

La mera actividad de construir una cocina para cocinar un huevo con energía solar, como un fin en sí mismo, no implicaría ninguna mejora en la enseñanza de la ingeniería y tal vez, hasta sería mejor continuar con la clásica transmisión-reproducción de contenidos disciplinares compartimentados en las asignaturas y conformarnos con los magros resultados que evidencian las estadísticas nacionales de la enseñanza de grado en Ingeniería, particularmente en el acceso y permanencia en el tramo curricular denominado Formación Básica.

Sin embargo, en este caso, la experiencia es presentada como un prototipo educativo en construcción, al que clasificamos en la categoría Currículum Emancipador, donde Grundy ubica a la Educación Popular y nosotros incluimos, además, a la Educación de Gestión Social habida cuenta que comparte los mismos aspectos epistemológicos, metodológicos y éticos que requiere su categoría. Asimismo, la mencionamos porque está reconocida en la legislación nacional y tiene, al menos, una escuela de ese tipo con un flamante reconocimiento ministerial pleno en la jurisdicción Santa Fe.

Esto último, no es una cuestión menor porque estamos hablando de algo que es instituyente para la Ingeniería pero que ya está instituido en el Sistema

Educativo Nacional y en varias jurisdicciones provinciales. Dicho prototipo educativo se viene desarrollado a escala de un conjunto de disciplinas de Formación Básica y una Tecnológica correspondiente al primer cuatrimestre de la carrera Ingeniería Mecánica, en el momento más crítico, cuando se produce la denominada "deserción" temprana que, además, es la más contundente de todas, en términos numéricos, por su masividad.

En este contexto, el prototipo desarrollado, incluye, no solo a las dos asignaturas donde se observan los peores resultados estadísticos de la Facultad del primer cuatrimestre de primer año - Cálculo (ex Análisis Matemático) y Álgebra y Geometría Analítica (Guerrero, 2015)- sino que también conserva los mismos docentes que antes. Mencionamos esto porque, si se quiere, vale como criterio de objetividad en la evaluación de dicha actividad.

Respecto de la evaluación podemos decir que los indicadores cuantitativos y cualitativos se revolucionan, según las valoraciones de los propios docentes participantes, en favor de la cantidad de aprobados y las cualidades de la aprobación. Entre los aspectos cuantitativos y cualitativos que contribuyen a transformar la enseñanza de la Ingeniería señalamos las que consideramos fundamentales para reflexionar sobre la posible expansión gradual de este prototipo, que responde a la categoría de Currículum Emancipador. A saber:

a. Cuantitativos:

- 1) Incremento del acceso y permanencia.
- 2) Incremento del índice de aprobación de asignaturas y su segura incidencia positiva sobre el índice de graduación.
- 3) Reducción del índice de deserción temprana y su segura incidencia negativa sobre el índice deserción general.

b. Cualitativos:

- 1) Desarrollo del interés ante la motivación que implica el estímulo de la construcción de un dispositivo tecnológico de la especialidad elegida, que integra y da sentido a las ciencias básicas que se estudian simultáneamente, especialmente en el tramo curricular de la Formación Básica.
- 2) Resolución de problemas reales de Ingeniería mediante abordajes interdisciplinarios.
- 3) Desarrollo de valores como la responsabilidad, solidaridad, socialización y cooperación, propios de la asociación entre iguales para el trabajo grupal.
- 4) Ampliación de la formación de criterios adecuados para la toma de decisiones.
- 5) Introducción temprana en la exploración del campo profesional como proceso troncal que desemboca en la formación en Investigación y Desarrollo que se espera lograda, al concluir los estudios de grado.
- 6) Adquisición progresiva de

criterios sobre responsabilidad ambiental y social en la selección de las tecnologías.

Complementando este análisis sobre los aportes a la enseñanza de la ingeniería, podemos decir que la experiencia aspira a promover el pensamiento crítico en Ingeniería, entendiendo que el mismo no se llega a adquirir de forma espontánea, sino que requiere de un trabajo específico y contextualizado que puede ser favorecido desde la enseñanza.

Si tomamos la distinción que Mejía (2009) realiza sobre las esferas del pensamiento crítico en Ingeniería, ubicamos tres niveles o dimensiones: 1. la que refiere al uso inteligente de las herramientas de ingeniería; 2. la contrastación entre diferentes herramientas de ingeniería; y 3. el entendimiento de los proyectos de ingeniería como intervenciones en sistemas sociales.

La primera esfera refiere al uso apropiado de herramientas, siendo las mismas el conocimiento científico y matemático que permiten anticipar los posibles efectos de la implementación de diseños de ingeniería.

“Un ingeniero crítico en este sentido puede usar una herramienta apropiadamente, contrastando sus supuestos técnicos (...) con las características de la situación o del problema en el que la va a utilizar, y eligiendo o adaptando las herramientas a la situación problema que está enfrentando” (Mejía, 2009: 4)

La segunda esfera de acción vuelve la mirada sobre la propia herramienta, al considerar la pertinencia de esta en comparación con otras, para no *“quedarnos atrapados en una herramienta”* (Mejía, 2009: 5).

Una tercera esfera, se propone combatir lo que se podría caracterizar como un *“sentido mercenario de la ingeniería”*. Esto involucra el sentido ético de la profesión y requiere un conocimiento sobre los sistemas en los que se interviene, la problematización de medios y fines, y la comprensión de la realidad social y política.

Posicionados desde el paradigma de la praxis, tenemos como desafío promover el conocimiento de los sistemas sociales sobre los cuales se hará una intervención de los actores involucrados, sus intereses y propósitos, *“de las maneras en las que el conocimiento se ha utilizado para legitimar o deslegitimar esos intereses o propósitos, de las formas de poder que rodean a cualquier implementación de diseños de ingeniería”* (Mejía, 2009: 6).

Reflexiones finales

Como se explicitó en el apartado sobre los fundamentos teóricos de esta propuesta, los aspectos metodológicos no se encuentran desvinculados de la epistemología. Señalábamos que, inevitablemente, toda metodología posee siempre, explícita o implícitamente, una concepción de

sujeto, poder y educación.

Paulo Freire, en diálogo con el educador chileno Antonio Faundez, manifiesta que la educación tradicional pone al docente en el lugar del que presenta un repertorio de respuestas que no están ligadas a una curiosidad genuina. Desde esta perspectiva, la curiosidad, la pregunta, es el punto de partida para enseñar y para aprender (Freire y Faundez, 2014: 69).

En los dichos de los estudiantes podemos registrar la multiplicidad de preguntas explícitas y subyacentes que fueron formulándose en el proceso de construcción de la cocina solar: ¿Qué cálculos hay que realizar? ¿Dónde ubicar el foco? ¿Cómo hacer que la parábola pueda rotar para que cocinara con un mejor rendimiento a distintas horas del día? ¿Qué materiales utilizar? ¿Cómo hacerlo de un modo sencillo y con materiales económicos? ¿Qué ventajas ofrecen los distintos materiales? ¿Cómo mejorar el tiempo de cocción? ¿El resultado obtenido es un producto comercializable? ¿Sería posible socializar el proceso de construcción para que otros puedan realizarlo?

Se evidencia que este formato de propuesta educativa posibilita a los estudiantes asumir la responsabilidad de su propio proceso de aprendizaje y acercarse al conocimiento de un modo más genuino a partir de la formulación de preguntas. Éste es, a su vez, el modo en que a través de la investigación se produce socialmente conocimiento y es, también, el

modo en que se presentan los desafíos profesionales en el campo laboral de cada profesión, en este caso de la ingeniería. Con lo cual, el modo de aprender conecta a los estudiantes con la futura vida profesional desde la resolución de problemas reales en un momento muy temprano de su trayecto académico.

Por otra parte, planteábamos que la estrategia de enseñanza basada en la resolución de problemas efectiviza la metáfora del aprender a aprender, posibilitando un aprendizaje de los contenidos

conceptuales íntimamente relacionado con el desarrollo de habilidades. En la experiencia desarrollada se manifiesta esta integración del "hacer" y los "saberes" en tanto se expresa -como se analizó a través de los dichos de los estudiantes- la integración de saberes y los desafíos presentes en el proceso de resolución del problema. Es así como se fomenta que los estudiantes aprendan a actuar ante situaciones sujetas a incertidumbre, a elegir estrategias, a planificar, a evaluar procesos y resultados. De este modo, se potencia la creatividad

y la predisposición a enfrentar nuevos problemas no definidos ni previstos, aspectos esenciales en la formación profesional.

Recibido: mayo 2018

Aceptado: noviembre 2018

Bibliografía

- Alacid, G. e Ingrassia, F. (2016). *Educación de Gestión Social: dimensiones y fundamentos*, Rosario, Publicación inédita de la Universidad del Hacer.
- Braccialarghe, D., Introcaso, B. y Rodríguez, G. (2015) "Hacia la construcción de la modalidad de taller como propuesta de integración entre introducción a la ingeniería y las ciencias básicas" en *Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería*, Año 4, núm. 9, 41-50.
- Cano, A. (2012), "La metodología de taller en los procesos de educación popular" en: *Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales*, vol. 2 no. 2, p. 22-51.
- Foucault, M. (1983), *El Discurso del Poder*, México, Folios.
- Freire, P. (1989), *La educación como práctica de la libertad*. Madrid, Siglo XXI.
- Freire, P. y Faundez, A. (2014), *Por una pedagogía de la pregunta. Crítica a una educación basada en respuestas a preguntas inexistentes*, Buenos Aires, Siglo XXI.
- Giuliano, H.G. (2016), *La ingeniería. Una introducción analítica a la profesión*, Buenos Aires, Nueva librería SRL.
- Grundy, S. (1991), *Producto o praxis del currículum*, Madrid, Morata.
- Guerrero, R. (2015), *Dialéctica de la Educación*, Rosario, Asociación de profesores de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario.
- Ingrassia, F. (2016), *Epistemología del Hacer. Revista Caja de Herramientas. Apuntes y recursos para la Gestión Social*, Rosario, Publicación inédita de la Universidad del Hacer.
- Letelier, M., López, L., Carrasco, R. y Pérez, P. (2005), "Sistema de competencias sustentables para el desempeño profesional en Ingeniería" en *Revista Facultad de Ingeniería, Universidad de Tarapacá, Chile*, vol. 13, núm. 2, 91-96.
- Mejía, A. D. (2009) "Tres esferas de acción del pensamiento crítico en ingeniería" en *Revista Ibero americana de Educación, OEI*, núm. 49 /3, 1-9.
- Monjelat, N. y Rodríguez, G. (2018), "Repensando la programación como formación práctica en Ingeniería: Un estudio de caso en primer año" en *Revista Ingeniare, Volumen 26*, núm. 1, 172-183.

- Novak J. y Gowin, D. B. (1988), *Aprendiendo a aprender*, Barcelona, Martínez Roca.
- San Martín, P. y Rodríguez, G. (2009), "Construir un nuevo diseño curricular participando de un Dispositivo Hipermedial Dinámico" en *Revista Cognición. Revista Científica de FLEAD*, vol. 22, 1-8.
- Stenhouse, L. [1975] (1991), *Investigación y desarrollo del currículum*, Madrid, Morata,
- Tyler, R. W. [1945] (1977), *Principios Básicos del Currículum*. Buenos Aires, Ediciones Troquel.

Resumen

La construcción de otro currículum alternativo al existente, que consideramos agotado, nos llevó a estudiar interdisciplinariamente otro hacer de las prácticas docentes. Reflexionamos sobre los procesos de intervención, analizamos los productos curriculares logrados y extrajimos conclusiones para el rediseño de otro nuevo Hacer orientado también por la metodología del Currículum Emancipador. Nos centramos en la relación Teoría-Práctica del currículum existente y en su transformación dialéctica, la Praxis del Currículum Emancipador que utilizamos como fundamento, pero fuimos más allá porque a la Epistemología de la Praxis la hicimos converger con la Epistemología del Hacer. En tal sentido, en este artículo estudiamos el trayecto curricular que vivenciamos con la cohorte 2016 en la asignatura Introducción a la Ingeniería Mecánica. El mismo consistió en la construcción de una cocina solar como producto curricular final, con capacidad de cocinar un huevo. Allí tuvieron lugar procesos de integración disciplinar, búsqueda de información, cálculo, desarrollo de vínculos intersubjetivos, trabajo en equipo, predisposición colaborativa, toma de decisiones y fundamentalmente, la formulación de preguntas que surgen, por parte de los y las estudiantes del nuevo hacer planteado.

Palabras clave

Praxis educativa - Enseñanza de la ingeniería - Resolución de problemas - Currículum emancipador - Integración curricular

Abstract

The construction of an alternative curriculum to the existing one (that we consider exhausted) led us to study interdisciplinary teaching practices. We reflected on the intervention processes, we analyzed the curricular products achieved and we extracted conclusions for the redesign of teaching practices guided by the methodology of the Emancipatory Curriculum.

We focus on the theory-practice relationship of the existing curriculum and its dialectical transformation. We used the Emancipatory Curriculum praxis, but we went further because we made the Epistemology of Praxis converge with the Epistemology of Doing.

In this regard, this paper studies our experience with the 2016 cohort in the Introduction to Mechanical Engineering course, which consisted of the construction of a solar kitchen as a final curricular product, with the ability to cook an egg. Different disciplinary integration processes took place: search for information, calculation, development of intersubjective links, teamwork, collaborative predisposition, decision making and student questioning.

Keywords

Educational praxis - Engineering education - Problem solving activities - Emancipating curriculum - Curricular integration