

The need for a community ethic in the teaching-learning of mathematics in engineering careers

César Augusto García-Ubaque, PhD¹, Rodolfo Vergel, PhD¹ and Juan Sebastián Sánchez-Gómez, MSc²

¹Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia, cagarciau@udistrital.edu.co, rvergelc@udistrital.edu.co

²Universidad Sergio Arboleda, Colombia, juan.sanchezg@correo.usa.edu.co

Abstract– This article presents reflections on ethics in undergraduate mathematics classes in engineering in Colombia. It seeks to conceptualize ethics as forms of relationship with the other or as forms of alterity. In other words, since the production and learning of mathematics began, these are conceived as events that occur in human practice, and as the theory of objectivation suggests, ethics turns out to be an unavoidable element to consider. In this context, the first part of the article begins with a brief contextualization of the relationship between the teaching and learning of mathematics and engineering from an ethical perspective. In the second part, an approach to Radford's objectivation theory is shown, to describe his ethical position. In the third part, the design of an instrument is presented to explore with a group of university mathematics professors the types of ethics that may be operating in the classroom. The analysis of the responses to the instrument is shown in the fourth part of the article and, finally, some reflections and suggestions for future studies are described.

Keywords-- Collective learning, community ethics, ethics of obedience, university mathematics, objectivation theory.

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.435>

ISBN: 978-628-95207-0-5 **ISSN:** 2414-6390

La necesidad de una ética comunitaria en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en carreras de ingeniería

César Augusto García-Ubaque, PhD¹, Rodolfo Vergel, PhD¹ and Juan Sebastián Sánchez-Gómez, MSc²

¹Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia, cagarciau@udistrital.edu.co, rvergelc@udistrital.edu.co

²Universidad Sergio Arboleda, Colombia, juan.sanchezg@correo.usa.edu.co

Abstract– This article presents reflections on ethics in undergraduate mathematics classes in engineering in Colombia. It seeks to conceptualize ethics as forms of relationship with the other or as forms of alterity. In other words, since the production and learning of mathematics began, these are conceived as events that occur in human practice, and as the theory of objectivation suggests, ethics turns out to be an unavoidable element to consider. In this context, the first part of the article begins with a brief contextualization of the relationship between the teaching and learning of mathematics and engineering from an ethical perspective. In the second part, an approach to Radford's objectivation theory is shown, to describe his ethical position. In the third part, the design of an instrument is presented to explore with a group of university mathematics professors the types of ethics that may be operating in the classroom. The analysis of the responses to the instrument is shown in the fourth part of the article and, finally, some reflections and suggestions for future studies are described.

Keywords-- Collective learning, community ethics, ethics of obedience, university mathematics, objectivation theory.

I. INTRODUCCIÓN

La imagen pública y el significado social de las matemáticas no es un tema, estrictamente hablando, que tenga que ver con su enseñanza y aprendizaje, ya que, teniendo en cuenta el gran énfasis en tecnología y ciencias en nuestra cultura, puede constituirse como “filtro crítico” para controlar el acceso a una buena parte de la sociedad a áreas de estudios avanzados y a trabajos con una alta exigencia en estos temas [1]. No es sorprendente, pues, que, si entendemos la ética como la forma de la alteridad, es decir, la forma de la relación al otro [2], se posibilite un debate en relación con el hecho aceptado acríticamente según el cual las matemáticas son totalmente beneficiosas. Como lo nota Ernest [3], “un problema central de la ética de las matemáticas y su enseñanza es que la bondad de esta disciplina se da por sentada”.

Esta bondad también aparece en las carreras de ingeniería y, específicamente, en las clases de matemáticas (cálculo diferencial e integral, ecuaciones diferenciales, álgebra lineal) y de física. No se objeta la importancia que los conocimientos en estas áreas del saber tienen en la formación académica del ingeniero. La ética no ha sido un tema de mucha vigencia e interés en la educación matemática. “Una concepción de las matemáticas no como formas platónicas sino como actividad humana lleva de manera inevitable a la cuestión de la ética” [4], en tanto que la actividad matemática implica necesariamente una relación entre los sujetos inmersos en dicha actividad. Considerando que los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas inevitablemente ponen de presente la interacción, no es categórico afirmar que la idea de relación siempre estará presente. Aún si pensamos en la enseñanza

tradicional, la interacción entre individuos (estudiante-profesor y estudiante-estudiante) aparece, sólo que este tipo de interacción es muy débil.

No obstante, nos preguntamos ¿en qué sentido la ética es relevante en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en las carreras de ingeniería? Esta pregunta no puede responderse si no traemos a la discusión la idea de la escuela moderna o postmoderna occidental que considera al individuo como su propio fundamento y como fundamento del mundo. Esta es la figura histórica de la ontología moderna de la escuela que despoja lo humano de todas sus determinaciones sociales, culturales, históricas y políticas. Más bien estaríamos predicando acerca de un sujeto en tanto que individuo de necesidad. Cuando hablamos del sujeto como un individuo de necesidad, estamos diciendo que es una entidad que encuentra “fuera de sí mismo [...] las condiciones de acción (agency), responsabilidad y subjetividad ética” [5]. Pero no solo esto. Nosotros, los humanos, somos principalmente afectados continuamente por nuestros contextos; somos interdependientes en la forma en que llegamos a conocernos y sentirnos unos con otros. En otras palabras, la dimensión ética considerada plantea una imagen de los seres humanos “como seres fundamentalmente interdependientes, cuyas pasiones y opiniones son continuamente despertadas, reforzadas y transformadas por las de sus semejantes” [6]. De manera más general, “tener una idea es al mismo tiempo estar en un estado afectivo” [6]. Un corolario que se desprende de esta argumentación es que el aprendizaje no puede ser reducido a un problema de representaciones o cogitaciones mentales, sino un problema de toma de conciencia, más específicamente, una toma de conciencia concreta de un saber cultural, de sus presupuestos, de sus posibilidades, de sus límites. En tal sentido, podríamos señalar que desde un punto de vista educativo, el problema por enfrentar es el de la creación de las condiciones de posibilidad que permitan llevar a los cambios en las formas de alteridad en las clases de matemáticas en carreras de ingeniería. Este trabajo, si bien no resuelve este problema, sí ofrece algunas pistas que permiten seguir pensando sobre nuevas formas de alteridad que promuevan la constitución dialéctica de sujetos éticos que se posicionan críticamente ante prácticas matemáticas constituidas histórica y culturalmente.

En consecuencia, el trabajo que presentamos intenta iniciar una discusión y generar reflexión sobre las formas de relación con el otro, o formas de alteridad, en las clases de matemáticas universitarias en carreras de ingeniería. Para ello, abordamos en la primera parte una breve contextualización de la relación, desde una mirada ética, entre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas y la ingeniería. En la segunda sección presentamos

una aproximación a la teoría de la objetivación de Radford y planteamos la postura de la dimensión ética en esta teoría. Esta aproximación es necesaria en tanto que algunas de sus categorías teóricas nos sirven para interpretar el fenómeno de la interacción social en el aula de matemáticas. Posteriormente describimos un instrumento diseñado para indagar en un grupo de profesores de matemáticas universitarias por los tipos de ética que pueden estar operando en las aulas de clase. En el cuarto apartado nos detenemos a analizar los testimonios de los profesores que cooperaron con este estudio y, finalmente, presentamos una serie de reflexiones y sugerencias de estudios futuros.

A. *Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas e ingeniería: una relación necesaria desde una mirada ética*

La matemática ocupa un lugar importante en el desarrollo de la cultura de la humanidad porque crea un modelo de pensamiento, fomenta la capacidad de abstracción, es una herramienta de modelación de la realidad y se constituye en un lenguaje básico para la ciencia y la tecnología [7]. La matemática como actividad típicamente humana es esencialmente una actividad de pensamiento, más que una rutina o mecanismo que las máquinas pueden realizar y, posee su propio estilo de razonamiento.

No podemos comprender la relación entre matemáticas e ingeniería, sin antes revisar ¿qué es la ingeniería? La ingeniería puede ser considerada como: ciencia social, ciencia básica, diseño y realización práctica; lo que puede ser visto como la unión, interpretación y configuración de conocimiento fuertemente orientado a la resolución de problemas [8]. La ingeniería es una disciplina de aplicación de conocimientos, que tiene un fuerte componente tanto de ciencias formales como de ciencias factuales, orientada hacia la lógica y su propósito es construir utilidad para la humanidad.

Por otra parte, es importante distinguir entre las matemáticas como disciplina, de las matemáticas que se enseñan dentro de un ciclo de formación profesional, en este caso, la ingeniería [1]. De acuerdo con Bunge [9], la matemática es una ciencia que no se ocupa de los hechos, su objeto es abstracto; el principal dominio de las matemáticas puras son sus sistemas axiomáticos y las rigurosas demostraciones de teoremas, lo cual no es la prioridad en la formación universitaria [1]. Capace [10] habla de una relación bilateral, dado que la ingeniería le aporta a la matemática problemas reales y esta a su vez le proporciona un marco para el desarrollo creciente de técnicas en la resolución de problemas.

La ingeniería como ciencia aplicada aprovecha conceptos matemáticos y científicos para crear y transformar el mundo y generar soluciones para la sociedad. Sin embargo, por alguna razón, sus procesos formativos se han mantenido estáticos en el tiempo y no se han adaptado al desarrollo tecnológico y la complejidad de los problemas globales de la actualidad [11]. Es importante tener en cuenta que para satisfacer diferentes necesidades de la sociedad actual se requiere contar con un mayor número de ingenieros [12], por lo cual se requiere que

las instituciones de educación que preparan a este tipo de profesionales se den a la tarea de repensar de manera primordial la enseñanza de las ciencias básicas, especialmente, la de las matemáticas.

Las causas de la dificultad y falta de motivación de los estudiantes hacia las matemáticas son muy variadas; por ejemplo: descontextualización y abstracción de los contenidos programáticos, desatención del momento psicoevolutivo en que se sitúan los estudiantes, no considerar la praxis cotidiana como el punto de partida de todo conocimiento y el uso de una metodología deductiva, memorística, y repetitiva, que reprime la creatividad y originalidad en la mayoría de los casos y produce rechazo en los estudiantes hacia la ciencia [13]. Debiera considerarse a las matemáticas como una estructura profundamente cambiante y viva que se construye, pero también que se descubre con su historia y filosofía; lo cual genera un modelo de aprendizaje ético que involucra no solo el cuerpo de conocimiento como un ente abstracto, sino insertado y relevante en el contexto histórico, cultural y personal de los individuos comprometidos en el acto de aprendizaje, lo cual incluye tanto a profesores, como a estudiantes.

Por otra parte, Rodríguez [12] sostiene que la enseñanza de las ciencias, especialmente de la matemática debe generar integración disciplinaria y la enseñanza en contexto. Capace [10] propone una pregunta muy interesante: ¿la enseñanza de las matemáticas responde a los nuevos desafíos de la ingeniería? Y plantea que estos problemas no residen en los estudiantes (habilidades, capacidades), sino en las formas académicas tradicionales, con contenidos matemáticos disociados del uso que se da por parte de los profesionales en ingeniería. Nos otros agregaríamos la inquietud por las formas de relación con el otro, esto es, las formas de la alteridad como un aspecto capital que viene a incidir decididamente en la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en carreras de ingeniería. En efecto, todo modelo pedagógico, todo acto de aprendizaje, reposa en y moviliza una ética, puesto que, en los actos de aprendizaje de cada modelo pedagógico, hay un profesor y por lo menos un estudiante; uno va a tener que dirigirse al otro, y ese direccionamiento al otro incluye ya un acto ético.

Las matemáticas no pueden obviar la realidad ética subyacente a sí misma, pues su producción tiene una naturaleza relacional. Es decir, si aprender matemáticas es solo pensamiento, cognición pura y fría, un aprendizaje técnico de utilización de metodologías y el uso de instrumentos, la ética no tiene cabida en la discusión matemática, ni pedagógica. Por el contrario, si se considera que esta es una actividad humana y un proceso relacional, entonces, lo relacional incluye y necesita de la ética [4].

La idea de promover un espacio de diálogo entre los estudiantes en las aulas de clase no es un tema fácil. De hecho, algunas dificultades están asociadas a la manera como los profesores intentan conducir diálogos de toda la clase evidenciando pocas habilidades para para cuestionar a los estudiantes [14]. Este aspecto está íntimamente vinculado con

las creencias de profesores universitarios sobre su propia eficacia y la noción del proceso de educación. La transición de una comprensión de la enseñanza centrada en el docente a una centrada en el alumno requiere la comprensión del propio desarrollo del maestro como individuo conectado con su entorno social y cultural. Además, se necesita de un ambiente muy favorable de colaboración entre colegas, de manera que se favorezcan procesos mayoritariamente cooperativos y no competitivos [15].

El tema de las relaciones entre los individuos que participan en el proceso educativo es determinante en la aproximación y contextualización del saber adquirido [16], pues es claro que las relaciones humanas tienen mucho que ver con la manera en que cada uno de nosotros llega a conceptualizar el mundo. Se debe permitir al docente repensar su actuar, tanto en el aula, como fuera de ella y de qué manera puede aceptar ser permeado por su contexto social, histórico y cultural y el de sus alumnos [14].

Los procesos de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas no pueden ser estáticos ni estandarizados, ya que deben ser el resultado de la interacción de intereses, historias, relaciones y necesidades del contexto en donde se lleva a cabo [17], lo cual sugiere que los “énfasis en el aprendizaje de los estudiantes” deben superar la idea mercantilista de que el proceso educativo cumple solamente indicadores de alta calidad, desestimando la idea de favorecer ambientes escolares éticos.

B. Una aproximación a la teoría de la objetivación y sus consideraciones sobre la ética

La necesidad de enmarcar teóricamente este estudio sugiere explicitar algunos conceptos provenientes de la teoría de la objetivación (TO), los cuales servirán como categorías teóricas que nos permitirán interpretar la realidad del aula de matemáticas universitarias, específicamente en lo que tiene que ver con la naturaleza de las relaciones de tipo ético que pueden estar operando. A continuación, exponemos una síntesis muy apretada de la TO y explicitamos su postura sobre la dimensión ética.

La TO es una teoría educativa de la alteridad que se inspira en el materialismo dialéctico [18]. La TO se inscribe en un proyecto educativo diferente de aquellos en los que se inscriben otras teorías que consideran el objetivo de la Educación Matemática como la difusión del saber.

En el marco de la TO, la producción de saberes se entiende como las formas en las cuales los saberes matemáticos son movilizados en el aula, es decir, las maneras como éstos se ponen en movimiento. La movilización de los saberes y de las formas de ser cultural e históricamente constituidas requiere de una actividad de aula muy específica: una labor conjunta, categoría capital que en la TO está influenciada por el materialismo dialéctico.

En la TO la categoría de aprendizaje es considerada como un fenómeno subjetivo. Sin embargo, el sentido no es el mismo que confieren algunas aproximaciones teóricas de corte individualista.

Más específicamente, la TO conceptualiza el aprendizaje “en términos de procesos que son al mismo tiempo procesos de objetivación y procesos de subjetivación” [16]. En esta aproximación teórica se considera que el saber no se construye ni se transmite, sino que se encuentra a través de procesos sociales, sensoriales, colectivos de objetivación. Por procesos de objetivación la TO refiere a aquellos “procesos activos, encarnados, discursivos, simbólicos y materiales a través de los cuales los estudiantes se encuentran, notan y se familiarizan críticamente con sistemas de pensamiento, reflexión y acción constituidos histórica y culturalmente” [16]. Queremos enfatizar que la naturaleza epistemológica del concepto de objetivación permite plantear el aprendizaje como un proceso social (no es un proceso individual) de encuentro con sistemas de pensamiento [matemático, científico, estético, legal, etc.] que ya están en la cultura. Los procesos de subjetivación, por su parte, refieren la idea según la cual “los seres humanos son siempre proyectos de vida inconclusos, sujetos en perpetua creación [...] son los procesos de creación incesante del sujeto, de creación continua de un sujeto histórico y cultural singular” [16]. Un primer corolario que se desprende de esta argumentación es que la TO propone una conceptualización del aprendizaje en la que, aun cuando el sujeto está presente de manera fundamental, éste no es una entidad substancial, es decir, no es el origen de los procesos cognitivos y epistemológicos que subyacen al aprendizaje. Un segundo corolario que podemos identificar es que los procesos de objetivación y de subjetivación se encuentran en relación dialéctica. Unos no ocurren sin los otros [18]. En otras palabras, no es posible saber sin ser [18].

Anteriormente habíamos insinuado que la categoría capital de la TO es la actividad en tanto que labor conjunta. Para disipar interpretaciones variadas o quizás malentendidas, la labor conjunta no es considerada en la TO como un mero conjunto de acciones coordinadas o, incluso, como un conjunto de sofisticadas acciones para lograr un determinado fin (por ejemplo, las maneras como se trabaja en grupo para resolver un problema de matemáticas o de física). Tampoco se entiende solamente como hacer o producir algo, pues esto devela una mirada puramente instrumental.

En su sentido ontológico más profundo, este tipo de actividad es, como sugería Marx, una “forma de vida”. La actividad es la expresión o manifestación de la vida de los individuos. Tal y como los individuos manifiestan su vida, así son. Lo que son coincide, por consiguiente, con su producción, tanto con lo que producen como con el modo cómo producen [19]. Y es en este sentido que es posible afirmar que lo que los individuos son depende, por tanto, de las condiciones materiales de su producción. Es justamente en esta actividad específica y concreta en la cual no es posible soslayar las formas de relación con los otros, esto es, las relaciones éticas.

Como sostienen Radford y Lasprilla [4], desde el mismo preciso momento en que la producción y el aprendizaje de las matemáticas se conciben como acontecimientos procesuales que ocurren en la práctica humana concreta, la ética resulta ser

un elemento ineludible de considerar. Desde la TO es, entonces, sensatos preguntarnos, ¿Qué tipo de ética podemos fomentar en el aula que sea coherente con el proyecto educativo en el que se enmarca la teoría de la objetivación? La TO intenta responder a este desafío con lo que se ha dado por llamar la “ética comunitaria”.

Esta búsqueda de la ética comunitaria, centrada en tres vectores: la responsabilidad, el compromiso hacia los demás y el cuidado del otro, convendría para ir abandonando progresivamente aquellos modelos pedagógicos en los cuales impera la individualidad y la alienación. De hecho, estos tres vectores vienen a configurar la estructura esencial de la subjetividad.

La ética, que hemos llamado comunitaria, está basada en una concepción no esencialista de la persona (profesor, estudiantes), una concepción del sujeto que se apoya en una relación de alteridad y se fundamenta en el otro [20]. Entender lo ético como forma de alteridad, es decir, como la manera como me relaciono con el otro, requiere comprender que los fenómenos históricos, sociales y culturales de la actividad humana influyen las éticas que habitan dicha actividad. Desde la TO buscamos una ética basada en la constitución reflexiva y crítica de las “capacidades humanas” (por ej., la voluntad, el amor, la cooperación, la solidaridad). En estas capacidades se confirman las relaciones humanas y de los sujetos en sus contextos histórico-culturales [19].

Tal como se sugiere en Vergely Miranda [18], es a través de este tipo de ética de carácter relacional que podríamos favorecer formas de cooperación humana no alienantes, esto es, un tipo de interacción social o cooperación humana en la que el sujeto siente que puede y debe expresarse, es decir, comportarse humanamente, como pregonaba el gran filósofo alemán Karl Marx. Es, justamente, bajo estas circunstancias que los sujetos (estudiantes y profesores) tienen la posibilidad de afirmarse en el mundo social y cultural. Más aún, posibilitar las condiciones de creación de formas de interacción humana no alienantes abre un horizonte prometedor para conferir sentido y significado a sistemas complejos de pensamiento matemático que han sido constituidos histórica y culturalmente. En la TO se defiende la hipótesis de Radford o hipótesis de Brasil, según la cual “las formas de producción del saber serán no alienantes si las formas de colaboración humana no lo son” [18], en otras palabras, las formas de producción de saberes en el aula están inextricablemente amarradas a formas de interacción y cooperación humana.

II. METODOLOGÍA

En el marco de esta discusión hemos indagado, a través de una entrevista estructurada, con un grupo de profesores universitarios que orientan clases de matemáticas las ideas que pueden emerger en relación con la ética que opera en el aula de matemáticas. Las preguntas formuladas pretenden poner en evidencia las formas de relación del profesor con los estudiantes y entre los estudiantes como un aspecto clave de la caracterización de la ética que puede estar operando. La ética

que se propone en la TO está basada en una concepción no esencialista de la persona, esto es, una concepción del sujeto que se apoya en una relación de alteridad y se fundamenta en el otro [20]. Desde esta postura Léviniana, entendemos que nuestras acciones y hechos siempre están modulados por la presencia del Otro, una presencia que nos llega indiscutiblemente de manera sensible, esto es, a través de la proximidad de nuestros cuerpos.

El grupo seleccionado de profesores hace parte de la carrera de Ingeniería Civil de una universidad pública de la ciudad de Bogotá (Colombia). Optamos por un estudio de caso basado en la idea de que “proporciona un ejemplo único de personas reales en situaciones reales, lo que permite a los lectores comprender las ideas con mayor claridad que simplemente presentándoles teorías o principios abstractos” [21]. De esta manera asumen un protagonismo los testimonios de los profesores al responder al instrumento diseñado para ello.

Los criterios de selección de los profesores (codificados como D1, D2, D3) son tres. En primer lugar, son profesores que han tenido a cargo cursos de matemáticas superiores. El segundo criterio de selección consistió en el reconocimiento de la trayectoria académica y vasta experiencia en la orientación de estos cursos universitarios y el tercer criterio obedece a su consentimiento para participar con sus respuestas en este estudio.

Debido a la situación de emergencia sanitaria causada por el COVID-19, el cuestionario fue enviado a través de correo electrónico a los tres profesores previo consentimiento para colaborar con el estudio. Dicho consentimiento se discutió a través de una serie de conversaciones con los profesores vía Google Meet. En la idea de profundizar aún más en los tres casos, sostuvimos conversaciones con cada uno de los profesores en momentos distintos, en los cuales se contextualizó acerca de los propósitos del estudio. Después de precisar que el instrumento no pretendía evaluar su desempeño profesional, pues sólo perseguíamos comprender más profundamente aspectos asociados con la naturaleza de las interacciones sociales en las clases de matemáticas universitarias, los profesores estuvieron de acuerdo en colaborar respondiendo al instrumento. El instrumento diseñado se presenta en la Tabla 1.

TABLA I
INSTRUMENTO QUE INDAGA SOBRE LOS ASPECTOS ÉTICOS EN LA CLASE DE MATEMÁTICAS UNIVERSITARIAS.

<p>Estimado profesor: Las preguntas-solicitudes que se formulan a continuación hacen parte de un estudio en educación matemática en el marco de las matemáticas universitarias en carreras de ingeniería. Las preguntas no pretenden evaluar su desempeño profesional, solamente conocer más profundamente los tipos de interacción social que se propician en las aulas de clase de matemáticas universitarias. Le agradecemos responder concretamente y con los detalles necesarios.</p> <p>P1. ¿Qué aspectos observas y privilegas cuando los estudiantes trabajan en grupo en la resolución de un problema matemático?</p> <p>P2. ¿Qué características sobre la interacción social identificas cuando los estudiantes trabajan en grupo en torno a la resolución de un problema matemático?</p> <p>P3. Describe brevemente cómo procedes para desarrollar una clase de matemáticas universitarias. Si deseas, selecciona un tema o proceso matemático para ejemplificar la manera como procedes en el desarrollo de la clase.</p> <p>P4. En el contexto de una serie de sesiones de clase sobre un tópico de matemáticas universitarias, ¿Qué indicadores mostrarían que los estudiantes están aprendiendo o ese tópico matemático?</p>

Las preguntas que conforman el instrumento se sustentan en la idea según la cual la ética es considerada como la forma de relación con el otro, es decir, la forma de la alteridad [4]. Desde la perspectiva de la TO, la dimensión ética es la que hace del proceso colectivo mucho más que un proceso efectuado por un simple aglomerado de sujetos vinculados por relaciones contractuales que se definen, en última instancia, en términos del beneficio propio. Además, las acciones a través de las cuales el sujeto se constituye están inmersas en formas de acción y de relación hacia otros que ya son culturales e históricas. Justamente la historicidad de la que estamos hablando es de suma importancia en tanto que debemos reconocer que las formas de la alteridad no son naturales ni tampoco obedecen a normas de conducta preestablecidas. Más bien lo que hay que entender es que la misma acción de los individuos en la actividad ya incluye un modo de producción social, cultural e histórico a través del cual, en sus acciones, estos individuos se producen a sí mismos como sujetos humanos.

Más específicamente, la pertinencia de la naturaleza de las preguntas del instrumento reside en que vemos las matemáticas como matemáticas que se practican con otros; su calidad pasa, pues, por una ética. En la medida en que esta ética no permita una acción profunda interactiva con otros, esas matemáticas, los aprendizajes que de ellas puedan hacer los estudiantes y las subjetividades que en ese aprendizaje puedan conformarse y producirse, se verán muy limitados. De acuerdo con los presupuestos teóricos de la TO, asumimos que lo que ocurre en el aula es que no solo se producen saberes matemáticos, sino también subjetividades. Para el estudio que estamos presentando, consideramos que los estudiantes no se relacionan con las matemáticas universitarias únicamente en términos cognitivos, ellos también se relacionan con aquellas a través de y con sus emociones [22], por lo que proponemos que las matemáticas deben ser vistas como procesos relacionales y afectivos [4].

III. RESULTADOS

La indagación con los tres profesores universitarios (D1, D2, D3) nos permitió, a través de sus testimonios, avanzar en las concepciones que ellos consideraban sobre las interacciones sociales, así como la forma como veían el aprendizaje en la clase de matemáticas. En la siguiente rejilla se presenta la sistematización de las respuestas de los profesores a las preguntas P1, P2, P3 y P4 que formulamos. Estas respuestas han sido transcritas literalmente como ellos nos han respondido. La sigla RP1D1 significa la respuesta a la pregunta P1 por parte del docente D1; RP2D3 quiere decir respuesta a la pregunta P2 por parte del docente D3; RP3D2 significa la respuesta a la pregunta P3 por parte del docente D3, etc.

TABLA II
SISTEMATIZACIÓN DE LAS RESPUESTAS DE LOS DOCENTES D1, D2 Y D3 AL INSTRUMENTO DISEÑADO.

Respuestas de los docentes al instrumento diseñado

<p>P1 ¿Qué aspectos observas y privilegas cuando los estudiantes trabajan en grupo en la resolución de un problema matemático?</p>	<p>RP1D1 Comprensión de lectura, el saber relacionarlo con lo aprendido, el análisis matemático, la capacidad de generalización o de adaptación si se cambian hipótesis, justificación, capacidad de usar diferentes tipos de representación.</p> <p>RP1D2 <u>Liderazgo.</u> Lidera el grupo y orienta a los respectivos integrantes con el fin de obtener las mejores soluciones a los ejercicios propuestos. <u>Organización.</u> Organiza y plantea claramente algoritmos de solución a los ejercicios propuestos, relacionándolos con su entorno profesional. <u>Rigurosidad.</u> Presenta rigurosamente la veracidad de la solución de problemas matemáticos propuestos utilizando eficientemente los conceptos aprendidos.</p> <p>RP1D3 Colaboración: cuando los estudiantes se reparten tareas e investigan de la mejor forma para encontrar la solución correcta del problema. Dedicación: cuando los estudiantes que conforman el grupo de trabajo dedican tiempo en la solución del problema.</p>
<p>P2 ¿Qué características sobre la interacción social identificas cuando los estudiantes trabajan en grupo en torno a la resolución de un problema matemático?</p>	<p>RP2D1 Depende del contexto cultural. Por ejemplo, en Colombia: En algunos grupos (la mayoría): Carencia de competencias comunicativas (matemáticas); dificultad para explicar a sus compañeros expresar el desarrollo que siguió de su trabajo, presentan un bajo nivel de sintaxis para expresar lo que quieren. Baja autoestima (se dicen a sí mismos “quetontos”, “yo sí no sirvo para esto” y otras). Miedo al bullying. Comunicación agresiva y/o violenta que propicia el bloqueo de la comunicación, es decir, comunicación no asertiva. Miedo o “pereza” a los desafíos. Dispersión. Individualismo. La comunicación la hacen para repartir el trabajo que hacen después individualmente pero no se retroalimentan entre ellos; no hay trabajo en equipo. Apatía. En otros grupos (minoría): Compromiso. Los estudiantes comentan sus puntos de vista, interactúan constantemente y sacan conclusiones; en otras palabras, se complementan (retroalimentan) y por ende hacen un trabajo en equipo. Solidaridad. Comunicación asertiva. En Chile o Argentina encuentro que hay más solidaridad, empatía y por ende trabajo en equipo.</p> <p>RP2D2 <u>Afectividad.</u> Forma como los estudiantes atienden o aceptan los conceptos presentados por los demás integrantes. <u>Efectividad.</u> Forma como presentan posibles soluciones a los problemas propuestos.</p> <p>RP2D3 Liderazgo: cuando un miembro del grupo toma la tutela en la organización del grupo para lograr la mejor resolución del problema planteado. Cooperación: cuando los miembros del grupo todos se preocupan por el desarrollo y buena participación de su grupo.</p>
<p>P3 Describe brevemente cómo procedes para desarrollar una clase de matemáticas universitarias. Si deseas, selecciona un tema o proceso matemático para ejemplificar la manera como procedes en el desarrollo de la clase.</p>	<p>RP3D1 Empiezo dando un espacio para hacer preguntas de temas vistos anteriormente y/o de ejercicios propuestos anteriormente, espacio que también uso cuando hay tiempo para empatizar con los alumnos y crear un ambiente empático. Contextualizo a los estudiantes: si el tema es muy teórico explico hacia donde conduce a futuro, la importancia de entenderlo y qué viene después teórica o prácticamente hablando; si el tema es una aplicación, expongo una situación y hago preguntas que se quieren contestar con el saber de dicho tema. A continuación, empiezo a exponer el tema dejando momento de reflexión, preguntando cómo van para saber si me devuelvo un poco y dependiendo del tema ir haciendo preguntas que me indiquen la comprensión de lo explicado. Cuando termino el tema recorro a ejemplos simples y después a ejercicios. En el momento de los ejercicios dejo un tiempo prudente para que ellos mismos lean el enunciado, después les pregunto cuáles</p>

	<p>son los datos o hipótesis del ejercicio y qué es lo que se está preguntando. Una vez discutidas estas preguntas entre todos y estando segura de que se entiende bien el enunciado doy otro tiempo para que ellos intenten por sí mismos de encontrar o por lo menos de trazar un “mapa” de la solución o de por dónde empezar el ejercicio. Lo soluciono y doy cabida a todas las preguntas que surjan. Dependiendo del nivel de los alumnos voy subiendo la complejidad de los ejercicios. Me gusta jugar con las diferentes representaciones de un mismo tema. Dejo ejercicios para la casa, los cuales no se entregan, son diferentes a los convencionales de los libros, pero en los cuales se estimulen y desarrollen ideas clave en la profundización e interrelación de los temas de la misma materia o incluso cuando aplica con otras. Por último, cuento o pregunto qué pasaría si se quiere preguntar otra cosa en particular con la misma información del ejercicio o con modificaciones de este, o si se logra establecer una conexión o similitud o con otra área que ellos conozcan.</p> <p>RP3D2 En este caso creo que solicitan un plan de clase...</p> <p>RP3D3 Preparo con antelación el tema que se desarrollará en la clase, para esto realizo en Scientific Workplace una presentación de este, dicha presentación la voy explicando durante la clase, además se plantean ejemplos de la temática y los voy desarrollando, luego les planteo ejercicios para que los estudiantes los desarrollen y se pide un voluntario que pase al tablero y escriba cómo lo desarrolló, para poder verificar y corregir ante el curso las equivocaciones, así como los aciertos. Después de cada tema visto en clase se deja una serie de ejercicios para que los estudiantes desarrollen y en la clase siguiente puedan preguntar.</p>
<p>P4 En el contexto de una serie de sesiones de clase sobre un tópico de matemáticas universitarias, ¿Qué indicadores mostrarían que los estudiantes están aprendiendo ese tópico matemático?</p>	<p>RP4D1 Los estudiantes: Tienen intuición y/o saben justificar una proposición (por ejemplo, al hacerle preguntas de falso o verdadero) en algún contexto de la aplicación y en contextos generales relacionados y en contextos paralelos. Pueden hacer diagramas de lo aprendido, es decir, poder ver el panorama general y poder hacer un resumen de lo que se está aprendiendo o un “feedback” Pueden hacer distintas representaciones de lo aprendido, por ejemplo, ecuaciones vs gráficas vs tablas etc., y cambiar de una a otra. Proponen nuevas alternativas para justificar o para establecer relaciones entre distintos eventos, enfoques y por qué no entre distintos temas.</p> <p>RP4D2 Demuestra capacidad y organiza los conceptos estudiados para presentar métodos de solución a los ejercicios propuestos. Demuestra habilidad para diferenciar los distintos conceptos estudiados y los relaciona con otras áreas del saber. Sugiere alternativas para elaborar algoritmos en la búsqueda de solución a los ejercicios propuestos. Colabora activamente en la resolución de los ejercicios propuestos cuando trabaja en equipo favoreciendo la disciplina académica del grupo.</p> <p>RP4D3 Curiosidad: Ya que el estudiante empieza a buscar ejercicios además de los propuestos y empieza a preguntar sobre la solución hecha por él. Investigación: El estudiante se preocupa por investigar algo más sobre los temas presentados y da aportes. Colaboración. Durante el desarrollo de las clases el estudiante es muy activo y participa continuamente en clase.</p>

resolución de un problema matemático?, las respuestas de los tres profesores tienen un elemento en común según el cual hay un énfasis en la producción de saberes matemáticos (por ejemplo, en la respuesta que ofrece D1: “Comprensión de lectura, el saber relacionarlo con lo aprendido, el análisis matemático, la capacidad de generalización o de adaptación si se cambian hipótesis, justificación, capacidad de usar diferentes tipos de representación”). De hecho, la idea de “liderazgo” que enuncia el profesor D2 aparece vinculada con un énfasis instrumental de la actividad, “Lidera el grupo y orienta a los respectivos integrantes con el fin de obtener las mejores soluciones a los ejercicios propuestos”. Desde la perspectiva de la TO esta concepción del trabajo en grupo, y en general de la actividad, es reductora, puesto que aun cuando aceptamos que el saber cultural se desvela a la conciencia de los sujetos a través de la actividad de enseñanza-aprendizaje, dicha actividad es generadora no solamente de saberes, sino también de subjetividades. En otras palabras, las formas de colaboración humana no están simplemente al servicio del saber o de la conceptualización. Estas están ligadas a la producción de subjetividades. Es fácil ver que, desde esta perspectiva –que es la que se elabora en la teoría de la objetivación [4]– las matemáticas, su producción y su enseñanza-aprendizaje no pueden comprenderse sino como procesos relacionales y afectivos entre colegas, o entre estudiantes y profesores, dado que es solamente a través de la actividad práctica-sensual de éstos, que las matemáticas pueden aparecer en el mundo y que se puede llegar a participar, comunicar y vivir la experiencia de estas.

Es más, la idea de “colaboración” (“cuando los estudiantes se reparten tareas e investigan de la mejor forma para encontrar la solución correcta del problema”) y la de “dedicación” que concibe D3 (“cuando los estudiantes que conforman el grupo de trabajo dedican tiempo en la solución del problema”), hacen hincapié en una mirada utilitarista de la actividad en matemáticas. La actividad, como se sugiere desde la TO, es mucho más que esta mirada instrumentalista en tanto que la actividad es un espacio relacional en el cual profesor y estudiantes trabajan y piensan juntos en lo que Hegel [23] llamaba la obra común. Es por medio de la actividad conjunta que el saber aparece sensualmente en el aula, a través de la acción, la percepción, los símbolos, los artefactos, los gestos, el lenguaje, de manera similar y, con una fuerza estética similar, que la música aparece sonoramente en una sala de conciertos a través del trabajo común de los miembros de la orquesta. El concepto de trabajo conjunto sugiere una perspectiva educativa que concibe la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas no como dos actividades separadas, sino como una sola y misma actividad: una en la que los profesores y los estudiantes, aunque sin hacer las mismas cosas, se comprometen juntos, intelectual y emocionalmente.

A. Consideraciones analíticas sobre las respuestas ofrecidas a la pregunta P1

En relación con la pregunta P1, ¿Qué aspectos observas y privilegas cuando los estudiantes trabajan en grupo en la

B. Consideraciones analíticas sobre las respuestas ofrecidas a la pregunta P2

En relación con la pregunta P2 (¿Qué características sobre la interacción social identificas cuando los estudiantes trabajan en grupo en torno a la resolución de un problema matemático?), los testimonios de los profesores ponen en evidencia un énfasis en la coordinación de acciones para conseguir un fin. Por ejemplo, en las respuestas que ofrece el docente D1 se pone el acento en la necesidad de desarrollar competencias comunicativas en matemáticas (“Carencia de competencias comunicativas (matemáticas); dificultad para explicar a sus compañeros expresar el desarrollo que siguió de su trabajo, presentan un bajo nivel de sintaxis para expresar lo que quieren”).

D1 manifiesta su preocupación en relación con la naturaleza de la interacción y las dificultades que normalmente se encuentran, “Baja autoestima (se dicen a sí mismos “qué tontos”, “yo sólo sirvo para esto” y otras). Miedo al bullying. Comunicación agresiva y/o violenta que propicia el bloqueo de la comunicación, es decir, comunicación no asertiva. Miedo o “pereza” a los desafíos. Dispersión. Individualismo. La comunicación la hacen para repartir el trabajo que hacen después individualmente pero no se retroalimentan entre ellos; no hay trabajo en equipo. Apatía”. Es importante también destacar aquí la preocupación que manifiesta este docente en relación con la idea individualista del trabajo en grupos.

Es evidente, pues, que la interacción social aparece como un aspecto cosmético o a lo sumo un instrumento al servicio de la conceptualización [24] o al servicio de los beneficios propios de un determinado individuo. El testimonio de D1 pone de presente un tipo de ética según la cual las formas de alteridad, es decir, de relaciones con el otro, tienen un origen histórico, cultural y material que refractan visiones y concepciones fluidas y antagónicas del mundo y de lo que puede llegar a significar el buen vivir.

Por su parte, en la respuesta ofrecida por el docente D2 se hace visible un aspecto sumamente importante en la dimensión ética como la concebimos en la TO, como lo es la “afectividad”, que para este docente se entiende como “Forma como los estudiantes atienden o aceptan los conceptos presentados por los demás integrantes”. No obstante, se deja entrever una idea de estudiante como entidad sujeta al saber disciplinario, lo cual se refuerza con la segunda parte de su respuesta (“Efectividad. Forma como presentan posibles soluciones a los problemas propuestos”), pues el estudiante es concebido en tanto que entidad general en apropiación de un saber; el estudiante aparece, como dirá Piaget más tarde, en tanto que sujeto epistémico.

El docente D3 hace hincapié en el “liderazgo”, entendido como “cuando un miembro del grupo toma la tutela en la organización del grupo para lograr la mejor resolución del problema planteado”. La idea de liderazgo aparece en este contexto supeditada a una mirada utilitarista e instrumental de la actividad y de la interacción social. Reducir la interacción social a un puro estímulo sugiere una idea muy pobre de la interacción, por no decir equivocada. La categoría vyotskyana de “zona de desarrollo próximo” plantea que la interacción con

otros, y en particular con el profesor, juega un papel crucial en el aprendizaje [25]. Este planteamiento también es válido para los elementos culturales, históricos y sociales. Desde la perspectiva de la TO, el problema es que los elementos sociales, culturales e históricos no pueden ser considerados instrumentalmente en el aprendizaje de los estudiantes. Esos elementos no pueden ser considerados como estímulos externos que ofrece el entorno o el contexto a la actividad cognitiva del estudiante; al contrario, estos elementos son parte constitutiva de las maneras en que llegamos a pensar el mundo, en que lo llegamos a conocer [26] [27]. Es más, la idea de “cooperación” en la respuesta de D3 (“cuando los miembros del grupo todos se preocupan por el desarrollo y buena participación de su grupo”) ofrece una mirada romántica de la interacción social, en tanto que el grupo puede funcionar según líneas de conducta previamente fijadas, pero desestima el aspecto de la producción de los saberes.

C. Consideraciones analíticas sobre las respuestas ofrecidas a la pregunta P3

La pregunta-solicitud P3 era Describe brevemente cómo procedes para desarrollar una clase de matemáticas universitarias. Si deseas, selecciona un tema o proceso matemático para ejemplificar la manera como procedes en el desarrollo de la clase. Aun cuando el docente D2 no ofrece muchas pistas, pues señala que “En este caso creo que solicitan un plan de clase...”, es posible afirmar que la concepción tradicional del plan de clase sugiere seguir una especie de guion que preferiblemente no sea objeto de cambios drásticos.

Por su parte, en las respuestas ofrecidas por los docentes D1 y D3 se puede ver lo que Radford [24] ha denominado “guía pedagógica máxima”, la cual opera de manera muy similar a la enseñanza tradicional. En este caso, el profesor controla la producción y circulación de ideas en el aula y solo le permite al estudiante una participación mínima e insignificante, por ejemplo, llamándolo al pizarrón, haciéndole preguntas muy cortas, etc. Es una enseñanza tradicional que añade elementos constructivistas de una manera cosmética (“Empiezo dando un espacio para hacer preguntas de temas vistos anteriormente y/o de ejercicios propuestos anteriormente, espacio que también uso cuando hay tiempo para empatizar con los alumnos y crear un ambiente empático. Contextualizo a los estudiantes: si el tema es muy teórico explico hacia donde conduce a futuro, la importancia de entenderlo y qué viene después teórica o prácticamente hablando; si el tema es una aplicación, expongo una situación y hago preguntas que se quieren contestar con el saber de dicho tema [...] empiezo a exponer el tema dejando momento de reflexión, preguntando cómo van para saber si me devuelvo un poco y dependiendo del tema ir haciendo preguntas que me indiquen la comprensión de lo explicado. Cuando termino el tema recorro a ejemplos simples y después a ejercicios” (RP3D1)); “Preparo con antelación el tema que se desarrollara en la clase, para esto realizo en Scientific Workplace una presentación del mismo, dicha presentación la voy explicando durante la clase, además se plantean ejemplos

de la temática y los voy desarrollando [...] les planteo ejercicios para que los estudiantes los desarrollen y se pide un voluntario que pase al tablero y escriba cómo lo desarrolló, para poder verificar y corregir ante el curso las equivocaciones, así como los aciertos. Después de cada tema visto en clase se deja una serie de ejercicios para que los estudiantes desarrollen y en la clase siguiente puedan preguntar” (RP3D3)). Más aún, es posible apreciar un modelo llamado “la enseñanza por modelaje” [24], en el cual el profesor “modela” la solución del problema para los estudiantes; en otras palabras, empieza mostrando a los estudiantes cómo hacer las cosas (por ejemplo, cómo resolver un problema nuevo). En este modelo, el profesor tiende a desaparecer progresivamente y de esta manera deja poco a poco la responsabilidad al estudiante, volviendo a caer en un tipo de aprendizaje de la enseñanza tradicional, sentado en una ética de la obediencia. La relación del profesor al estudiante es una relación de sumisión y de acatamiento.

D. Consideraciones analíticas sobre las respuestas ofrecidas a la pregunta P4

Con respecto a la solicitud-pregunta P4, En el contexto de una serie de sesiones de clase sobre un tópico de matemáticas universitarias, ¿Qué indicadores mostrarían que los estudiantes están aprendiendo ese tópico matemático?, identificamos un elemento en común en las respuestas ofrecidas por D1, D2 y D3, según el cual el indicador de un aprendizaje de un tópico o proceso matemático recae sobre la producción de los saberes.

Por ejemplo, D1 afirma que “Pueden hacer diagramas de lo aprendido, es decir, poder ver el panorama general y poder hacer un resumen de lo que se está aprendiendo o un “feedback””. Por su parte D2 expone: “Demuestra habilidad para diferenciar los distintos conceptos estudiados y los relaciona con otras áreas del saber [...] Sugiere alternativas para elaborar algoritmos en la búsqueda de solución a los ejercicios propuestos”. El docente D3 afirma: “Curiosidad: Ya que el estudiante empieza a buscar ejercicios además de los propuestos y empieza a preguntar sobre la solución hecha por él [...] Investigación: El estudiante se preocupa por investigar algo más sobre los temas presentados y da aportes”. Si bien D3 también plantea una idea de colaboración según la cual “Durante el desarrollo de las clases el estudiante es muy activo y participa continuamente en clase”, no es clara cuál es la naturaleza de la participación, por ejemplo si está interesado en comprender los signos de frustración de otro compañero y responde ante la presencia del otro [20]. En relación con este mismo aspecto, el docente D2 afirma que un indicador del aprendizaje matemático es que el estudiante “Colabora activamente en la resolución de los ejercicios propuestos cuando trabaja en equipo favoreciendo la disciplina académica del grupo”, sin embargo, por un lado, no hay explícitamente una idea del desarrollo de la subjetividad [4] y, de otra parte, lo que este docente alude sobre “trabaja en equipo favoreciendo la disciplina académica del grupo” parece relacionarse nuevamente con la idea instrumentalista del trabajo en grupo. Radford lo dice de la siguiente manera:

Evidentemente, el discurso educativo puede llegar a tomar en cuenta la interacción entre estudiantes, la comunicación e incluso puede hacer referencia a la lección que siguieron los estudiantes con el profesor. Sin embargo, todos estos elementos sociales son vistos de forma instrumental: son considerados estímulos externos que ofrece el entorno a la actividad cognitiva del estudiante [24].

En relación con las consideraciones analíticas que hemos planteado sobre las respuestas ofrecidas por los docentes, podemos agregar que el aprendizaje es visto como un atributo del estudiante. En otras palabras, el aprendizaje es un fenómeno que se predica o se dice de un sujeto, de un individuo. Como señala Radford [24], “hay un discurso socioeducativo que asigna una realidad a la idea del aprendizaje como fenómeno que acontece (o no) a alguien, al estudiante”. Pero no solo esto. Es posible señalar que un estudiante aprende cuando puede responder a las preguntas que se le hacen de manera autónoma. En este caso, la autonomía se toma como criterio de aprendizaje. Es en este sentido que cobra importancia la idea de ver la educación como un proceso centrado en el desarrollo de las competencias necesarias para funcionar adecuadamente en una economía de mercado [2], es decir una donde unos producen y otros consumen, una economía en donde el capital produce más capital, y concibe al estudiante como capital humano “competente” [2], es decir, un humano que adquiere en la universidad lo que se necesita para entrar en el mundo de la técnica, de la producción y del consumo. Nuestra posición es que la universidad (y también la escuela) no puede reducirse a agencias en las cuales se prepara técnicamente a los estudiantes para posicionarlos en el mundo laboral. Esto es reducir o simplificar la educación a un adiestramiento en competencias técnicas que persiguen mejorar los indicadores de empleabilidad.

Desde la perspectiva de la TO abogamos por una concepción de la universidad (y de la escuela en general) no solamente como templo del saber, sino también como espacios relacionales en los cuales nos formamos como personas, aprendemos a relacionarnos con los otros, exploramos formas de objetar al otro y de comprender su punto de vista, aprendemos sobre nuestra historicidad y a reconocer que las intervenciones de los otros se constituyen en aserciones distintas de la realidad, en suma, aprendemos a ser.

Finalmente, y de manera general, las respuestas ofrecidas por los docentes a las preguntas-solicitudes P3 y P4 sugieren una idea del estudiante como una entidad que piensa “naturalmente” de ciertas maneras [24]. Es en este sentido que podemos entender que el trabajo del profesor es guiar al estudiante. En otros términos, se está concibiendo al estudiante como una mera entidad psicológica, un “sujeto cognitivo” [26], “como si llevara en la cabeza una cajita con ideas y representaciones del mundo” [24], olvidando, tal vez, que las formas de pensar son culturales e históricas. No podemos ignorar que el mundo está repleto de conceptualizaciones histórico-culturales que nos abarcan como sujetos.

IV. CONCLUSIONES

En este trabajo iniciamos una discusión en relación con el tipo de ética que puede estar operando en la actividad de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en el contexto universitario de carreras de ingeniería. Nuestra intención fue ofrecer un abordaje exploratorio, apoyándonos en datos que provienen de una entrevista estructurada a tres profesores universitarios que orientan clases de matemáticas en una universidad pública de la ciudad de Bogotá (Colombia). Nos parece importante, a pesar de los límites de nuestro estudio, plantear algunas reflexiones que podrían eventualmente ser pertinentes para adelantar otras investigaciones.

Debido a las razones que expusimos en la introducción de este artículo, la ética no ha sido un tema de interés en la educación matemática universitaria. “Una concepción de las matemáticas no como formas platónicas sino como actividad humana lleva de manera inevitable a la cuestión de la ética” [4].

Si concebimos las matemáticas como una entidad que no es ni psicológica ni subjetiva, sino histórico y cultural, que es a la vez general y concreta, las matemáticas nos aparecen como algo que, en vez de estar supuestamente en los cielos o en la cabeza de la gente, son visuales, táctiles, materiales, simbólicas, gestuales y cinéticas [4].

Entendemos, pues, que la actividad matemática universitaria implica una relación entre aquellos sujetos inmersos en dicha actividad y una relación de legitimación de contenidos disciplinarios. La ética es una discusión ineludible en cualquier proceso educativo dado el componente relacional, humano y afectivo de la actividad de enseñanza-aprendizaje. La dimensión ética de cualquier actividad humana responde a la cosmovisión de la comunidad donde se desarrolla, su escala de valores, los desafíos físicos, sociales y culturales a los que se enfrenta.

Para plantear nuestro análisis sobre las respuestas ofrecidas por los tres profesores universitarios bajo estudio, nos hemos afincado en la teoría de la objetivación y en su aproximación ética Leviniana. Dentro de esta teoría, las relaciones humanas ocurren en el marco de una actividad, la cual está sustentada por dos ejes: las formas de circulación de saberes y las formas de colaboración humana [22]. Los análisis realizados nos permiten afirmar que en general la acción de los profesores sugiere que los estudiantes se apegan a una ética en donde la relación a la otredad es alienante, una ética del opresor y del oprimido [28].

Los análisis llevados a cabo de las respuestas de los profesores muestran también que la figura de profesor, en general, aparece en la escena de la clase de matemáticas como poseedor del saber y del poder. El estudiante, por su parte, se concibe como una entidad sumisa al profesor y a su saber. Es claro que esta ética limita la calidad de la práctica de las matemáticas y de la manera en que los estudiantes se posicionan respecto a esas mismas matemáticas. La categoría Freireana de ser presencia [29] se ve debilitada dada la naturaleza de la relación que se establece con el otro, pues llegar a ser presencia en el mundo significa concebir al estudiante y al profesor como individuos que, por medio de la actividad en el aula, se

posicionan y, al mismo tiempo, son posicionados por otros de acuerdo con las posibilidades siempre contestadas que ofrece la historia y la cultura. Para Freire [29], llegar a ser presencia en el mundo es un proceso de tensiones. Como sostiene Radford [24], “No es solamente alcanzar un lugar, es aparecer, es hacer erupción en el mundo social mediante un movimiento dialéctico entre cultura e individuo”. Históricamente hablando, parece natural que el estudiante aparezca supeditado a las acciones del profesor, hecho que influye decididamente en su alienación. No es éste un caso relativo solamente a la educación primaria y secundaria, pues en el contexto universitario también aparece este fenómeno. Las investigaciones de Radford, si bien están asociadas a la escuela primaria, las podemos acoger para el caso de la educación universitaria y específicamente para el caso que compromete nuestro estudio sobre los tipos de ética que pueden estar operando en las clases de matemáticas.

Lo que hemos observado una y otra vez es una tendencia por parte de los estudiantes a aferrarse a la relación de sujeción al profesor y a la gran dificultad que tienen para alcanzar una mirada crítica sobre su propio trabajo. Evidentemente, esta construcción del estudiante sumiso y alienado no es una invención del propio estudiante, sino una construcción histórica que la sociedad en que está inmersa la escuela efectúa cotidianamente a través de toda una serie de dispositivos que han sido naturalizados en el curso del tiempo y que, por esa misma razón, en la mayor parte de los casos, pasan desapercibidos tanto a los estudiantes como a los mismos profesores [4].

Las respuestas de los profesores, en general, sugieren que los estudiantes trabajan de maneras individualistas y en la mayoría hay una especie de resistencia a colaborar entre ellos, tal vez debido a la idea individualista y egoísta que ha promovido la educación de occidente. Como bien lo plantea Radford [4], “los estudiantes tienden a movilizar éticas diferentes, basadas en principios del interés propio”. De hecho, la competencia del estudiante no debe entenderse como un atributo intrínseco del estudiante. Aceptar esto es caer en la idea de que el estudiante es el origen de la cognición. Más bien, la competencia del estudiante es un resultado dinámico y en evolución del compromiso del estudiante con su entorno conceptual y material. La competencia no es ajena a las tareas educativas. No puede serlo. La competencia está inextricablemente entrelazada con las tareas educativas que se ofrecen al estudiante y cómo él se relaciona con los profesores y otros estudiantes. En consecuencia, es el desarrollo cultural de la competencia del estudiante lo que le posibilita interpretar el mundo de una manera científico-cultural.

En consecuencia, deseamos ver al estudiante y al profesor no con los lentes de la psicología que los percibe como sujetos ya dados y como los orígenes de la cognición, o como sujetos substanciales kantianos; al contrario, convendría verlos como “sujetos históricos y culturales que se constituyen cotidiana y conjuntamente en el aula en el transcurso de la actividad de enseñanza-aprendizaje” [24]. Como sostiene Fromm [30], “el

hombre varía en el curso de la historia; se desarrolla, se transforma; como hace la historia, es su propio producto”.

Convendría también ver el aprendizaje “como un encuentro colectivo con saberes culturales que se desvela a la conciencia de los estudiantes por medio de la actividad de enseñanza-aprendizaje” [24]. Es un encuentro que ofrece la posibilidad de entrar en contacto con otras voces y perspectivas, no para sacar provecho de esas voces en beneficio personal, más bien estamos hablando de un contacto histórico-cultural con otras voces a través de las cuales los individuos se constituyen continuamente con otros. En este sentido, la actividad conjunta reposa en la práctica de una ética de orientación comunitaria en la que los estudiantes asumen responsabilidad hacia otros, se comprometen con el trabajo colectivo y el cuidado del otro, tal como lo hemos discutido en este artículo.

Varias preguntas quedan a partir de las reflexiones analíticas que hemos realizado. Mencionamos solamente algunas:

- ¿Qué condiciones habría que crear para que en las clases de matemáticas universitarias se logre transitar de una ética de la lucha por el reconocimiento y la dominación a una ética entendida como diálogo de voces donde los participantes se oyen, se escuchan, se toman en cuenta y se responden?

- ¿Qué acciones y estrategias pedagógicas podrían conducir a modificar las formas de colaboración e interacción humana en estudiantes universitarios de matemáticas en carreras de ingeniería de manera que éstas vengán a reposar en una ética comunitaria?

- ¿Cómo podríamos plantear la dinámica del aula de matemáticas para recuperar la dimensión histórico-cultural y concebir el aula como un espacio portador de relaciones sociales y productor de aprendizajes no alienantes?

- ¿Cómo formar y preparar maestros universitarios de matemáticas en el contexto de las carreras de ingeniería que logren promover una educación no alienante con sus estudiantes?

Sin duda, estas son preguntas todavía abiertas que requieren investigación y reflexión, pero que indudablemente nos hacen pensar en la actividad de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en las carreras de ingeniería como un evento ético o, como lo hemos sugerido en nuestro título de este artículo, en tanto que una ética relacional de orientación comunitaria.

REFERENCIAS

[1] P. Ernest, “Los valores y la imagen de las matemáticas: una perspectiva filosófica”, *Uno Revista didáctica de las matemáticas*, vol. 23, pp. 1-16, 2000. <https://www.grao.com/es/producto/los-valores-y-la-imagen-de-las-matematicas-una-perspectiva-filosofica>

[2] L. Radford, “Ethics in the theory of objectification”, en *Ética: Entre educación y filosofía*, L. Radford & M. Silva Acuña (Eds.), pp. 107-141, Bogotá: Universidad de los Andes, 2021.

[3] P. Ernest, “Una auditoría ética de las matemáticas en la educación y en la sociedad”, en *Ética: Entre educación y filosofía*, L. Radford y M. Silva Acuña (Eds.), pp. 73-105, Bogotá: Ediciones Uniandes, 2021.

[4] L. Radford, and A. Lasprilla, “De por qué la ética es ineludible de considerar en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas”, *La matemática e la sua didáctica*, vol. 28, no. 1, pp. 107-128, 2020.

[5] J. Nealon, “The ethics of dialogue: Bakhtin and Levinas”, *College English*, vol. 59, no. 2, pp. 129-148, 1997.

[6] R. Bijlsma, “Sympathy and affectuum imitatio: Spinoza and Hume as social and political psychologists”, *South African Journal of Philosophy*, vol. 33, no. 1, pp. 1-18, 2014.

[7] L. Navarro, “El pensamiento matemático: una herramienta necesaria en la formación inicial de profesores de matemática”, *Revista Científico-Metodológica*, pp. 1-7, 2017.

[8] A. Dias de Figueiredo, “Toward an Epistemology of Engineering”, 2008 Workshop on Philosophy and Engineering, pp. 94-95, 2008. <http://ssrn.com/abstract=1314224>

[9] M. Bunge, “La ciencia: su método y su filosofía”, Buenos Aires: Editorial Siglo XX, 1972.

[10] L. E. Capace, “La enseñanza de la matemática en ingeniería”. en *Investigaciones en educación matemática*, J. Ortiz, & M. Iglesias, Aportes, pp. 107-119, Maracay: Universidad de Carabobo, 2015.

[11] E. Sema, and A. Sema, “Crisis de la Ingeniería en Colombia – Estado de la cuestión”, *Ingeniería y competitividad*, vol. 17, no. 1, pp. 63-74, 2015.

[12] R. Rodríguez, “Repensando la enseñanza de las matemáticas para futuros ingenieros: actualidades y desafíos”, *IE Revista de Investigación Educativa de la Rediech*, vol. 8, no. 15, pp. 69-85, 2017.

[13] M. Rodríguez, “Matemática, cotidianidad y pedagogía integral: tendencias aférentes desde una óptica humanista integral”, *REIFOP*, vol. 13, no. 3, pp. 105-112, 2010.

[14] S. Høyenes, T. Klemp, T., and V. Nilssen, “Mentoring prospective mathematics teachers as conductors of whole class dialogues - Using video as a tool”, *Teaching and Teacher Education*, vol. 77, pp. 287-298, 2019.

[15] I. Noben, J. Deinum, I. Douwes-van Ark, and W. Adriaan Hofman, “How is a professional development programme related to the development of university teachers’ self-efficacy beliefs and teaching conceptions?”, *Studies in Educational Evaluation*, vol. 68, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2020.100966>

[16] L. Radford, “Algunos desafíos encontrados en la elaboración de la teoría de la objetivación”, *PNA*, vol. 12, no. 2, pp. 61-80, 2018.

[17] O. Shapira-Lishchinsky, “The implicit meaning of TIMSS: Exploring ethics in teachers’ practice”, *Teaching and Teacher Education*, vol. 79, pp. 188-197, 2019.

[18] R. Vergel, and I. Miranda, “Editorial”, *RECME - Revista Colombiana de Matemática Educativa*, vol. 5, no. 2, pp. 1-13, 2020. ojs.asocolme.org/index.php/RECME/article/view/386

[19] K. Marx, “The German ideology”, New York, NY: Prometheus Books, 1998.

[20] E. Lévinas, “Totalidad e infinito: Ensayo sobre la exterioridad”, Salamanca: Sígueme, 1977.

[21] L. Cohen, L. Manion, and K. Morrison, “Research Methods in Education”, London and New York: Routledge, 2007.

[22] L. Radford, “Ser, Subjetividad y Alienación”, en *Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas: problemas semióticos, epistemológicos y prácticos*, B. D’amore, y L. Radford, pp. 137-165, Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2017.

[23] G. W. F. Hegel, “The philosophy of history”, Kitchener: Bato-che Books, 2001.

[24] L. Radford, “Reimaginar el aula de matemáticas: Las matemáticas escolares como praxis emancipadora”, *Revista Chilena de Educación Matemática*, vol. 13, no. 2, pp. 44-55, 2021.

[25] L. S. Vygotsky, “The Collected Works of L. S. Vygotsky (Vol. 1)”, Plenum, 1987.

[26] P. Valero, “Postmodernism as an attitude of critique to dominant mathematics education research”, in *Mathematics education within the postmodern*, M. Walshaw (Ed.), pp. 35-54, Information Age Publishing, 2004.

[27] R. Vergel, “El signo en Vygotski y su vínculo con el desarrollo de los procesos psicológicos superiores”, *Folios*, vol. 39, no. 1, pp. 65-76, 2014.

[28] P. Freire, “Pedagogia do oprimido”, Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970.

[29] P. Freire, “Pedagogy of indignation”, Boulder: Paradigm Publishers, 2004.

[30] E. Fromm, “Marx y su concepto del hombre”, Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica, 2019.