

**A FORMAÇÃO ACADÊMICA DO ENGENHEIRO: PRODUTO DE UMA
ATIVIDADE COLETIVA**

**LA FORMACIÓN ACADÉMICA DEL INGENIERO: PRODUCTO DE UNA
ACTIVIDAD COLECTIVA**

**THE ACADEMIC EDUCATION OF THE ENGINEER: A PRODUCT OF A
COLLECTIVE ACTIVITY**

Isabel Koltermann BATTISTI¹
Cátia Maria NEHRING²

RESUMO: O ensino é uma forma universal institucionalizada de transmitir às novas gerações saberes produzidos nas experiências sociais. Nesse contexto, a presente produção constitui-se a partir de uma investigação que visa discutir acerca da formação acadêmica do engenheiro como produto de uma atividade coletiva. Este é delimitado a partir da problemática: Quais elementos caracterizam a necessidade, o objeto e o motivo como componentes estruturadores da atividade Formação do engenheiro? Quais entendimentos podem ser produzidos, considerando a formação do engenheiro, no âmbito do ensino, como produto de uma atividade coletiva? As análises constituem-se a partir de referenciais teóricos fundamentados na perspectiva histórico-cultural, com enfoque especial à teoria da atividade, e consideram excertos do Projeto Pedagógico de cursos de Engenharia de uma universidade. O estudo desenvolvido permitiu indicar que a necessidade de formar um engenheiro se torna satisfeita na atividade coletiva, o que está intrinsecamente relacionado às ações individuais de cada professor envolvido.

PALAVRAS-CHAVE: Teoria da atividade. Abordagem histórico-cultural. Ensino. necessidade, objeto e motivo.

RESUMEN: *La enseñanza es una forma universal institucionalizada de transmitir a las nuevas generaciones saberes producidos en las experiencias sociales. En este contexto, la presente producción se constituye a partir de una investigación que busca discutir acerca de la formación académica del ingeniero como producto de una actividad colectiva. Este es delimitado a partir de la problemática: ¿Qué elementos caracterizan la necesidad, el objeto y el motivo como componentes estructurados de la actividad Formación del ingeniero? ¿Qué entendimientos se pueden producir, considerando la formación del ingeniero, en el ámbito de la enseñanza, como producto de una actividad colectiva? Los análisis se constituyen a partir de referenciales teóricos fundamentados en la perspectiva histórico cultural, con enfoque especial a la teoría de la actividad, y consideran extractos del Proyecto Pedagógico de*

¹ Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI), Ijuí – RS – Brasil. Professor. Sector de Ciências Exatas e Ingenierías. Grupo de Estudios en Educación Matemática – (GEEM). Doctora. ORCID: <<http://orcid.org/0000-0002-0939-3483>>. Correo: isabel.battisti@unijui.edu.br

² Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI), Ijuí – RS – Brasil. Professor. Sector de Ciências Exatas e Ingenierías. Grupo de Estudios en Educación Matemática – (GEEM). Doctora. ORCID <<http://orcid.org/0000-0001-5372-4107>>. Correo: catia@unijui.edu.br

carreras de Ingeniería de una universidad. El estudio desarrollado permitió indicar que la necesidad de formar un ingeniero se vuelve satisfecha en la actividad colectiva, lo que está intrínsecamente relacionado con las acciones individuales de cada profesor involucrado.

PALABRAS CLAVE: *Teoría de la Actividad. Enfoque histórico cultural. Educación. Necesidad, objeto y motivo.*

ABSTRACT: *Teaching is a universal institutionalized way of transmitting the knowledge produced in social experiences to the new generations. In this context, this research is constituted from an investigation that aims to discuss about the academic formation of the engineer as the product of a collective activity. The following issues delimit it: which elements characterize the necessity, the object, and the reason as structuring components of the engineer training activity? What understandings can be produced, considering the engineer training, in the scope of teaching as the product of a collective activity? The analyzes arise from theoretical references based on the historical-cultural perspective, with special focus on the Activity Theory, and considering excerpts from the Pedagogical Project of Engineering courses of a university. The study allows to indicate that the need to form an engineer becomes satisfied in the collective activity, which is intrinsically related to the individual actions of each teacher involved.*

KEYWORDS: *Activity Theory. Historical-cultural approach. Teaching. Need, object and reason.*

Introducción

La formación profesional del ingeniero no ocurre de forma natural, sino a partir de una enseñanza intencional, formal y académica. La enseñanza es una forma universal institucionalizada de transmitir a las nuevas generaciones los saberes producidos en las experiencias sociales. La sociedad creó un medio para atender a las necesidades generadas intencionalmente en y del su propio desarrollo. “Esta forma de actuar para satisfacer necesidades es denominada trabajo, pues, además de satisfacer sus necesidades, los hombres producen los medios para ello”. (MOURA; SFORNI; ARAÚJO, 2011, p. 41).

Vigotski (2001) comprende las características del hombre desde el origen y del desarrollo de la especie humana. Considera el surgimiento del trabajo y la formación de la sociedad humana como proceso básico que marca el hombre como especie diferenciada. La necesidad de la búsqueda por la sobrevivencia instituye el trabajo como una acción colectiva de un grupo humano. Para Vigotski (2001), el trabajo, por la acción transformadora del hombre sobre la naturaleza, une hombre y naturaleza, y es en el trabajo que se organizan la actividad

colectiva y la creación y utilización de instrumentos³. Para Leontiev (1977), la transición del hombre para la vida en sociedad hace que surjan, históricamente, procesos o acciones en actividad direccionada, como es el caso de la enseñanza.

La enseñanza formal se configura como un medio organizado por la sociedad para satisfacer la necesidad de nuevas generaciones de apropiarse de los saberes ya producidos. Tal comprensión posibilita indicar que el trabajo, como una actividad humana intencional, generó tal necesidad y que, por intermedio del trabajo, la enseñanza se realiza por el profesor en el ejercicio de su actividad profesional, la cual hace parte de una organización social y colectiva y a ella está integrada. La enseñanza, como producto de una actividad física y mental, de este modo, puede ser considerado una objetivación del trabajo del profesor.

Frente a lo que se ha expuesto, la presente producción se constituye desde una investigación que visa discutir acerca de la formación académica, en el caso del ingeniero, como producto de una actividad de enseñanza que se da en el ámbito de la colectividad. Esta es delimitada a partir de la problemática: ¿Cuáles elementos caracterizan la necesidad, el objeto y el motivo como componentes estructuradores de la actividad Formación del ingeniero? ¿Cuáles entendimientos pueden ser producidos, considerando la formación del ingeniero, en el ámbito de la enseñanza, como producto de una actividad colectiva?

Camino metodológico

La presente producción es un recorte de una investigación que sucedió en nivel de doctoramiento (BATTISTI, 2016) y que tuvo como objetivo: analizar, con y a partir de acciones de una asignatura de carreras de Ingeniería, la estructuración/articulación/proposición de mediación en la constitución de procesos que visan la significación del concepto vector y operaciones de vectores por el académico. La investigación se desarrolló desde acciones de una asignatura de carreras de Ingeniería. La elección se hizo por ser este el espacio institucional responsable por la formación académica profesional de sujetos que necesitan apropiarse de conceptos científicos para atender al perfil de egreso indicado por las Directrices Curriculares de las Carreras de Ingenierías - DCNs⁴ (BRASIL, 2012). En la investigación del ámbito más grande tuvo la intención de tratar del profesor en actividad de enseñanza, considerando su

³ El instrumento “[...] es un elemento entre el trabajador y el objeto de su trabajo” (OLIVEIRA, 2004, p. 29); es así un objeto social y mediador de la relación entre el individuo y el mundo.

⁴ Documento que define “[...] los principios, fundamentos, condiciones y procedimientos de la formación de ingenieros, establecidas por la Cámara de la Educación Superior del Consejo Nacional de Educación, para aplicación en ámbito nacional en la organización, desarrollo y evaluación de los proyectos pedagógico de las Carreras de Grado en Ingeniería de las Instituciones de Enseñanza Superior” (BRASIL, 2002, p. 1).

necesidad: enseñar. Sin embargo, en el momento de la inmersión en los análisis, nos deparaos con otro proceso vivenciado que antecede la propia inserción en las clases de una determinada asignatura. Hubo la necesidad de la producción de entendimientos que consideraran el profesor inmerso en las carreras consideradas. Es en este sentido que las tratativas presentadas en el presente recorte se constituyen.

Por tanto, se hace necesario, en el desarrollo de la investigación, la articulación de dos movimientos metodológicos, uno empírico y otro teórico. Las condiciones de análisis se constituyeron y fueron ampliadas a partir de referenciales teóricos fundamentados bajo la perspectiva histórico-cultural, con enfoque especial a la teoría de la actividad y a la Actividad Orientadora de Enseñanza, que poseen como referencia Lev Semenovitch Vigotski, Alexis Nikolaevich Leontiev, Alexander Romanovich Luria y Manoel Oriosvaldo de Moura, además de otros estudiosos de sus proposiciones.

En el recorte aquí delineado, se considera datos empíricos producidos en la investigación, de forma especial, extractos del Proyectos Pedagógico de Carrera – PPC de tres carreras de Ingeniería (Civil – IC; Eléctrica – IE; y Mecánica – IM), de la universidad en que la investigación de ámbito más grande se desarrolló.

Los análisis emprendidos visan la producción de un conocimiento nuevo, en el caso relacionado con la formación del ingeniero, entendiendo esta como producto de una actividad colectiva, lo que demanda percibir, en el movimiento de la interdependencia⁵ y de la fluencia⁶, la idea de totalidad del fenómeno. Eso significa, acorde con Kopnin (1978), considerar el concreto como punto de partida y de llegada del conocimiento, cuyo trayecto demanda un proceso de abstracción. Kopnin afirma que es la abstracción que permite percibir el contenido real del objeto, en este caso, la formación del ingeniero. Según el autor, “[...] la tarea de la abstracción no es separar uno de los demás indicios sensorialmente perceptibles, pero a través de ellos descubrir nuevos aspectos en el objeto que traduzcan las relaciones de esencia” (KOPNIN, 1978, p. 161) – atrás del sensorialmente perceptible, descubrir propiedades, aspectos indicios y relaciones que constituyen la esencia del objeto.

Sin embargo, ¿cómo encontrar, en el movimiento de la interdependencia y de la fluencia, los hechos y los propios objetos de estudio? Para tanto, nos reportamos a Caraça cuando propone para tal problema el concepto de aislado. Afirma:

⁵ La realidad es un organismo vivo cuyos compartimentos comunican y participan unos de la vida de los demás, se relacionan intrínsecamente entre sí. (CARAÇA, 1998).

⁶ El mundo está en permanentemente evolución, todas las cosas, todo el momento, se cambian, todo adviene, todo es, todo el momento, una cosa nueva. (CARAÇA, 1998).

En la imposibilidad de abrazar, en un sólo golpe, la totalidad del universo, el observador recorta, destaca, de esta totalidad, un conjunto de seres y hechos, abstrayendo de todos los demás que con él son relacionados. A un tal conjunto daremos el nombre de *aislado*; un *aislado* es, por lo tanto, una *sección* de la realidad, en ella recortada arbitrariamente. (CARAÇA, 1998, p. 112, grifo do autor).

El concepto de aislado, en este abordaje, significa el integrante del todo, como una sección de la realidad que conserva “[...] todos los factores que, al que se interprendieren, tiene una influencia importante en el fenómeno a estudiar.” (MOURA, 2004, p. 267). El aislado como una sección aleja una parte del resto de la realidad; y su uso comporta, asimismo, cierta margen de error que influencia el estudio. Cabe entonces al investigador seleccionar aislados que conserven los factores dominantes, o sea, aquellos cuya acción de interdependencia influyen en el fenómeno a estudiar.

Acorde con Araújo (2003), los aislados se muestran como recursos metodológicos para la abstracción autentica y permiten la comprensión del objeto en la dimensión del concretamente pensando. Este entendimiento “[...] legitima que el estudio de un conjunto determinado de aislados sirva de referencia” (ARAÚJO, 2003, p. 58). La autora ratifica y amplía esta idea, cuando trae Moura cuando este dice que el aislado “[...] se asume como una metodología de análisis, como una regularidad del pensamiento al actuar sobre la complejidad de la realidad y no como una concepción de esta” (MOURA, 2000, p. 81).

El análisis a partir de aislados implica recortes del todo, considerando las relaciones de interdependencia y de fluencia, de modo que cada parte está en el todo y el todo está en cada parte.

En la investigación aquí presentada, se toma para este estudio parte del fenómeno formación del ingeniero, se considera esta formación, en el ámbito de la enseñanza, como producto de una actividad colectiva. El referido fenómeno es consonante con el problema central de la investigación. Se asume, así, como aislados los componentes, que acorde con Leontiev (s/d), son estructuradores de la actividad: necesidad, objeto y motivo. Elementos de estos aislados, en nuestra comprensión, presentan singularidades, sino también una dinámica relacional entre sí, no de una forma jerárquica, pero dialéctica, tanto desde el punto de vista temporal cuanto cualitativo. En este sentido, acorde con Araújo (2003), los aislados son considerados como principio de la metodología dialéctica, en que se toma una unidad que hace parte del todo para análisis.

Formación académica del ingeniero como producto de una actividad colectiva: análisis en el ámbito de la enseñanza

En Instituciones de Enseñanza, las carreras propuestas en nivel superior visan a una formación profesional. Y asimismo como la propia institución, son regidos y regulados por una organización social creada en y por la sociedad, visando atender a las necesidades que emergían en y de su propio desarrollo. Cuando se es formado en la institución de Educación Superior, se espera que el académico presente condiciones básicas para el ejercicio profesional y habilidades intelectuales y emocionales fundamentales para seguir aprendiendo por toda la vida, pero también que tenga las condiciones de ejercicio de la ciudadanía que balicen su formación.

El perfil del formando egreso/profesional ingeniero es presentado por las DCNs de las carreras de Ingeniería, señala que este debe tener una

[...] Formación generalista, humanística, crítica y reflexiva, capacitado a absorber y desarrollar en nuevas tecnologías, estimulando su atención crítica y creativa en la identificación y resolución de problemas, considerando sus aspectos políticos, económicos, sociales, ambientales y culturales, con visión ética y humanística, en atención a las demandas de la sociedad (BRASIL, 2002, p. 1).

Los objetivos de la formación del ingeniero son presentados en el Art. 4º de las DCNs de Ingeniería, visando a dotar estos profesionales de competencias y habilidades generales, entre las cuales, destacamos:

I - aplicar conocimientos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentales a la ingeniería; II – proyectar y conducir experimentos e interpretar resultados; [...] V – identificar, formular y resolver problemas de ingeniería; VI – desarrollar y/o utilizar nuevas herramientas y técnicas; [...] VIII – comunicarse eficientemente en las formas escritas, oral y gráfica [...] XI – evaluar el impacto de las actividades de la ingeniería en el contexto social y ambiental; XII- evaluar la viabilidad económica de proyectos de ingeniería; XIII – asumir la postura de permanente búsqueda de actualización profesional (BRASIL, 2002, p. 2).

Los grupos involucrados en el M1 de la investigación eran compuestos por académicos de distintas carreras de Ingeniería – Ingeniería Civil – IC, Mecánica – IM, Eléctrica – IE y Química – IQ y de Ciencia de la Computación – CC. La gran mayoría de los académicos pertenecía a las carreras de IC, IE e IM. Los objetivos generales de tales carreras son explicitados en sus Proyecto Pedagógico de Carrera – PPC y presentados en el Cuadro 1.

Cuadro 1 - Objetivos generales de las carreras de IC, IE e IM

Carrera	Objetivos Generales
IC	La formación generalista propuesta por la carrera de Ingeniería Civil de la XXXX busca habilitar Ingenieros Civiles para que ejerzan su profesión de forma calificada y con sentido crítico y de ciudadanía , practicando las siguientes actitudes, durante su vida profesional: [i] Compromiso con la ética profesional; [ii] Responsabilidad social, política y ambiental; [iii] Espíritu emprendedor: posterior proactiva e innovadora; [iv] Comprensión de la necesidad de búsqueda permanente de la actualización profesional.
IE	La formación generalista propuesta por la carrera de Ingeniería Eléctrica de la XXXX busca habilitar Ingenieros Electricistas para que ejerzan la profesión de forma calificada y con sentido crítico y de ciudadanía, practicando las siguientes actitudes, durante su vida profesional: [i] Compromiso con la ética profesional; [ii] Responsabilidad social, política y ambiental; [iii] Espíritu emprendedor: postura proactiva e innovadora; [iv] Comprensión de la necesidad de búsqueda permanente de actualización profesional.
IM	La carrera de Ingeniería Mecánica tiene por objetivo general la formación de profesionales calificados con una sólida formación técnica, científica y profesional , además de un sentido de constante actualización profesional , que lo capacite a absorber y desarrollar nuevas tecnologías , estimulando su actuación crítica y creativa en la identificación y resolución de problemas , considerando sus aspectos políticos, económicos, sociales, ambientales y culturales , con una visión ética y humanística , en atención a las demandas de la sociedad.

Fuente: M1. PPC – IC (Versión 2013); PPC – IE (Versión 2014); PPC – IM (Versión 2014). [Grifo nuestro].

Los objetivos generales propuestos para las carreras de IC y de IE mencionan una formación generalista, que es también indicada en el PPC de la carrera de IM al presentar los fundamentos orientadores para la concepción de la carrera. Las tres carreras, en los objetivos presentados en el Cuadro 1, consideran una formación calificada, actualización profesional y aspectos políticos, económicos, sociales, ambientales y culturales, con una visión responsable, ética y humanística de la profesión por el académico. El análisis de los referidos objetivos señala que las carreras IC e IE proponen, aun de forma explícita, una postura proactiva e innovadora en el ejercicio profesional; ya la carrera IM indica el estímulo a la actuación crítica y creativa en la identificación y resolución de problemas, visando la actuación de las demandas de la sociedad.

En el Cuadro 2, se presenta aspectos del perfil del egreso propuesto en los PPCs de las referidas carreras.

Cuadro 2 - Extractos del PPC que revelan elementos relacionados al perfil del egreso de las carreras IC, IE e IM de las IES.

Carrera	Perfil del egreso – extractos del PPC
IC	<p>Cuanto al perfil, el profesional a formarse deberá estar apto a contestar cuantitativa y cualitativamente a los deseos del desarrollo de la sociedad.</p> <p>Deberá tener una sólida formación técnico-científica y profesional general que lo capacite a absorber y desarrollar nuevas tecnologías, estimulando su actuación crítica, creativa, innovadora y emprendedora en la identificación y resolución de problemas, considerando sus aspectos político-económicos, sociales, ambientales y culturales, con visión ética y humanística, en atención a las demandas de la sociedad.</p> <p>En recurrencia de la formación recibida, el profesional estará habilitado a aplicar el método científico para el análisis y solución de problemas pertinentes en su área de actuación.</p>
IE	<p>Cuanto al perfil, el profesional a formarse deberá estar listo a contestar cuantitativa y cualitativamente a los deseos del desarrollo de la sociedad.</p> <p>Deberá tener una sólida formación técnico-científica y profesional general que lo capacite a absorber y desarrollar nuevas tecnologías, estimulando su actuación crítica, creativa y e innovadora en la identificación y resolución de problemas, considerando sus aspectos político-económicos, sociales, ambientales y culturales, con visión ética y humanística, en atención a las demandas de la sociedad.</p> <p>En recurrencia de la formación recibida, el profesional estará habilitado a aplicar el método científico para el análisis y solución de problemas pertinentes en su área de actuación.</p>
IM	<p>El perfil enuncia y detalla las exigencias que se hacen a un ingeniero mecánico satisfactoriamente preparado para el ejercicio de su profesión, en términos de: conocimientos generales y específicos, de habilidades, competencias y de actitudes. [...]</p> <p>A partir de este diagnóstico definió el perfil del egreso de Ingeniería Mecánica de la xxx</p> <ul style="list-style-type: none"> - Postura crítico-reflexiva, de análisis contextualizada frente a la realidad; - Flexibilidad y sensibilidad para convivir y adaptarse a los cambios; - Disposición para trabajo en equipo; - Iniciativa para desarrollar, proponer, implantar y divulga nuevos conocimientos, tecnologías, servicios y productos; - Postura proactiva y emprendedora frente a las tendencias decurrentes de la dinámica evolutiva de la sociedad; - Actitud ética y responsable durante el ejercicio profesional; - Aprender de forma autónoma y continua; - Actuar inter /multi/trasdisciplinariamente; - Comprometerse con la preservación de la biodiversidad en el ambiente natural y construido; con sostenibilidad y mejora de la calidad de vida - Gestionar procesos participativos de organización pública y/o privada y/o incluirse en ellos; - Buscar madurez, sensibilidad y equilibrio al actuar profesionalmente.

Fuente: PPC – EC (Versão 2013); PPC – EE (Versão 2014); PPC – EM (Versão 2014). [Grifo nuestro]

La idea de una sólida formación técnico-científica y profesional que traspasa los conocimientos generales y específicos, de habilidades, competencias y de actitudes que posibiliten al académico una actuación crítica, creativa e innovadora en la identificación y resolución de problemas. Considerando aspectos político-económicos, sociales, ambientales y

culturales, con visión ética y humanística, en atención a las demandas de la sociedad, se fundamenta el perfil del egreso de las referidas carreras.

Componentes estructuradores de la actividad formación del ingeniero: necesidad y motivo

Frente al revelado por el PPC de las carreras en cuestión, hay explícitamente, un producto deseado: la formación de un profesional llevando en cuenta los objetivos de la carrera y el perfil de egreso presentados en los referidos documentos. La Institución de Enseñanza Superior y los sujetos involucrados en este proceso tienen una necesidad: formar un ingeniero con tal perfil.

Esta necesidad, basada en proposiciones presentadas por Leontiev (1985), es satisfecha por la participación del producto de la actividad total que cada uno recibe en las relaciones sociales que surgen en el proceso de trabajo. La necesidad de formar un ingeniero se hace satisfecha en la actividad colectiva, intrínsecamente relacionada a las acciones individuales.

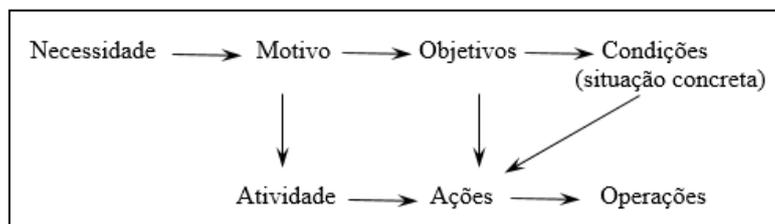
La práctica profesional del profesor “[...] depende de decisiones individuales, pero se rige por normas colectivas adaptadas por otros profesores y por regulaciones organizacionales” (SACRISTÁN, 1991, p. 71). El trabajo del profesor está inserido en un colectivo, y esta consciencia es esencial en la organización de una enseñanza que tiene en cuenta la formación profesional de un sujeto en nivel superior. El profesor, a partir de la especificidad en que actúa, debe considerar la carrera de formación, debe considerar el curso de formación, pues este tiene un objetivo social de integración de los sujetos en una determinada comunidad, lo que les permite tomar parte en el conjunto de saberes que constituyen las prácticas sociales y culturales de la carrera en cuestión, en el caso, de Ingeniería. La formación del ingeniero es un producto. Este producto corresponde directamente a las necesidades de los participantes del proceso – en el caso de la enseñanza, los profesores de distintas asignaturas que integran el programa curricular del referido curso. Es este producto, la formación del ingeniero, que estimula la actividad de profesores a trabajar juntos, lo que caracteriza la actividad colectiva.

La actividad, acorde con Leontiev (s/d), es estructurada por los componentes: necesidades, objeto y motivo. En el contexto considerado, el profesor de cada asignatura tiene una necesidad: contribuir con la formación del ingeniero; esta necesidad puede ser satisfecha en la enseñanza de los conceptos de la asignatura que él ministra, lo que se configura como objeto de la actividad. El profesor se encuentra motivado, o sea, hay motivo para la enseñanza de conceptos específicos de la asignatura en que actúa cuando siente la necesidad de contribuir

con la formación del académico – en el caso, del ingeniero – a medida que idealiza un objeto que pueda satisfacer la referida necesidad. Acorde con Leontiev (s/d), la necesidad encuentra su determinación en el objeto, el cual se vuelve el motivo de la actividad, lo que la estimula. Por lo tanto, se proponen objetivos parciales advenidos de objetivos generales, que consideran lo que podrá hacer para satisfacer tal necesidad y éstos se materializan en las acciones. Las acciones presentan aspectos que comprenden la intencionalidad del profesor y también la forma como ellas se realizan; dependen, así, de condiciones concretas para efectuarse y atender al aspecto operacional. En este sentido, cada acción presenta un conjunto de operaciones que dependen de las condiciones de ejecución de cada acción. En el caso de la enseñanza, las operaciones pueden referirse a los procedimientos que el profesor realizará para lograr los objetivos propuestos.

Los elementos actividad, acciones y operaciones constituyen un sistema cuya estructura puede mostrarse en dos niveles. La Figura 1 presenta un esquema adaptado a partir de lo presentado por Garnier, Bednarz y Ulanovskaya (1996), el cual muestra la estructura en dos niveles de la actividad.

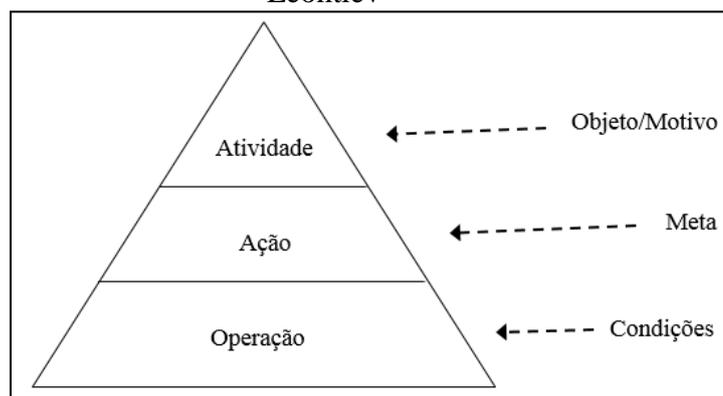
Figura 1 - Estructura en dos niveles de la actividad



Fuente: Adaptado de Garnier, Bednarz y Ulanovskaya (1996, p. 13)

La estructura de la actividad propuesta por Leontiev (s/d) también se puede analizar a partir de sus niveles jerárquicos. Esta estructura jerárquica de la actividad presentada por Leontiev fue sistematizada por Daniels (2003) en la forma de una presentación triangular, como muestra la Figura 2.

Figura 2 – Representación gráfica de la estructura de la actividad elaborada por Leontiev



Fuente: Daniels (2003, p. 116)

En la representación presentada en la Figura 2, Daniels expone proposiciones explicitadas por Leontiev (s/d) y revela la relación entre niveles: en el nivel más bajo, se encuentra la operación, la cual ocurre de forma automatizada, es ejecutada sin un plan previo y consiste en las rutinas habituales realizadas por un sujeto, relacionadas a una acción e influenciadas por las condiciones generales de la actividad; en otros niveles, se encuentra la acción, que consiste en un proceso consciente, es orientada por objetivos y revela las etapas para la realización de la actividad; las acciones son planeadas antes de su ejecución. Cuando una acción logra un determinado nivel de madurez y se puede ejecutar sin un plan previo, pasa para el nivel de operación. En la última etapa, está la actividad, que corresponde a las necesidades humanas, siendo orientada al objeto por una razón, como también revela la Figura 2.

La formación del ingeniero, como producto de una actividad en común, colectiva, en el ámbito de la enseñanza se concretiza a partir acciones y operaciones desarrolladas por distintos profesores. Este tipo de actividad, con base en Rubtsov (1996), presenta elementos principalmente, de los cuales, se destacan: la comprensión mutua de la actividad por sus participantes (en el caso, los distintos profesores involucrados en la formación e los referidos académicos, posibilitando una relación entre la propia acción individual del profesor y el resultado obtenido, así como con las acciones de otros profesores); la comunicación entre los distintos profesores, asegurando la repartición, el cambio y comprensión mutua; el planeamiento de las acciones individuales por el profesor, llevando en cuenta las acciones de los demás profesores, con vistas a obtener un resultado común; y la reflexión, pues esta permite ir más allá de los límites de las acciones individuales respecto al esquema general de la actividad propuesta, en este caso, la formación del ingeniero. Acorde con Rubtsov (1996), la reflexión

permite el establecimiento de la actitud crítica de los participantes con respecto a sus acciones, con el fin de transformarlas, considerando su contenido y la forma del trabajo en común.

El profesor está, de este modo, inserido en una actividad común, colectiva, cuyo producto, en el caso considerado, es la formación del ingeniero. Para el profesor atender a tal necesidad de formación de este profesional ante la enseñanza, los objetivos y acciones propuestas debe considerar las finalidades de la carrera, sus objetivos, el perfil del egreso y también el papel de la asignatura en que actúa. Se resalta que la formación del académico no se hace sólo por el sumatorio o por la yuxtaposición de resultados intermediarios de las actividades/acciones/operaciones de los distintos sujetos involucrados en el proceso, pero en el resultado de la actividad colectiva. En este contexto, las proposiciones presentadas por Rubtsov (1996) se muestran relevantes en el alcance de los resultados de la formación del ingeniero.

Es cada profesor que concretiza los objetivos sociales del currículo presentado en el PPC de la(s) carrera(s) en cuestión, desde acciones. “La actividad humana no puede existir de otro modo, si no en la forma de acciones o de grupo de acciones” (LEONTIEV, 1985, p. 84) Para Leontiev (1985, s/d), si las acciones que constituyen la actividad se quitaren, no restará de la actividad.

Los objetivos no se inventan, no son planeados por el sujeto a su arbitrio. Los objetivos están puestos dentro de circunstancias objetivas. Conjuntamente, la discriminación y concretización de los objetivos son un acto que se aleja mucho de ser automático y monofacetado, siendo que es un proceso relativamente prolongado en el cual la acción incide sobre los objetivos y dónde se permite a la expresión, y se produce a la saturación objetiva de los mismos (LEONTIEV, 1985, p. 86).

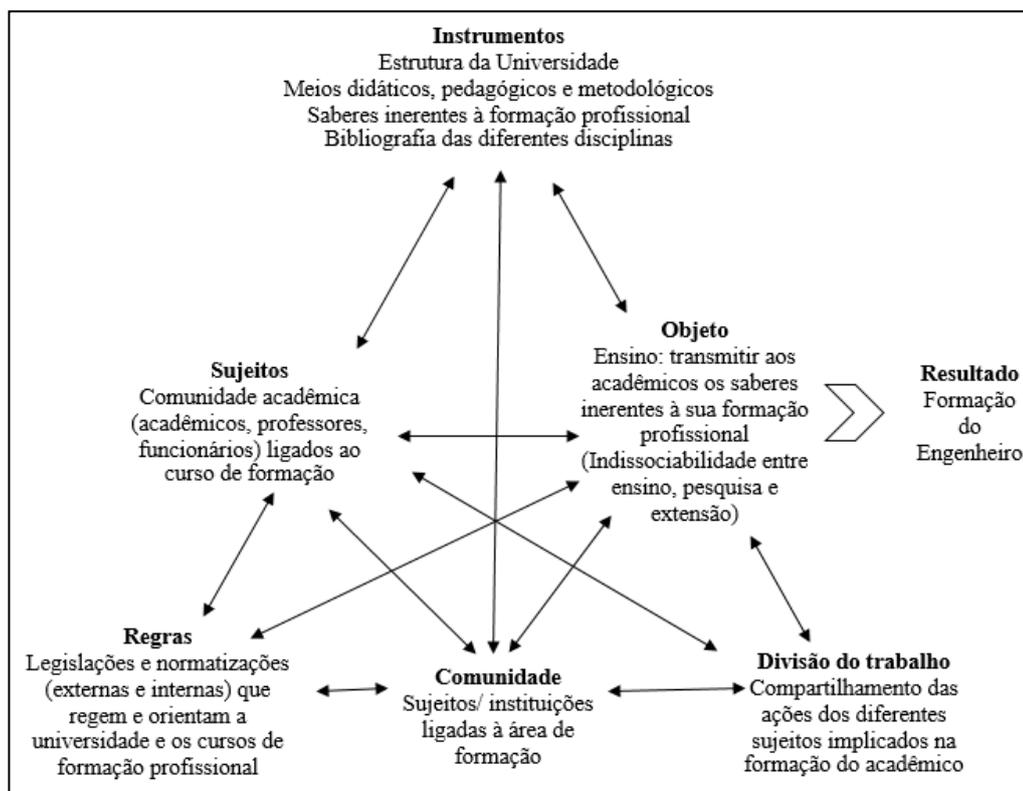
En la enseñanza de su asignatura, a partir de los objetivos propuestos, los cuales necesitan estar acorde con el motivo general de la actividad, el profesor, ante determinadas condiciones, define acciones que posibilitan la concretización de tales objetivos, entre las cuales, se destacan: estudio del PPC de la carrera; participación en reuniones de planeamiento; elaboración del plan de enseñanza; comprensión de conceptos específicos de la asignatura; relación de aspectos de enseñanza con investigación y extensión y organización de las actividades de enseñanza de la asignatura. Las acciones del profesor adquieren el significado cuando tratadas como parte integrante de una actividad colectiva, con función determinada para la obtención de un resultado/producto. Relacionadas a las acciones, están las oportunidades como formas y métodos de realización de una acción. Lo que caracteriza una operación es su tecnificación, su realización automática. Para Leontiev (1985, p. 87), es en el “[...] instrumento

(un objeto material) que están presentes los métodos, las operaciones, pero no las acciones, tampoco los objetivos”

La actividad está, de este modo, vinculada a las razones y a las necesidades y es por ellos orientada; las acciones, considerando las internacionalidades, son planeadas por el profesor a partir de objetivos, y las operaciones son desarrolladas mediante condiciones, ya sean objetivas o subjetivas.

La formación profesional en nivel superior tiene un carácter social. Engeström (1987, 1999, 2001, 2002) posibilita la ampliación del entendimiento de la actividad humana, atendiendo a su naturaleza como social y colectiva, también considerando las interrelaciones entre el sujeto y su(s) comunidad(es). Engeström (1987, 1999) añade a la estructura de la actividad, presentada por Leontiev, nuevos componentes, como regla, comunidad y división del trabajo, proponiendo una forma de representar el carácter social de una actividad. La Figura 3 adaptada de Engeström (1999), presenta elementos de la actividad y relaciones entre estos, los cuales se comprenden como condición en la formación académica del ingeniero.

Figura 3 - Estructura de una actividad que considera su carácter social y colectivo.



Fuente: Adaptado de Engeström (1999, p. 31)

En el sentido expuesto, para que el formar un ingeniero se caracterice como una actividad en común, colectiva, considerando su carácter social, el profesor, como integrante de

una comunidad, por medio de la enseñanza de conceptos específicos de la asignatura que ministra, tiene una necesidad: formar un ingeniero de tal forma que, a partir de la objetivación de tal necesidad, motivos sean credos. Para ello, se entiende como condición que el profesor tenga claridad de la importancia y de la función de la asignatura que ministra en la formación profesional del académico. Se resalta que, aún que el significado que el objeto “Enseñanza: transmitir a los académicos los saberes inherentes a su formación profesional (Insociabilidad entre enseñanza, investigación y extensión)” tiene para cada profesor es personal y determinante en la elaboración de los objetivos y de las acciones que concretizan la actividad.

Consideraciones finales

Teniendo en cuenta atender a los objetivos y problemática de la investigación - ¿Cuáles elementos caracterizan la necesidad, el objeto y la razón como componentes estructuradores de la actividad Formación del ingeniero? ¿Cuál entendimiento se pueden producir, considerando la formación del ingeniero, en el ámbito de la enseñanza, como un producto de una actividad colectiva? -, presentamos elementos que sistematizan los argumentos producidos a lo largo de los análisis, constituyendo, así, una síntesis de investigación desarrollada y presentada en el presente texto.

Analizar las carreras a partir de algunos elementos de sus PPCs posibilitó la percepción del profesor inmerso en una actividad colectiva auténtica que visa a la formación de un ingeniero como producto de una actividad colectiva. Es este producto, según estudio desarrollado, que estimula la actividad de profesores trabajar junto y que caracteriza la actividad como colectiva.

Análisis de elementos de los PPCs de las carreras en cuestión posibilitaron la comprensión de las finalidades de estos y la indicación de que tales objetivos se muestran íntimamente relacionados al perfil de egreso presentado en los referidos documentos. Permitieron, todavía, visualizar al profesor insertado en una actividad colectiva que tiene como necesidad formar un ingeniero considerando elementos presentados en los PPCs de las carreras en cuestión. La claridad de la importancia y de la función de la asignatura que el profesor ministra se mostró como condición de su inserción en la actividad colectiva que tiene como necesidad la formación del ingeniero.

El estudio desarrollado permitió indicar que esta necesidad se vuelve satisfecha en la actividad colectiva, lo que está intrínsecamente relacionado a las acciones individuales. En este sentido, el profesor de cada asignatura tiene la necesidad de contribuir en la formación del

ingeniero. Tal necesidad puede ser satisfecha en la enseñanza de los conceptos de la asignatura que ministra, lo que se configura en el objeto de la actividad. Este objeto se vuelve parte del motivo de la actividad, lo que estimula el profesor a ponerse en actividad, lo que posibilita la definición de objetivos que considera lo que podrá hacer para satisfacer tal necesidad, y esos objetivos se materializan en sus acciones.

Los objetivos y las acciones propuestas por el profesor deben considerar las finalidades de la carrera, sus objetivos, el perfil de egreso y también el papel de la asignatura en que actúa.

Comprendemos que presentamos un abordaje y que en lo que respecta a la formación del ingeniero en nivel académico, para más allá de profesores trabajando en común, inseridos en una actividad colectiva, hay el académico el cual con vistas a su formación debe también ponerse en actividad, en el caso, de aprendizaje. Pero, considerando las delimitaciones del recorte aquí propuesto, indicamos que tales discusiones son presentadas, de forma puntual, en otro momento.

REFERENCIAS

ARAÚJO, E. S. **Da formação e do formar-se: a atividade de aprendizagem docente em uma escola pública.** 2003. 173f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

BATTISTI, I. K. **Mediações na significação do conceito vetor com tratamento da geometria analítica em aulas de matemática.** 2016. 249f. Tese (Doutorado nas Ciências) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. 2016.

BRASIL. MEC/CNE/CES. Resolução CNE/CES nº 11, de 11 de março de 2002. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 abr. 2002.

CARAÇA, B. de J. **Conceitos Fundamentais da matemática.** 4. ed. Lisboa: Gradiva, 1998.

DANIELS, H. **Vygotsky e a pedagogia.** Tradução Milton Camargo Mota. São Paulo: Loyola, 246 p. 2003.

ENGSTRÖM, Y. **Learning by expanding: an activity -theoretical approach to developmental research.** Helsinki, Finland: Orienta - Konsultit, 1987.

ENGSTRÖM, Y. Activity Theory and Individual and Social Transformation. In: ENGSTRÖM, Y.; MIETTINEN, R.; PUNÄMAKI, R. (ed.) **Perspectives on Activity Theory.** Cambridge: Cambridge University Press, p. 19-38, 1999.

ENGSTRÖM, Y. Expansive Learning at Work: toward an activity theoretical reconceptualization. **Journal of Education and Work**, v. 14, n. 1, p. 133-156, 2001.

ENGESTRÖM, Y. Non scolae sed vitae discimus: Como superar a encapsulação da aprendizagem escolar. In: DANIELS, H. **Uma Introdução a Vygotsky**. São Paulo: Edições Loyola, 2002. p. 175-197.

GARNIER, C; BEDNARZ, N; ULANOVSKAYA, I. Duas diferentes visões da pesquisa em Didática. In: **Após Vygotsky e Piaget: perspectiva social e construção escolar russa e ocidental**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

LEONTIEV, A. N. **Activity and Consciousness**. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1977.

LEONTIEV, A. N. **Actividad, conciencia e personalidad**. Havana: Editorial Pueblo y Educación. Traducción: Lic. Librada Leyva Rosario Bilbao Jorge C. Potrony. Revisión técnica: Lic. Franklin Martínez, 1985.

LEONTIEV, A. N. **O desenvolvimento do psiquismo**. Lisboa: Horizonte Universitário, s/d.

KOPNIN, P. **A dialética como lógica e teoria do conhecimento**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978.

MOURA, M. O. de. **O educador matemático na coletividade de formação: uma experiência com a escola pública**. Tese (Livre Docência) — Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 2000.

MOURA, M. O. de. Pesquisa colaborativa: um foco na ação formadora. In: BARBOSA, Raquel Lazzari Leite (Org.) **Trajetórias e perspectivas da formação de educadores**. São Paulo: Editora UNESP, 2004. p. 257-284.

MOURA, M. O. de.; SFORNI, M. S. de F.; ARAÚJO, E. S. Objetivação e Apropriação de Conhecimentos na Atividade Orientadora de Ensino. **Revista Teoria e Prática da Educação**, v. 14, n. 1, p. 39-50, jan./abr. 2011. Disponível em: www.dtp.uem.br/rtp/volumes/v14n1/04.pdf. Acesso em: 10 maio 2012.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento - um processo sócio- histórico**. 4. São Paulo: Editora Scipione. 2004.

RUBTSOV, V. A atividade de aprendizado e os problemas referentes à formação do pensamento teórico dos escolares. In: GARNIER, C. *et al.* (Org.). **Após Vygotsky e Piaget: perspectivas social e construtivista escolas russa e ocidental**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

VIGOTSKI, L. V. **A Construção do pensamento e da linguagem**. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

SACRISTÁN, J. G. Consciência e a ação sobre a prática como libertação profissional dos professores. In: NÓVOA, A. N. (Org.) **Profissão Professor**. Portugal: Porto Editora, 1991.

Como referenciar este artigo

BATTISTI, Isabel Koltermann; NEHRING, Cátia Maria. A formação acadêmica do engenheiro: produto de uma atividade coletiva. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 14, n. 2, p. 543-558, abr./jun., 2019. E-ISSN: 1982-5587. DOI: 10.21723/riaee.v14i2.11434

Submetido em: 06/06/2018

Aprovado em: 30/10/2018