



Uniciencia
ISSN: 2215-3470
Universidad Nacional, Costa Rica

Las prácticas de evaluación de las matemáticas universitarias: Tensiones y desafíos desde la red conceptual en la que se inscriben

García-Oliveros, Gloria; Salguero-Rivera, Beatriz; Rodríguez-Díaz, Oswaldo; Palomino-Bejarano, Erminsol; Caicedo-Valencia, Rafael

Las prácticas de evaluación de las matemáticas universitarias: Tensiones y desafíos desde la red conceptual en la que se inscriben

Uniciencia, vol. 34, núm. 1, 2020

Universidad Nacional, Costa Rica

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=475962995014>

DOI: 10.15359/ru.34-1.14

Artículo

Las prácticas de evaluación de las matemáticas universitarias: Tensiones y desafíos desde la red conceptual en la que se inscriben

College mathematics assessment practices: Tensions and challenges in their conceptual network

Práticas de avaliação da matemática universitária: tensões e desafios da rede conceitual em que se matriculam

Gloria García-Oliveros¹ gloriag@pedagogica.edu.co
Universidad Pedagógica Nacional, Colombia

Beatriz Salguero-Rivera² bsalguero@uao.edu.co
Universidad Autónoma de Occidente, Colombia

Oswaldo Rodríguez-Díaz³ orodriguez@uao.edu.co
Universidad Autónoma de Occidente, Colombia

Erminson Palomino-Bejarano⁴ epalomino@uao.edu.co
Universidad Autónoma de Occidente, Colombia

Rafael Caicedo-Valencia⁵ rcaicedo@uao.edu.co
Universidad Autónoma de Occidente, Colombia

Uniciencia, vol. 34, núm. 1, 2020

Universidad Nacional, Costa Rica

Recepción: 17 Junio 2019

Aprobación: 13 Octubre 2019

DOI: 10.15359/ru.34-1.14

CC BY-NC-ND

Resumen: Este artículo analiza, en el marco de un proyecto propedéutico de enseñanza de las matemáticas universitarias, aspectos en la transición de enfoques de la evaluación del rendimiento a la evaluación formativa. Se llevó a cabo un estudio cualitativo de corte exploratorio sobre el cambio en las prácticas de evaluación de profesores en los primeros cursos de matemáticas universitarias, localizadas en ambientes institucionales donde a los tipos de evaluación se les asigna fines integradores para orientar el proceso de aprendizaje. Los datos proceden de las entrevistas y exámenes realizados por 21 profesores universitarios que impartían los cursos Matemáticas Fundamentales para Ingeniería (MFI) y Fundamentos de Matemáticas para Economía y Administración (FMEA), en el primer semestre del 2018. Los resultados revelan el predominio de prácticas evaluadoras asentadas en la formulación de juicios cuantitativos para efectos de calificación, así como de prácticas evaluadoras asentadas sobre el rendimiento académico como certificación y en el que, la calificación visibiliza y garantiza con objetividad el grado del conocimiento matemático adquirido por el estudiante. Por último, se concluye que el desafío de configurar sistemas interactivos de evaluación entre los dos tipos existentes requiere la actualización de la competencia profesional en los profesores universitarios.

Palabras clave: evaluación formativa, evaluación del rendimiento académico, sistemas de evaluación del aprendizaje en el aula.

Abstract: This paper analyses the transition from performance assessment to formative assessment, based on a propaedeutic project framework for college mathematics teaching. An exploratory qualitative study was conducted to analyze the changes in the professor assessment practices during first-year math courses, in which the different types of assessment are assigned integrative purposes to guide the learning process. Data was gathered from interviews and tests applied by 21 college professors teaching the Math Foundations courses for the Engineering (MFI) and Economics



and Business Administration (FMEA) Programs in the first semester of 2018. Results reveal predominance of assessment practices based on quantitative judgment for grading purposes, as well as assessment practices based on academic performance as certification, in which grades objectively guarantee the level of mathematical knowledge acquired by the student. It is concluded that the challenge of configuring interactive assessment systems between the two existing types requires updating the professional competence of university professors.

Keywords: formative assessment, assessment of academic performance, assessment systems of classroom learning.

Resumo: Este artigo analisa, no âmbito de um projeto propedêutico do ensino universitário de matemática, aspectos na transição de enfoques da avaliação de desempenho para a avaliação formativa. Foi realizado um estudo exploratório qualitativo sobre a mudança nas práticas de avaliação de professores nos primeiros cursos de matemática universitária, localizadas em ambientes institucionais onde os tipos de avaliação recebem objetivos integrados para orientar o processo de aprendizagem. Os dados são provenientes das entrevistas e exames realizados por 21 professores universitários que ministraram os cursos de Matemática Fundamental para Engenharia (MFI) e Fundamentos da Matemática para Economia e Administração (FMEA), no primeiro semestre de 2018. Os resultados revelam a predominância de práticas avaliadoras estabelecidas na formulação de julgamentos quantitativos para fins de qualificação, como também, a predominância de práticas de avaliação estabelecidas sobre o desempenho acadêmico como certificação, e nas quais a qualificação torna visível e garante objetivamente o grau de conhecimento matemático adquirido pelo estudante. Por fim, conclui-se que o desafio de configurar sistemas interativos de avaliação entre os dois tipos existentes exige a atualização da competência profissional dos professores universitários.

Palavras-chaves: avaliação formativa, avaliação do desempenho acadêmico, sistemas de avaliação da aprendizagem na sala de aula.

Introducción

Como respuesta institucional al problema de las discontinuidades matemáticas y didácticas entre la secundaria y la educación superior (ES), algunas universidades han creado un puente materializado en los «cursos cero» (o propedéuticos) de matemáticas. Los cursos se fundamentan (implícitamente) en modelos didácticos con un enfoque particular en los conceptos matemáticos considerados clave para esta transición, en procesos de mejora de la enseñanza y se orientan a desarrollar entornos de aprendizaje que crean condiciones para la apropiación del conocimiento matemático por parte del estudiantado. Cantoral (2001) señala que en los cursos propedéuticos de las matemáticas universitarias el efecto de la enseñanza sobre el aprendizaje estudiantil “suele ser evaluada con relación a la aprobación o reprobación del curso y no se discute mucho qué ocurre con el aprendizaje, se confunde pues la acreditación con el aprendizaje” (p. 6). Según Ímaz y Moreno (2014), a pesar de los avances en los enfoques de enseñanza y aprendizaje universitarios, la evaluación sigue centrada en los resultados y en el examen escrito como único instrumento de evaluación.

Tradicionalmente, la evaluación de los aprendizajes en la educación superior inscrita en el enfoque de medición está asociado al rendimiento académico (RA). Para Rojas y González (2009), el RA expresado en términos cuantitativos, es considerado, en el currículo universitario, un mecanismo administrativo para certificar la trayectoria académica del

estudiantado. Diversas investigaciones en la enseñanza superior sobre rendimiento académico tienden a coincidir en lo impreciso que resulta identificarlo como elemento de análisis de los perfiles de formación profesional (Arribas, 2012).

En la evaluación del RA la escala de valores, conocida como la calificación para medir el aprendizaje, se asume como el juicio absoluto cuantitativo que visibiliza y garantiza con objetividad el grado del aprendizaje matemático adquirido por el estudiantado. Para Chevallard (2010), la calificación puede leerse como el valor relativo de los objetos evaluados a un proyecto de formación. De esta manera, la calificación se deslinda de la medición como hecho absoluto independiente de cualquier proyecto de formación. Y adquiere significado en la red de nociones con las que la evaluación funciona e interactúa: valor, proyecto y poder.

Burkhardt y Schoenfeld (2018) señalan que durante el último medio siglo hay un avance significativo en la investigación sobre la evaluación de las matemáticas en la educación superior (ES), pues ha comenzado a ser considerada como escenario que pone de manifiesto el aprendizaje y ha introducido la evaluación formativa. Específicamente la introducción de las competencias enfatiza el acento en el aprendizaje y en la construcción de estas. El seguimiento al desarrollo de las competencias introduce en la ES el proceso de valorar (assessment): interpretar la información sobre la actuación de estudiantes cuando resuelven tareas con la finalidad de adaptar la propuesta didáctica con sus procesos cognitivos, progresos y necesidades. Varias investigaciones coinciden en indicar (Arribas, 2012; Biggs, 1998; Thompson, Burton, Cusi, y Wright, 2018) que el problema de fondo de la relación entre la evaluación del rendimiento y la formativa son los efectos y el uso de la evaluación hacia un mejor aprendizaje. En este artículo se analizan aspectos en la transición de enfoques de evaluación del rendimiento a la evaluación formativa. Por último, se destaca como el desafío de configurar sistemas interactivos de evaluación entre los dos tipos requiere de la actualización en la competencia profesional del profesorado universitario.

El texto está dividido en tres partes. En la primera parte se presenta aportes recientes en la relación de la evaluación formativa de las matemáticas y el rendimiento académico universitario, específicamente se analiza cómo el acto de evaluar está enmarcado en una red de relaciones constituidas por nociones como proyecto, valor, poder y veracidad. La segunda parte presenta los resultados de un estudio de corte exploratorio, el cual adopta el método de estudio de casos, representados por 21 docentes de matemáticas de los cursos de Introducción a la Matemática Universitaria. Los resultados revelan el predominio de prácticas evaluadoras del profesorado, asentadas sobre el rendimiento académico como certificación y en el que la calificación visibiliza y garantiza con objetividad el grado del conocimiento matemático adquirido por sus estudiantes. Los resultados sitúan las decisiones sobre las prácticas de evaluación de las matemáticas en un conocimiento artesanal producido a lo largo del ejercicio profesional del profesorado de matemáticas por delante de formas académicas que estructuran la

evaluación del aprendizaje. En la tercera parte, se destaca cómo el desafío de configurar sistemas de evaluación del aprendizaje en las matemáticas universitarias en el aula, enmarcadas en el proyecto de formación profesional, como sistemas interactivos que relacionan evaluación formativa y rendimiento académico, requieren de la actualización de la competencia profesional del profesorado universitario.

1. Referentes sobre la evaluación de las matemáticas universitarias

Hablar de la evaluación implica reconocer que es un campo problemático y conflictivo, de posiciones controvertidas y polémicas desde lo político, lo económico, lo educativo e integrada al campo de la didáctica. Hoy se considera un sistema de información para tomar decisiones, en el que actualmente se deposita la esperanza de una mejor educación, puesto que se considera que hay una relación de simetría entre didáctica y evaluación. Díaz Barriga (1993) resume esta relación en el falso principio establecido: mejores sistemas de evaluación, mejores sistemas de enseñanza. Chevallard (2010) inscribe la evaluación en una red de relaciones constituida por las nociones valor, veracidad, poder y proyecto (p. 16). Señala que la evaluación consiste en apreciar, estimar el valor de un “objeto” al que el proyecto de formación le atribuye un cierto valor para la formación. El juicio de evaluación al indicar el grado de corrección o adecuación al proyecto es un juicio de *veridicción*, “dicho de verdad” (p. 19) y puede resultar decisivo para continuar en el proyecto o puede también conducir a renunciar.

En este sentido, la evaluación se considera como un dispositivo que regula instancias de normalización, de control y de vigilancia. Pues, en primera instancia, es necesario reconocer la mirada normalizadora desde la que se establece una visibilidad a través de la cual se diferencia y sanciona al estudiantado. Al mismo tiempo que las normas despliegan una terminología que prescribe un camino objetivado de desarrollo cognoscitivo, crean mapas de los opuestos, de los que no encajan. En otras palabras, las normas soportan la obtención de la información a través de pruebas realizadas con la elaboración de juicios de normalidad. La construcción de las normas ha dado lugar a modelos cognitivos de evaluación que caracterizan capacidades matemáticas de estudiantes en relación con actividades. Morgan (2000) señala que en estos modelos prevalecen dos hipótesis fundamentales:

Primero, se asume que los individuos poseen atributos o capacidades (tales como conocimiento, comprensión, destreza, habilidad etc.), las cuales se pueden descubrir y son medibles. Segundo, se ha visto que el objetivo primordial de la evaluación es el de descubrir y medir estos atributos. (p. 4)

Las normas se constituyen en un modelo de comparación con las que se identifican diversas tipologías de sujetos clasificados y seriados, unos normales otros a-normales y, por lo tanto, incorporan prácticas de inclusión y exclusión. Morgan (2000) sitúa las raíces de las hipótesis de las normas de evaluación en una fuerte tradición positivista relacionada

con la identificación de atributos esencialistas cognitivos de estudiantes, los cuales median en el aprendizaje de las matemáticas.

A la evaluación, en el contexto educacional tradicionalmente se le reconocen dos categorías de uso o funciones: la función sumativa y la función formativa. La primera, inscrita en la concepción de medición del aprendizaje, permite hacer comparaciones cuantitativas expresadas en escalas para certificar en un momento dado la acreditación del aprendizaje del curso y la selección. Es decir, a la evaluación sumativa se le reconoce como el juicio que evalúa un producto. Y este producto es asumido como la finalidad de un proceso (Biggs, 1998). La calificación encapsula todas las evidencias como el resultado del aprendizaje y no da lugar a justificación. Convencionalmente, en la educación superior, la función de evaluar que sobresale es la de certificar conocimientos profesionales adquiridos en los programas por los grupos participantes (conocida como función sumativa) privilegia la función de control. Mientras que la evaluación formativa valora en juicios interpretativos los procesos cognitivos de estudiantes cuando resuelven actividades matemáticas. Con esta información se establece un dialogo entre estudiantes y el proceso de enseñanza para ajustar el proceso al desarrollo de las capacidades estudiantiles.

Burkhardt y Schoenfeld (2018) reseñan que la evaluación de las matemáticas como escenario que pone de manifiesto el aprendizaje comenzó a ser valorada desde el lanzamiento por parte del NCTM (National Council Teacher of Mathematics, 1998) del documento *Curriculum and evaluation standards for school mathematics* para la educación básica y media, puesto que se declararon los procesos matemáticos como metas de aprendizaje (matemáticas como: resolución de problemas, como comunicación, como razonamiento y conexiones matemáticas) y las prácticas donde el estudiantado aprende los estándares de los procesos. Con estos referentes se establecen parámetros explícitos para elaborar los juicios sobre aprendizajes esperados de las matemáticas. En otras palabras, se establecen matrices normativas para el aprendizaje. Las normas cognitivas, conocidas en los procesos de evaluación como criterios, indican la existencia de brechas entre el nivel óptimo de aprendizaje esperado (la norma establecida) y el nivel real de trabajo estudiantil. Esta brecha es una información usada con el estudiantado como indicador de cómo el aprendizaje puede mejorarse para alcanzar la norma. Con el diálogo entre docentes (personal tutor) y estudiantes sobre lo aprendido y sobre las brechas se busca la introspección del estudiantado respecto del propio proceso de cognición a través de la observación y de la reflexión crítica sobre el propio aprendizaje (Taras, 2005). De esta manera, se busca incluir la autoevaluación en la evaluación formativa.

Las diferencias y las posibles integraciones entre evaluación del rendimiento y evaluación formativa pueden interpretarse en la respuesta a la pregunta que Chevallard (2012) propone: ¿Cuáles son los saberes pertinentes y cuáles sus valores estimados para participar de forma adecuada en un proyecto de formación? (p. 24). Pues estos saberes se constituyen en los referentes curriculares que orientan la enseñanza y los



tipos evaluación. Para construir una posible respuesta, a continuación se describen las relaciones, que desde la investigación se han estudiado, entre visiones epistemológicas sobre las matemáticas que definen los proyectos de enseñanza, las organizaciones de los conocimientos matemáticos, modelos docentes y prácticas de evaluación.

2. Relaciones entre proyecto, visiones epistemológicas de las matemáticas, modelos de enseñanza y tipos de evaluación

Gascón (2001) pone de manifiesto que cada proceso de estudio relativo a una organización matemática que se desarrolla en el seno de una institución se encuentra inscrito en un modelo epistemológico implícito sobre las matemáticas desde el que se construyen los modelos didácticos y los aspectos cognitivos e influye en el modelo docente (p. 5). Para Serrano (2013), es desde el modelo epistemológico de referencia desde el cual aparecen cuestiones relativas a interpretaciones de la matemática involucrada en los proyectos curriculares y desde el que se argumentan respuestas a interrogantes como “¿qué es el álgebra elemental? ¿Qué papel juegan los números reales en la matemática? ¿Por qué es importante el concepto de función? ¿Qué cuestiones viene a resolver el cálculo diferencial? ¿Cuáles son las matemáticas que se utilizan en economía?” (Serrano, 2013, p. 25). Goold (2012) señala, por ejemplo, que la concepción de las matemáticas como un cuerpo organizado e interconectado por estructuras, conformado por hechos y conocimientos objetivos, auto contenidos, ha conllevado a que la organización de la matemática en los currículos universitarios privilegie tanto una organización intramatemática del contenido matemático como modelos de enseñanza intramatemáticos.

Ernest (1989), Gascón (2001) y Serrano (2013) coinciden en caracterizar la visión epistemológica predominante de la matemática universitaria inscrita en un marco platónico, sustentada en la existencia de una matemática objetiva, constituido por verdades absolutas, independiente de los sujetos. Una consecuencia de esta visión para la enseñanza ha sido considerar a la matemática como susceptible de ser transmitida (Becerra, Moya, 2008). Esta visión determina una organización de los contenidos en los currículos y planes de estudio en la que se privilegia un ordenamiento en secuencias temáticas propias de la disciplina: Cálculo diferencial, números reales, límites, derivadas, etc. Estas organizaciones están vinculadas a “los dispositivos didácticos clásicos” conocidos como “clase de teoría - clase de problemas - examen”. (Barquero, Bosch, y Gascón, 2007, p. 22) donde los problemas rutinarios y los ejercicios se utilizan para exemplificar y aplicar la teoría. Para Morgan (2000) la concepción platónica de las matemáticas garantiza la existencia una verdad subyacente que ha de ser evaluada/descubierta y que solo hay respuestas correctas o incorrectas; (o sabes o no las respuestas). Gascón señala que el desplazamiento epistemológico de la enseñanza de la matemática en el orden del aprendizaje está relacionado con una visión *falibilista* de las matemáticas. Esta visión hace que todo se mueva en

relación con el sujeto que construye conocimiento; justifica y soluciona problemas de situaciones reales, y el personal docente como mediador de ese conocimiento, es un mediador cognitivo.

Con la introducción, desde la década del noventa, en el contexto de la educación superior del enfoque por competencias en la formación profesional, el concepto competencia matemática ha sido visualizado desde diversas perspectivas y concepciones epistemológicas de la teoría general sobre el tema y propiamente desde la perspectiva didáctica de las matemáticas. Una de los apoyos para el caso de la formación de la competencia matemática universitaria se encuentra en el trabajo de Mogens Niss y de sus colegas daneses (citado por Salguero, Palomino, Rodríguez, Caicedo, y García, 2018), puesto que proponen una definición de la competencia matemática como disposición perspicaz para actuar en respuesta a los desafíos matemáticos de una situación dada y en la identificación de las capacidades que la componen: razonamiento, representación, comunicación, simbolismo - forma, resolución de problemas y modelamiento. Propuesta que amplia en la noción de competencia, un indicador relacionado con la disposición de los sujetos, lo que demanda una actividad matizada por valores y actitudes del estudiantado para comportarse matemáticamente con sentido.

Cabe anotar que las definiciones sobre la competencia matemática no niegan la importancia de una sólida comprensión de los conceptos de las matemáticas puras; pero ponen el énfasis en la capacidad de (poder) movilizarlos en relación con su utilidad en la solución de problemas en los campos profesionales. En los programas de formación profesional (ingenierías, ciencias económicas, etc.), la pregunta fundamental sería: ¿cómo es posible movilizar conocimientos matemáticos en saberes para resolver problemas profesionales? (Serrano, 2013). Es decir, la movilidad de conceptos matemáticos como diferenciación, derivada, optimización en la solución de problemas reales de ingeniería y economía torna los conceptos en saberes. Este carácter de movilidad - utilidad varía según las situaciones e impone un núcleo a la competencia en lo relativo a la funcionalidad de las matemáticas y un carácter contextual, puesto que la utilidad de los conceptos varía según las situaciones e impone elección, movilización y combinación de recursos para actuar.

En su carácter de ser construida, la competencia demanda de información sobre la progresión del aprendizaje en las capacidades que integran la competencia. La definición de la competencia y las capacidades matemáticas asociadas visibilizan los indicadores con los cuales el profesorado juzga la calidad de las tareas, los procesos o productos de sus estudiantes y, al mismo tiempo, son los lineamientos o directrices que sigue el profesorado para el diseño de sus pruebas y orientación de las explicaciones y decisiones sobre el aprendizaje. Las evidencias de las capacidades matemáticas en las actuaciones de estudiantes en actividades de aprendizaje permiten a sus docentes ajustar la enseñanza y, en consecuencia, crear ambientes de aprendizaje más ricos. Para atender las descripciones realizadas y una vez destacados los aspectos que conforman las relaciones entre proyecto, visiones epistemológicas de las matemáticas,

modelos de enseñanza y tipos de evaluación, se presentan, a continuación, ejemplos sobre las elaboradas por el equipo de autoría del artículo en el marco de la construcción del sistema institucional de la evaluación de los aprendizajes de las matemáticas. Las tablas 1 y 2 presentan una síntesis de los aspectos más relevantes que los diferencian.

Tabla 1
Caracterización de la evaluación por criterios

Objeto de evaluación	La competencia matemática: Referida a la capacidad que tiene el estudiantado para emplear, modelar y razonar en distintos contextos.	
Capacidades que describen la competencia	Emplear: hace referencia a la capacidad de comprender y ejecutar procedimientos (realizar cálculos, resolver ecuaciones) extraer información matemática de tablas y gráficos. Utilización de herramientas matemáticas (algoritmos incluida la tecnología) para obtener soluciones matemáticas exactas o aproximadas. Modelar incluye la capacidad de asociar un modelo matemático a situaciones en diferentes contextos. Construir representaciones de la situación y generar representaciones equivalentes Razonamiento matemático incluye la capacidad para identificar la información, procedimientos y las estrategias de solución. Para formular conjeturas, generalizar y para argumentar	Distribución didáctica de las capacidades en los ítems de la prueba: emplear manipular, representar: 30 % Modelar, seleccionar, usar: 35 % razonamiento generalizar y justificar: 35 %

Nota: Salguero, Palomino, Rodríguez, Caicedo, García, 2018.

La distribución didáctica de la prueba reconoce que los referentes en uno u otro tipo de evaluación (Jarero, Aparicio y Sosa, 2013) están integrados por al menos dos tipos de conocimiento matemático o categorías cognitivas, lo que determina que en el diseño de la prueba se distribuya en secuencias de tareas.

Por su parte, los reportes de resultados de evaluación surgen principalmente de contrastar la evidencia empírica con el referente para formular valoraciones sobre las actuaciones del estudiantado. En el caso de las competencias los niveles de desempeño describen de forma comprensible, significativa y relevante mediante las capacidades, lo que el estudiantado es capaz de hacer y, al mismo tiempo, identifican las brechas. La construcción de los niveles de desempeño se realiza a partir de lo que implica resolver cada actividad o tarea. La tabla siguiente describe los niveles construidos para la prueba diagnóstica.

Tabla 2
Descripción de los niveles de desempeño

Niveles
Nivel 1: Estudiantes saben responder preguntas definidas en contextos sociales, identifican y relacionan datos explícitos, utilizan con eficacia algoritmos y fórmulas elementales. Saben extraer información pertinente de una sola fuente y hacen uso de un solo modelo representacional.
Nivel 2: Estudiantes saben interpretar información en contextos ocupacionales/profesionales que requieren una inferencia directa, interpretan y utilizan representaciones basadas en diferentes fuentes de información; justifican y aplican estrategia de solución; elaboran y exponen razonamientos y argumentos.
Nivel 3: Estudiantes saben formular modelos, identifican condicionantes y supuestos. Desarrollan y aplican diferentes estrategias de solución, evalúan procedimientos. Pueden comunicar explicaciones y argumentos basados en sus interpretaciones y argumentos.

Nota: Salguero, Palomino, Rodríguez, Caicedo y García (2018).



Como se observa, los niveles de desempeño establecen al mismo tiempo brechas y trazan mapas cognitivos del aprendizaje. Las brechas se producen porque cada nivel fija dónde debería estar el aprendizaje del estudiantado. Por ejemplo, en el nivel 1 la expresión “extrae información pertinente de una sola fuente”, localiza una brecha respecto al nivel 2: “utiliza diferentes fuentes de información”. La efectividad de los niveles de desempeño como criterios para orientar la evaluación formativa reside, por un lado, en que el personal docente logre construir las brechas del aprendizaje y en que el estudiantado las perciba y comprenda. En otras palabras, que el estudiantado comprenda en dónde está actualmente y dónde debería estar. Por su parte, la descripción del nivel traza el mapa cognitivo con la descripción de las actuaciones de estudiantes.

Por su parte, el diseño de la evaluación del rendimiento académico, como se detalla en la Tabla 3, la mayoría de las veces define el objeto de evaluación sobre los tipos de conocimiento en matemáticas. A través de las convenciones de calificación, el reporte se focaliza en las escalas de puntaje. Las tablas 3 y 4 ofrecen una lectura de los aspectos que caracterizan el RA.

**Tabla 3. Caracterización
de la evaluación por rendimiento**

Objeto de evaluación: Tipos de conocimiento matemático:		
- Conocimiento conceptual y el conocimiento procedimental en matemáticas. (Castro, Prat, Gorgorío, 2016)		
Descriptores de los tipos de conocimiento matemático	Conocimiento conceptual o declarativo (“saber qué”) y conocimiento procedimental (“saber cómo”) El conocimiento declarativo lo constituye hechos, conceptos y principios. El conocimiento procedimental permite saber hacer a través de esquemas procedimentales.	Distribución didáctica de los tipos de conocimiento en el examen.
Reporte de resultados	Escalas de puntaje. En algunos casos asociado a rangos de niveles de aprendizaje.	

Nota: Salguero, Palomino, Rodríguez, Caicedo y García (2018).

El reporte de resultado describe, con juicios de valores absolutos, asignados en un continuo numérico, las respuestas del estudiantado sin referencia alguna al dominio que fue evaluado.

Tabla 4
Escala de los niveles de desempeño

Escala	Niveles de aprendizaje
Sobre 4.5	Avanzado
Sobre 4.0	Alto
Sobre 3.5	Intermedio
Sobre 3.0	Bajo

Nota: Propia de la investigación.

Desde los análisis a los dos tipos de evaluación se puede inferir la complementariedad, dado que cada una valora diferentes aspectos de la actuación matemática. Diferentes investigaciones coinciden (Biggs, 1998; Thompson et al., 2018) en identificar cuál es, en el uso de los datos de solución de una tareas de evaluación, lo que distingue o hace posible que una evaluación se torne formativa o sumativa. Es decir, que la naturaleza



de la evaluación depende de cómo la actuación del estudiantado es interpretada y utilizada por el profesorado para tomar decisiones sobre la instrucción y es dialogada con el estudiantado. Complementariedad que, como reconoce Pellegrino (2014), se encuentra en la base de una noción amplia de evaluación necesaria para constituir el sistema de evaluación del aprendizaje en el aula de matemática:

No hay un solo tipo de evaluación que puede evaluar todos los tipos de aprendizaje; ni un solo instrumento que pueda satisfacerla totalidad de las metas que tienen los padres, los profesionales y los responsables políticos. Como se argumenta...es importante para imaginar un sistema coordinado en el que diferentes herramientas se utilizan para diferentes propósitos...todas las evaluaciones deben representar fielmente las normas, y todo debe modelar la buena enseñanza y la práctica del aprendizaje... (Pellegrino, 2014, p. 67).

3. Metodología. El contexto del estudio

Los programas (proyecto P)

El estudio se realizó con 21 docentes de matemáticas de universidad que impartían los cursos Matemáticas Fundamentales para Ingeniería (MFI) y Fundamentos de Matemáticas para Economía y Administración (FMEA) en el 2018. Estos cursos han sido creados por el Departamento de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Occidente, Cali (UAO) (Colombia) para articular la transición entre las matemáticas de bachillerato y las matemáticas universitarias. La formación matemática combina el eje funcional de las matemáticas con el campo profesional de la ingeniería (MF) y de las ciencias económicas y administrativas (FM). Los programas para las dos asignaturas proporcionan información para la planificación y desarrollo de las clases. La competencia matemática es el criterio para valorar los logros de aprendizaje y se establece la metodología de resolución de problemas para la construcción de las competencias.

Población

El profesorado participante está constituido por nueve docentes de matemáticas (9), once profesionales con licenciatura en matemáticas (11) y un profesor con pregrado en ingeniería con experiencia en docencia universitaria de por lo menos 4 años.

Marco institucional regulador

El contexto cultural e institucional de la Universidad donde se desarrolla el estudio cuenta con un proyecto educativo institucional (PEI) centrado en el aprendizaje en el marco de la formación por competencias y con una propuesta sobre los sistemas institucionales de evaluación de los aprendizajes (SIEA). El documento caracteriza la función de la evaluación del aprendizaje como integral en tanto articula la función

diagnóstica, sumativa y formativa (p. 56) para garantizar el seguimiento de la formación impartida a sus estudiantes y como herramienta para suministrar información que coadyuve al mejoramiento de la propuesta curricular e identificar la eficacia y el impacto del proceso pedagógico. (Universidad Autónoma de Occidente, Vicerrectoría Académica, 2012).

En el marco del sistema de evaluación de los aprendizajes de las matemáticas (SIEAM) el grupo autor del artículo ha construido y aplicado la prueba diagnóstica y final para los cursos Matemáticas Fundamentales (MFI) y Fundamentos de Matemáticas (FMEA) (Rodríguez, Salguero, Palomino, Caicedo, García, 2018). Los resultados han sido socializados con el profesorado con el propósito de aportar información sobre las competencias y las capacidades de estudiantes al iniciar los cursos. Por su parte, la prueba final valora las competencias desarrolladas por estudiantes en los cursos.

Sobre el sistema de categorías

En los párrafos precedentes se ha resaltado que es en relación con el proyecto de formación con el que el acto de evaluar interactúa para asignar un valor a un cierto objeto enmarcado en el proyecto de formación e identificar el grado de corrección o adecuación al proyecto. Se ha enfatizado que el principal propósito de la evaluación en el aula es la contribución hacia un mejor aprendizaje y, por lo tanto, se propone una interacción entre la evaluación del rendimiento y la evaluación formativa. Los aportes de investigaciones han situado las relaciones del proyecto de formación en la visión epistemológica de las matemáticas, modelos de enseñanza y tipos de evaluación. Con el propósito de aportar orientaciones que permitan avanzar en el sistema de evaluación del aprendizaje de las matemáticas en el aula, se plantea un estudio de carácter exploratorio cualitativo para analizar el proceso de transición en las prácticas de evaluación en las aulas en los cursos, de iniciación en las matemáticas se plantean los siguientes interrogantes del estudio:

- ¿Qué tipo de criterios valorativos se emplean al evaluar el logro de los aprendizajes de estudiantes?
- ¿Qué tipo de lineamientos se siguen en la elaboración de pruebas escritas?
- ¿Utiliza el profesorado la información obtenida para retroalimentar o para modificar las actividades de enseñanza y aprendizaje en las que se han comprometido? (Jarero *et al.*, 2013).

Con los referentes del estudio realizado por Jarero, Aparicio y Sosa (2013), se propone que la evaluación de los aprendizajes en el aula es, ante todo, un sistema de interrelaciones entre el proyecto, visiones epistemológicas de las matemáticas, la didáctica de la prueba y el objeto de evaluación, como se ilustra en la Figura 1.



*Figura 1
Sistema de interrelaciones de la evaluación de los aprendizajes. Fuente propia.*

Sobre el proceso y las tareas analíticas

La respuesta a los interrogantes formulados se localiza en la propuesta de un sistema de interrelaciones entre el objeto de evaluación, visiones epistemológicas de las matemáticas, didáctica de la prueba ilustrada en la Figura 1. En este sistema se ubican la obtención de la información sobre las siguientes relaciones:

- Proyecto- visión epistemológica de las matemáticas (P- VEM)- objeto de evaluación (OE).
- (VEM)- Didáctica de la prueba (DP)- (OE). Se concreta de un lado en los lineamientos institucionales para el desarrollo del curso y en el diseño de las pruebas. De otro lado, la referencia al objeto es explícita en los programas de los cursos y en la prueba diagnóstica.

Instrumentos de obtención de la información

La recolección de la información se realiza en un análisis documental de los programas MFI y FMEA, en pruebas escritas y una encuesta al profesorado. La unidad de análisis en cada uno de los documentales es la siguiente:

- Programas: manifestaciones referidas a criterios valorativos que se emplean al evaluar el logro de los aprendizajes.
- Pruebas escritas: tarea de evaluación, entendida como cada una de las cuestiones que, en términos semánticos o de contenido, el estudiantado debe abordar, resolver y responder a lo largo de la prueba escrita.

- Encuesta: Respuestas del profesorado relacionadas con criterios valorativos, uso de la información, lineamientos para la elaboración de pruebas.

Análisis

Para la interpretación de la información se siguió el proceso del análisis textual, separar, segmentar frases o expresiones para encontrar regularidades temáticas que dan cuenta de cómo las manifestaciones del profesorado abarcan referentes de las unidades de análisis estudiadas. Enseguida se establecieron las relaciones para configurar las categorizaciones.

En la codificación inicial de las relaciones se utiliza la representación tabular (Tablas 5. A, B) con las que se establecen asociaciones para identificarlas.

Tabla 5

A. Asociaciones entre las categorías y la visión epistemológica de la matemática con la variable didáctica de la prueba

Categorías	Proyecto-visión epistemológica de las matemáticas (P-VEM)-variable didáctica de la prueba (DP)
Entrevista: ¿Qué criterios utiliza para el diseño de la evaluación? ¿Qué criterios utiliza para evaluar el aprendizaje de sus estudiantes?	...Sigo las instrucciones hechas por el coordinador en este se dan unos ejes y acorde a ellos las diseño... ...Busco que el estudiante a través de ciertos ejercicios desarrolle los conceptos transmitidos durante las clases...
Examen /Prueba Naturaleza de la tarea: contexto en que se inscribe la tarea Tipos de contenido evaluados por la tarea Exigencia cognitiva de la tarea.	El resultado de la operación en los números reales es: $\left(-1 + \frac{-\frac{5}{3} + \frac{5}{6}}{\frac{5}{6} - 2}\right)^{-2}$

Nota: Fuente propia de la investigación.

Tabla 5 B

Asociaciones entre las categorías y la visión epistemológica de la matemática con la variable didáctica de la prueba (otras categorías)

Categorías	Proyecto-visión epistemológica de las matemáticas (P-VEM)-Variable didáctica de la prueba (VDP)
¿Qué criterios utiliza para el diseño de la evaluación? ¿Qué criterios utiliza para evaluar el aprendizaje de sus estudiantes?	Ejercicios operativos y procedimentales. Análisis de situaciones y propuestas de solución. Ejercicios integradores de varios conceptos. Que el estudiante opere de una forma eficaz, que interprete y analice la información, que establezca conclusiones.
Examen /Prueba Naturaleza de la tarea: contexto en que se inscribe la tarea Tipos de contenido evaluados por la tarea Exigencia cognitiva de la tarea.	Tipo de tareas asociadas a criterios El promedio de la profundidad del mar es de $3,7 \times 10^3$ m y la superficie del mar es de $3,6 \times 10^{14}$ m ² . ¿Cuál es el volumen total del mar en litros? (1m ³ contiene 1000 litros)

Nota: Fuente propia de la investigación.

Las siguientes Tablas (Tabla 6A y B) ilustran las manifestaciones del profesorado en la relación (P- VEM)- (VDP)- (OE).



Tabla 6

A. Manifestaciones del profesorado por categorías con respecto P- VEM, VDP y OE

Categorías	(P-VEM)- didáctica de la prueba (VDP)- objeto de evaluación (OE).
¿Cuáles son las competencias que usted ayuda a desarrollar en la asignatura?	<i>Desde el curso se desarrollan las siguientes competencias:</i> <i>(a) Cognitiva</i> <i>(b) Procedimental</i> <i>(c) Aplicativa</i> <i>(d) Modelación de funciones en contexto</i>
¿Considera que hay una relación entre el contenido matemático y el nivel de complejidad de las tareas o actividades que se proponen al estudiantado	<i>Los talleres que se están trabajando en clases a mi consideración están bien con su nivel, pero los estudiantes a veces muestran dificultad en desarrollar algunos ejercicios, pero los desarrollamos en clase tratando de darle explicación al problema.</i>

Nota: Fuente propia de la investigación.

Tabla 6

B. Manifestaciones del profesorado con respecto a P- VEM, VDP y OE

(P- VEM)- didáctica de la prueba (VDP)- objeto de evaluación (OE).	(P-VEM)- didáctica de la prueba (VDP)- objeto de evaluación (OE).
¿Cuáles son las competencias que usted ayuda a desarrollar en la asignatura?	<i>Que adquieran habilidades en la solución de ecuaciones, simplificación de expresiones, etc. para que las utilicen al momento de relacionar y razonar con el objetivo de modelar al resolver problemas.</i>
¿Considera que hay una relación entre el contenido matemático y el nivel de complejidad de las tareas o actividades que se proponen al estudiantado	<i>No necesariamente. El nivel de complejidad de las tareas puede variar sin tener que centrarse en el contenido.</i>

Nota: Fuente propia de la investigación.

Resultados

Relaciones entre proyecto- visión epistemológica de las matemáticas (PVEM)- objeto de evaluación (OE)

Se puede observar, en las manifestaciones del profesorado, la relación entre una visión de las matemáticas cercana a la visión inscrita en un marco platónico, con el objeto de evaluación definido sobre los tipos de conocimiento matemático, procedural y conceptual. En la mayoría de los juicios de valoración del profesorado: *el estudiante opera de una forma eficaz*, no se identifica el aprendizaje logrado por el estudiantado, el juicio de valoración es asociado a lo que se considera correcto. Igualmente se puede señalar que la disposición de la información suficiente sobre los contenidos matemáticos y sobre la matemática con que cuenta el profesorado actúa como garante para certificar la validez de los objetos de evaluación.

Las tareas que componen las pruebas evalúan, mayoritariamente, contenidos de tipo procedural: el 85 % frente a un 15 % de tareas que remiten a contenidos conceptuales se centran en adquisiciones concretas restringidas a destrezas, como calcular, pues las tareas se resuelven mediante la aplicación directa e inmediata de algún algoritmo o técnica (Jarero *et al.*, 2013). En otros casos están relacionadas con el acotamiento más preciso del conocimiento, en el sentido de mostrar ostensiblemente el

dominio de una definición. En su naturaleza las tareas mayoritariamente son intramatemáticas, ofrecen como punto de partida todos los datos necesarios para su resolución y son de respuesta única. La totalidad de las tareas no solicitan explícitamente la justificación de la respuesta ni el uso de distintos procesos de resolución. Las prácticas evaluativas de las matemáticas se pueden situar en un conocimiento artesanal del cuerpo docente, producido a lo largo del ejercicio profesional del profesorado de matemáticas por delante de formas académicas que estructuran la evaluación del aprendizaje.

Relaciones entre proyecto- visión epistemológica de las matemáticas PVEM)- didáctica de la prueba (VDP)- objeto de evaluación (OE)

Respecto a los lineamientos epistemológicos de las matemáticas en los programas de los cursos, se identifica una visión funcional de las matemáticas relacionada con la formación de la competencia matemática, así como la definición de las capacidades que la integran. En las respuestas del profesorado sobre las competencias que desarrollan, se encuentra que un 40 % utiliza criterios como las capacidades para describir lo que se propone desarrollar en sus estudiantes (emplear, formular); mientras el 60 % muestra el desconocimiento de las orientaciones de los programas sobre el uso de la noción de competencia para orientar la didáctica y las evaluaciones, y los juicios de valor están relacionados con habilidades y conocimientos. Respecto a la didáctica de la prueba se encuentra el predominio de tareas relacionadas con los conocimientos procedimentales (75 %). En resumen, la revisión de variable didáctica de la prueba muestra el predominio por un solo tipo de conocimiento y, si bien en las respuestas las nominaciones y explicaciones dadas identifican el reconocimiento de aspectos que caracterizan el dominio de la competencia (saber hacer, aplicativa, aplicaciones prácticas, modelación), al mismo tiempo se desconoce el núcleo contextual de la competencia. Solo un 3 % de las repuestas hace alusión a la habilidad de poder aplicar los conceptos en algún caso real. Se puede inferir que las distinciones de la evaluación formativa y sumativa son desconocidas por el profesorado encuestado. No se encuentran indicios de devoluciones que realicen a sus estudiantes sobre los resultados ni de realización de ajustes en el proceso de enseñanza, lo que induce a pensar que conciben la evaluación en su carácter de certificación.

En resumen, la relación entre la variable didáctica y el objeto de evaluación no guarda una correspondencia con los lineamientos de los programas. Se puede inferir, del componente didáctico de la prueba, el modelo docente o didáctico en la clase de matemáticas, pues en las manifestaciones del profesorado el referente son las prácticas de la clase de matemáticas.



Conclusiones

Con este estudio se puede inferir, en primer lugar, que es necesario reconceptualizar la relación entre proyecto de formación y evaluación en el aula de matemáticas para lograr que la evaluación contribuya a un mejor aprendizaje. En segundo lugar, que la tensión implícita entre la evaluación sumativa y formativa es asumir cómo es usada la información recopilada de las tareas de evaluación. Ello presupone la integración de multiplicidad de actividades y tareas de evaluación que ayude al profesorado a determinar cómo avanzar en el aprendizaje de sus estudiantes y, al mismo tiempo, se utilicen para ajustar la enseñanza.

Esto implica acompañar al profesorado universitario en procesos de reflexión y análisis sobre qué es aquello que efectivamente se está cambiando en los proyectos de formación profesional y los cambios en las prácticas de evaluación. Burkhardt, et al. (2018) señalan que el enfoque para ampliar las competencias profesionales es a través de programas de desarrollo profesional o de crear apoyos con materiales didácticos bien diseñados, de tal forma que cada lección esté respaldada con tareas de evaluación que expandan y solidifiquen el aprendizaje de los conocimientos y saberes que el proyecto de formación ha seleccionado válidos para la formación profesional.

Referencias

- Arribas, J. M. (2012). El rendimiento académico en función del sistema de evaluación empleado. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa RELIEVE*, 18(1), 1-15. Recuperado de https://www.uv.es/RELIEVE/v18n1/RELIEVEv18n1_3.pdf
- Barquero, B., Bosch, M. y Gascón, J. (2007). Ecología de la modelización matemática: Restricciones transpositivas en las instituciones universitarias. *Communication au 2e congrès TAD* (pp. 1-22). Uzès, Francia. Recuperado de http://www4.ujaen.es/~aestepa/TAD_II/Comunicaciones_TAD_II/3%20-%20Barquero&Bosch&Gascon%20TAD%202.pdf
- Becerra, R. y Moya, A. (2008). Una perspectiva crítica de la evaluación en matemática en la Educación Superior. *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación*, 9(1), 35-69. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/410/41011135002.pdf>
- Biggs, J. (1998). Assessment and classroom learning: a role for summative assessment? *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 103-110. Recuperado de <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/0969595980050106?needAccess=true>
- Burkhardt, H. & Schoenfeld, A. (2018). Assessment in the service of learning: challenges and opportunities or Plus ça Change, Plus c'est la même Chose. *ZDM*, 50(4), 571-585. Recuperado de <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs11858-018-0937-1.pdf>
- Castro, Á., Prat, M. y Gorgorió, N. (2016). Conocimiento conceptual y procedimental en matemáticas: Su evolución tras décadas de investigación.

- Revista de Educación*, (374), 43-68. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/9a37/e047bef381eda0809fb3eb251a602e76c2d8.pdf>
- Cantalor, R. (2001). Enseñanza de la matemática en la educación superior. *Sinéctica*, (19), 3-27. Recuperado de <https://sinectica.iteso.mx/index.php/SINECTICA/article/view/359/352>
- Chevallard, Y. (2010). ¿Cuál puede ser el valor de evaluar?: Notas para desprenderse de la evaluación “como capricho y miniatura”. *Conferencia inaugural del Segundo Congreso Internacional de Didácticas Específicas* (pp. 1-12). Buenos Aires, Argentina. Recuperado de http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/Conferencia_YC_30-09-2010_esp.pdf
- Díaz Barriga, Á. (Ed.). (1993). *El examen: Textos para su historia y debate*. México: UNAM. Recuperado de http://www.terras.edu.ar/biblioteca/11/11DID_Foucault_Unidad_3.pdf
- Ernest, P. (1989). The impact of beliefs on the teaching of mathematics. En P, Ernest (Ed.), *Mathematics teaching: Tstate of the art* (pp. 249-254). London, Inglaterra: Falmer Press. Recuperado de <http://webdoc.sub.gwdg.de/edoc/e/pome/impact.htm>
- Gascón, J. (2001). Incidencia del modelo epistemológico de las matemáticas sobre las prácticas docentes. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, RELIME, 4(2), 129-159. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/335/33540202.pdf>
- Goold, E. (2012). *The role of mathematics in engineering practice and in the formation of engineers* (Tesis doctoral, National University of Ireland Maynooth). Recuperado de <http://mural.maynoothuniversity.ie/4766/1/PhD%20THESIS%20-%20VOLUME%201-%20Eileen%20Goold.pdf>
- Jarero Kumul, M., Aparicio Landa, E. y Sosa Moguel, L. (2013). Pruebas escritas como estrategia de evaluación de aprendizajes matemáticos: Un estudio de caso a nivel superior. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 16(2), 213-243. Recuperado de <http://www.sciel.o.org.mx/pdf/relime/v16n2/v16n2a4.pdf>
- Ímaz, C. y Moreno-Armella, L. (2014). *Cálculo: Su evolución y enseñanza* (2^{da} edic). Editorial Trillas, México.
- Morgan, C. (2000). *Discourses of Assessment--Discourses of Mathematics*. Recuperado de <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED472098.pdf>
- Pellegrino, J. W. (2014). Assessment as a positive influence on 21st century teaching and learning: A systems approach to progress. *Psicología Educativa*, 20(2), 65-77. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.pse.2014.11.002>
- Rodríguez, O., Salguero, B., Palomino, E., Caicedo, R. y García, G. (2018). *Marco teórico de la prueba de matemáticas*. Colombia: Universidad Autónoma de Occidente.
- Rojas, B. M. y González, D. C. (2009). Rendimiento y calificación, dos aspectos problemáticos de la evaluación en la universidad. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (27), 1-21. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1942/194215432006.pdf>
- Salguero, B., Palomino, E., Rodríguez, O., Caicedo, R. y García, G. (2018). Una caracterización de la evaluación de las competencias matemáticas en los cursos de transición en la educación superior. En C. S., Cadena, C. A., Roldán, J.D.A., González, D.O., Rodríguez y D. C. J. Ruano, *Evaluación*



- de aula, evaluación estandarizadas y emergencia de sistemas de evaluación de aprendizajes (pp. 107-118). Cali, Colombia: Editorial Bonaventuriana.
- Serrano, L. (2013). *La modelización matemática en los estudios universitarios de economía y empresa: Análisis ecológico y propuesta didáctica* (Tesis doctoral, Universitat Ramon Llull, Barcelona). Recuperado de <https://www.mdx.ac.uk/handle/10503/30517>
- Taras, M. (2005). Assessment-summative and formative-some theoretical reflections. *British Journal of Educational Studies*, 53(4), 466-478. Recuperado de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.468.8395&rep=rep1&type=pdf>
- Thompson, D. R., Burton, M., Cusi, A. y Wright, D. (2018). Formative Assessment: A Critical Component in the Teaching-Learning Process. En D. R. Thompson, M. Burton, A. Cusi, D. Wright (Eds.), *Classroom Assessment in Mathematics* (pp. 3-8). Cham: Springer. Recuperado de https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-73748-5_1
- Universidad Autónoma de Occidente. Vicerrectoría Académica (2012). *El cubo del aprendizaje: Una caja de herramientas para el oficio*. Colombia: Universidad Autónoma de Occidente .

