



# IDONEIDAD MEDIACIONAL Y ECOLÓGICA DEL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO-MATEMÁTICO Y TECNOLÓGICO DEL PROFESORADO DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA

## MEDIATIONAL AND ECOLOGICAL SUITABILITY OF DIDACTIC-MATHEMATICAL AND TECHNOLOGICAL KNOWLEDGE OF MATHEMATICS EDUCATION TEACHERS

**José David Vargas Gamboa<sup>1</sup>**

 ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0001-2343-9644>

### RESUMEN

La finalidad de este artículo es elaborar recomendaciones para mejorar el Conocimiento Didáctico-Matemático del profesorado de la carrera Educación Matemática de la Universidad de Costa Rica, específicamente en las facetas mediacional y ecológica propuestas en el Enfoque Ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática, en relación con el uso de las tecnologías digitales. Este constituye una síntesis de los resultados parciales de una investigación realizada por el autor en el marco de su investigación de maestría. Se realizó una investigación cualitativa de tipo descriptiva sobre dichas facetas, así como los tipos de uso que se le da a los recursos y herramientas tecnológicas digitales. Se concluye la necesidad de mejorar el conocimiento de los formadores de formadores sobre cómo integrar las tecnologías en el proceso educativo, especialmente las relacionadas con el diseño de recursos y la comunicación, por medio de capacitaciones continuas. En futuras investigaciones en esta misma población se recomienda el estudio de las demás facetas del conocimiento didáctico-matemático, con el fin de tener un panorama más completo de las características de las personas formadoras de profesores.

**Palabras clave:** Enfoque Ontosemiótico, Tecnologías digitales, Formadores de formadores, Capacitación continua.

### ABSTRACT

The purpose of this article is to develop recommendations to improve the Didactic-Mathematical Knowledge of the faculty of the Mathematics Education career of the University of Costa Rica in the mediational and ecological facets, proposed in the Ontosemiotic Approach to mathematical knowledge and instruction, in relation to the use of digital technologies. This is a synthesis of the partial results of research carried out by the author within the framework of his master's research. Qualitative descriptive research was carried out on these facets, as well as on the types of use given to digital technological resources and tools. It is concluded that there is a need to improve the knowledge of trainers of trainers on how to integrate technologies in the educational process, especially those related to the design

<sup>1</sup> Departamento de Educación Matemática, Escuela de Matemática, Universidad de Costa Rica, Montes de Oca, San José, Costa Rica, C. P. 11501. Correo electrónico: jose.vargas\_g@ucr.ac.cr



of resources and communication, through continuous training. In future research in this same population, the study of the other facets of didactic-mathematical knowledge is recommended, in order to have a more complete picture of the characteristics of teacher trainers.

**Keywords:** Ontosemiotic Approach, Digital Technologies, Initial Teacher Training, Ongoing Professional Development.

## 1. INTRODUCCIÓN

Una de las características de una carrera universitaria debería ser que el personal docente tenga la actitud de mejora continua, para lo cual se requiere reflexión objetiva del quehacer académico en cuanto a docencia, pues esto incide en la calidad de la educación, con lo cual se da un impacto en la sociedad (Sánchez *et al.*, 2023, p. 10708).

En ese sentido, el presente trabajo tiene el objetivo de elaborar recomendaciones para mejorar el Conocimiento Didáctico-Matemático (CDM) del profesorado de la carrera Educación Matemática de la Universidad de Costa Rica en las facetas mediacional y ecológica en relación con el uso de las tecnologías digitales. Este trabajo surge como síntesis de los resultados parciales de una investigación previa y más amplia, titulada “Propuesta para el uso de las herramientas y recursos tecnológicos, basada en una caracterización de las facetas mediacional y ecológica del conocimiento didáctico matemático del profesorado de la Carrera Educación Matemática de la Universidad de Costa Rica en el 2021” (Vargas, 2022). Es a partir de los resultados de la caracterización de los conocimientos didáctico-matemáticos del profesorado en dichas facetas y el uso de las tecnologías digitales que se pretende responder la siguiente pregunta de investigación: ¿cómo se puede mejorar el Conocimiento Didáctico-Matemático del profesorado de la carrera Educación Matemática en cuanto a las facetas mediacional y ecológica, en relación con el uso de las tecnologías digitales?

En la actualidad, distintos autores han realizado investigaciones sobre el uso de las tecnologías en el proceso educativo a nivel nacional. Por ejemplo, Castro y Artavia (2019) remarcan que el cambio en la tecnología implica la necesidad de capacitación del personal docente (alfabetización digital), con la finalidad de actualizarlo respecto a los requerimientos del entorno mundial, lo cual requiere un esfuerzo para promover la formación constante del profesorado.

También en Costa Rica se han realizado esfuerzos por comprender cómo implementar la virtualidad (lo cual es parte del conocimiento de las tecnologías digitales) en los cursos a nivel de educación superior. Este afán de mantener al personal docente actualizado y en concordancia con las competencias digitales de la sociedad actual es de vital importancia. En este sentido, Calderón (2020) menciona, por ejemplo, la importancia de emplear una estrategia pedagógica y una correcta planificación para el uso integrado de la tecnología en el proceso educativo, y no un uso de materiales didácticos aislados o grabaciones de clases. En el ámbito específico de la carrera Educación Matemática, existen experiencias favorables del uso de la tecnología que reportan la ayuda del uso sistemático de GeoGebra al estudiantado en la formulación de conjeturas y conexiones de conceptos (Poveda y García, 2021).

También hay casos a nivel internacional, como el de Vilchez (2017), quien llegó a la conclusión de que el empoderamiento en los principales recursos digitales por parte de docentes en formación conllevó a un mejor desarrollo de competencias. Tales recursos van desde el software matemático y contenidos multimedia hasta las redes sociales. Otro caso es el de Engelbrecht *et al.* (2020). En su investigación, notaron que el acceso a las tecnologías digitales,

en particular internet, cambia la forma en la que se transmite el conocimiento. Además, que la disponibilidad de los recursos de aprendizaje en línea genera que las personas estudiantes tengan preferencia a consultarlos, en vez de buscar en libros o preguntar a las personas docentes.

En estas investigaciones lo que resulta innegable es el interés del uso de las Tecnologías Digitales (TD) en el proceso educativo, y la actitud reflexiva de la comunidad educativa al respecto de un uso informado, con propósito y correcto de las TD, para impulsar el proceso educativo y que no sean un obstáculo o distractor en la labor de la persona docente.

En cuanto a las herramientas de análisis y reflexión del proceso educativo en matemática, se destaca el Enfoque Ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática (EOS), por Godino *et al.* (2017), el cual ayuda a explicar la práctica docente. Específicamente, la noción de Conocimiento Didáctico-Matemático permite caracterizar los conocimientos y competencias del profesorado en ejercicio. Las implicaciones del EOS para este artículo se desarrollarán en el marco teórico.

En el momento del estudio no se conocía una caracterización del conocimiento en tecnologías educativas del profesorado del Departamento de Educación Matemática de la Universidad de Costa Rica (UCR), por lo que se consideró necesario analizar cuáles son los conocimientos didáctico-matemáticos del profesorado de dicho departamento. Específicamente en las facetas mediacional y ecológica, así como en cuáles de ellos existe posibilidad de mejora, en el sentido de ser conocimientos incorrectos, correctos pero aplicados de forma inadecuada o vacíos de conocimiento, por mencionar algunas posibilidades. A partir de esto se pueden generar recomendaciones acordes con las necesidades detectadas para los participantes de la investigación.

## 2. ELEMENTOS TEÓRICOS

### 2.1 Enfoque Ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática

El análisis realizado en la investigación se basó en el Enfoque Ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática (EOS), el cual constituye un sistema teórico que integra varios enfoques, con la finalidad de analizar prácticas educativas en el aula de matemática.

El EOS consta de cinco grupos de nociones teóricas: sistema de prácticas operativas y discursivas; configuración de objetos y procesos matemáticos, emergentes e intervinientes en las prácticas matemáticas; configuración didáctica; idoneidad didáctica; y dimensión normativa. No es el objetivo de este artículo sintetizar cada grupo de nociones; a la persona interesada se recomienda consultar a Godino *et al.* (2009), Godino *et al.* (2017) y Godino (2022).

En la investigación realizada se tomó en cuenta la noción de idoneidad didáctica para analizar los recursos utilizados por las personas docentes. Esta noción se entiende como “criterio general, relativo a las circunstancias contextuales, de adecuación y pertinencia de las acciones de los agentes educativos, de los conocimientos puestos en juego y de los recursos usados en un proceso de estudio matemático” (Godino *et al.*, 2017, p. 94).

Además, el foco de atención de la investigación es el CDM del profesorado, el cual se compone de seis facetas: epistémica, cognitiva, afectiva, mediacional, interaccional y ecológica. Se dio atención a dos de ellas: la mediacional y la ecológica, ya que la faceta mediacional hace referencia a los recursos materiales y temporales disponibles, y la ecológica al ajuste con respecto al centro educativo y las condiciones del entorno en el que se desarrolla (Godino,

2013). Más precisamente, la faceta mediacional del CDM se refiere al conocimiento que permite a la persona docente escoger los mejores recursos para el aprendizaje. Pueden ser tecnológicos, materiales y temporales. Por su parte, la faceta ecológica del CDM abarca desde la relación de la matemática con otras disciplinas, hasta las políticas intervinientes en el proceso educativo: curriculares, profesionales, económicas, entre otras (Godino *et al.*, 2017, pp. 96-97).

Además, se toma como punto de referencia óptimo los estándares definidos en los conocimientos, habilidades y actitudes declarados por la Escuela de Matemática de la UCR (2015), los cuales se espera que el personal docente implemente en los cursos. Así que el análisis realizado está enfocado en el cumplimiento de dichos estándares.

## 2.2 Tecnologías digitales en el proceso educativo

El uso de las Tecnologías Digitales (TD) en el proceso educativo es amplio, ya que permite acceder, producir, tratar y comunicar información, y varía dependiendo de múltiples factores, tales como la teoría del aprendizaje que se esté utilizando, la disponibilidad de los recursos, la calidad, la innovación, entre otros (Belloch, s.f.; Cabero y Llorente, 2015).

Las TD tienen un papel central en el proceso educativo, en tanto les permiten a las personas docentes realizar su trabajo de formación desde distintas formas y considerar nuevas oportunidades de innovación. En este sentido, la persona docente, formadora de educadores matemáticos, debe tener conocimiento de una amplia gama de dichas herramientas y recursos de TD para implementarlos en sus clases. Así es capaz de generar no solo conocimiento matemático y didáctico-matemático, sino que también ayuda a desarrollar en el estudiantado las competencias digitales necesarias para la integración de profesionales actualizados en una sociedad en constante cambio.

Entre las muchas herramientas existentes, se encuentra una gran variedad de estos recursos que van desde texto, audio y video, hasta los entornos virtuales como Moodle, así como herramientas específicas para la matemática, tales como GeoGebra, Wolfram Mathematica o Wolfram Alpha y LaTeX, los cuales están a disposición del personal docente que constituyó la población de la investigación. Por lo tanto, estas herramientas se consideraron como la base sobre la cuales se realizó el estudio.

Otro aspecto que también varía ampliamente es la forma de uso en el proceso educativo. Con base en lo anterior, en esta investigación se considerarán los siguientes usos que se le puede dar a la tecnología en el proceso educativo, los cuales se basan en Area *et al.* (2016): planear lecciones, preparar materiales o recursos didácticos, presentar informes, registrar evaluaciones de estudiantes, evaluar a los estudiantes, fomentar la investigación, ayudar en la resolución de problemas, comunicación estudiante-estudiante, comunicación estudiante-docente, realizar grabaciones de sesiones sincrónicas o videos.

Dichos usos engloban actividades específicas realizadas por cada docente. Cabe aclarar que es posible que existan muchos otros usos más específicos, pero para efectos de la investigación se consideraron solamente dichas categorías establecidas *a priori*. Estas se implementaron en el cuestionario, tal como se explica en la siguiente sección.

## 3. ABORDAJE METODOLÓGICO

La investigación realizada es de enfoque cuantitativo con alcance descriptivo, y cuenta con un diseño no experimental, ya que se buscaba conocer el fenómeno en estudio en su

ocurrencia natural, y no se pretendía ver relaciones entre las variables estudiadas según su modificación.

Cabe destacar que se realizó el estudio de forma transversal, ya que, por las características de la investigación, no había recursos ni tiempo para valorar el fenómeno de forma longitudinal. Esta se llevó a cabo durante el I Ciclo del año 2021, en el contexto de la pandemia provocada por el virus responsable de la COVID-19. Esto produjo que en la UCR se diera una virtualización forzada de los cursos (que normalmente se daban de forma presencial), lo cual indujo la necesidad de utilizar herramientas tecnológicas digitales para tal fin.

Además, es importante notar que el autor del presente artículo, quien realizó la citada investigación, pertenece al personal docente de la carrera, lo cual le da la oportunidad de un análisis a profundidad. En efecto, se cuenta con la experiencia en el contexto y el conocimiento de la dinámica de trabajo grupal del departamento, que conlleva a la reflexión de los procesos docentes y que es usual realizar en el profesorado de la carrera (por ejemplo, por medio de reuniones de autoevaluación, grupos de estudio sobre temas didácticos y de realidad nacional, entre otros). Aunado a esto, se utilizaron elementos declarados en las políticas universitarias según la Rectoría de la UCR (2020a, 2020b y 2020c) y en la Escuela de Matemática de la UCR (2015) para realizar esta investigación.

### 3.1 Instrumento de recolección de la información

La información fue recolectada por medio de un cuestionario autoadministrado (técnica de encuesta) de forma individual, por medio de una plataforma digital. Dicho cuestionario estaba conformado por preguntas cerradas y escalas. La validez y confiabilidad del cuestionario se dio por criterio de tres expertos en cada una de las siguientes áreas: formación de docente de matemática, didáctica de la matemática y ciencias cognoscitivas. A dichos expertos se les compartió una versión preliminar del cuestionario y un instrumento de valoración. Posteriormente, se mejoró el cuestionario con las sugerencias brindadas. La versión del cuestionario con las correcciones aplicadas se encuentra en el siguiente enlace, para que la persona lectora interesada pueda replicar el estudio, o bien, adaptarlo a un nuevo contexto:

[https://6f33fa7f78ea46e2aaca-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/jose\\_vargas\\_g\\_ucr\\_ac\\_cr/EQpi1ph8tKxAjOfCfLiwJc4B7iYLLeY21nFAPhZl311ttw?e=olaxJP](https://6f33fa7f78ea46e2aaca-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/jose_vargas_g_ucr_ac_cr/EQpi1ph8tKxAjOfCfLiwJc4B7iYLLeY21nFAPhZl311ttw?e=olaxJP)

### 3.2 Proceso de recolección y análisis de la información

La recolección de la información se realizó con 22 personas docentes que representaban la totalidad del personal docente del Departamento de Educación Matemática, exceptuando al autor de este trabajo, quien también es docente en dicho Departamento. Como se mencionará más adelante, a pesar de haber tratado de recolectar información de la totalidad de la población, se obtuvieron únicamente 13 respuestas, pues la participación fue voluntaria.

Se definieron escalas de valoración y se enviaron a las personas docentes entre el 30 de junio del 2021 y el 17 de julio del mismo año. Estos se hicieron llegar por medio de un correo electrónico que se envió desde la Dirección del Departamento de Educación Matemática, previo consentimiento. Los datos se procesaron por medio de hojas de cálculo.

Para realizar la recolección de la información de una forma más organizada, se desarrolló el cuestionario de forma que permitiera clasificar por niveles las distintas variables presentes en el proceso educativo, y que son parte de esta investigación. Dichas variables

son los componentes de idoneidad ecológica y mediacional, los cuales pueden ser muy alto (80%-100%), alto (60%-80%), medio (40%-60%), bajo (20%-40%) y muy bajo (0%-20%). Esta misma escala se utiliza para valorar globalmente cada faceta, así como el conocimiento y aplicación de las políticas de la UCR en cuanto a las tecnologías digitales, y para valorar el nivel de dominio de cada recurso o herramienta tecnológica.

El análisis se realizó primero en la faceta ecológica, luego en la mediacional y, finalmente, en los recursos y herramientas. Este análisis se sintetiza en tablas que resumen los componentes e indicadores de cada faceta, así como su valoración según la escala. Cabe aclarar que se utilizaron herramientas de estadística descriptiva, no correlacional, debido a la naturaleza de la investigación.

### 3.3 Resultados obtenidos

En esta sección se presentan los principales resultados obtenidos del proceso de recolección de información y su sistematización con base en las escalas establecidas, tanto en su valoración cuantitativa como cualitativa. La interpretación y análisis de dichos resultados se presenta en el apartado siguiente. Por cuestiones de espacio en el presente artículo, a continuación se presentan los principales resultados obtenidos en la investigación en los cuales hay puntos importantes de mejora. Para la persona lectora que quiera profundizar o ampliar lo aquí expuesto, puede consultar a Vargas (2022).

Se obtuvieron 13 respuestas de las 22 personas docentes a las que se envió el cuestionario (59.09% de la población), de las cuales ocho imparten cursos del área matemática, tres del área didáctico-matemática y dos de otras áreas (en el momento de la recolección de datos).

Con respecto a la faceta ecológica y las políticas institucionales de la UCR, se nota en primer lugar que 6 de las 13 personas docentes basan sus actividades de innovación tecnológica en la experiencia propia o de otras personas docentes. En cuanto al conocimiento de los factores socio-profesionales, 7 de las 13 personas docentes expresaron no conocer dichos factores para promoverlos en el curso que impartían en ese momento, lo cual es un punto muy importante para la mejora. Otro aspecto en el que hay gran oportunidad de mejora es en la integración de nuevas tecnologías aplicando recursos y herramientas adecuadas. Se sintetizan los resultados de esta faceta en la Tabla 1 (Vargas, 2022, p. 87).

**Tabla 1. Valoración de la faceta ecológica del CDM según componentes e indicadores de idoneidad ecológica.**

| Componentes                             | Indicadores   | Idoneidad del indicador | Valoración del indicador | Idoneidad del componente | Valoración del componente | Idoneidad de la faceta ecológica | Valoración de la faceta |
|---|---|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| Adaptación al currículo                 | Los contenidos, su implementación y evaluación se corresponden con las directrices curriculares           | 62.82%                  | Alto                     | 60.43%                   | Alto                      |                                  |                         |
|   | Se siguen las directrices institucionales en cuanto a las formas de aplicar las tecnologías digitales     | 64.62%                  | Alto                     |                          |                           |                                  |                         |
|   | Se cumple con el tiempo establecido para cada sesión sincrónica   | 53.85%                  | Medio                    |                          |                           |                                  |                         |
| Apertura hacia la innovación didáctica  | Innovación basada en la investigación y la práctica reflexiva   | 76.92%                  | Alto                     | 42.27%                   | Medio                     | 71.31%                           | Alto                    |
|   | Integración de nuevas tecnologías en el proyecto educativo, utilizando herramientas o recursos apropiados | 7.62%                   | Muy bajo                 |                          |                           |                                  |                         |
| Adaptación socio-profesional y cultural | Los contenidos contribuyen a la formación socio-profesional de los y las estudiantes                      | 30.77%                  | Bajo                     | 57.70%                   | Medio                     |                                  |                         |
|   | Se enseña al estudiantado formas de usar la tecnología en el proceso educativo                            | 84.62%                  | Muy alto                 |                          |                           |                                  |                         |
| Educación en valores                    | Se contempla la formación en valores democráticos y el pensamiento crítico                                | 96.15%                  | Muy alto                 | 96.15%                   | Muy alto                  |                                  |                         |
| Conexiones intra e interdisciplinares   | Los contenidos se relacionan con otros contenidos intra e interdisciplinares                              | 100.00%                 | Muy alto                 | 100.00%                  | Muy alto                  |                                  |                         |

**Fuente:** Tomado de Vargas (2022).



En cuanto a la faceta mediacional y la capacitación del personal docente, es importante mencionar que, de las 13 personas docentes, 8 han recibido capacitación sobre el uso de tecnología, y de los 5 restantes la mayoría no lo ha hecho por falta de tiempo. Sin embargo, en casi todos los tipos de recursos tecnológicos sobre los que se preguntó, los cuales se pueden observar en la Tabla 2 (Vargas, 2022, p. 92), todas las personas docentes manifestaron haberlos aprendido a utilizar a partir de la experiencia sin capacitación. Además, en promedio, un 5.96% de las personas docentes aprendieron a utilizar algún recurso por medio de capacitación, y un 2.83% con capacitación para el uso de software en el aula.

También es de notar que los valores más altos de no utilización están en los siguientes recursos: diseño gráfico, edición de video, adición de audio y creación y edición de páginas web, así como herramientas de programación. En la Tabla 2 (Vargas, 2022, p. 92) se observa el nivel de dominio de cada tipo de herramienta o recurso que tiene el personal docente.

**Tabla 2. Medidas de tendencia central sobre el nivel de dominio del personal docente según tipo de herramienta o recurso.**

| Recurso o herramienta   | $\bar{X}$ | s    | <i>Mde</i> | <i>Mo</i> | Asimetría | Nivel de dominio |
|---|-----------|------|------------|-----------|-----------|------------------|
| Procesadores de texto (Microsoft Word, Open Office Writer, etc.)                | 8.08      | 1.26 | 8          | 7         | 0.13      | Muy alto         |
| Herramientas de creación de presentaciones (Microsoft PowerPoint, Prezi, etc.)  | 7.46      | 1.66 | 8          | 9         | -0.88     | Alto             |
| Hojas de cálculo (Microsoft Excel, Hojas de Cálculo de Google, etc.)            | 7.54      | 1.13 | 7          | 7         | 0.71      | Alto             |
| Creador de mapas conceptuales (Coggle, Lucidchart, etc.)                        | 4.85      | 2.70 | 5          | 7         | -0.80     | Medio            |
| Software de diseño gráfico (Canva, Piktochart, etc.)                            | 2.62      | 3.36 | 0          | 0         | 0.90      | Bajo             |
| Software de edición de video (OpenShot, Adobe Spark, Magisto, etc.)             | 3.62      | 3.48 | 3          | 0         | 0.16      | Bajo             |
| Software de edición de audio (Audacity, Pro Tools, etc.)                        | 2.46      | 3.13 | 0          | 0         | 0.71      | Bajo             |
| Herramientas de creación y edición de páginas web (Wix, Jimdo, Wordpress, etc.) | 3.00      | 2.89 | 3          | 0         | 0.56      | Bajo             |
| Plataformas de almacenamiento de archivos (Google Drive, OneDrive, etc.)        | 8.00      | 1.83 | 8          | 8         | -1.07     | Muy alto         |
| Plataformas de videos en línea (YouTube, Vimeo, etc.)                           | 5.69      | 3.82 | 7          | 0         | -0.60     | Medio            |
| Herramientas de video comunicación (Zoom, Skype, etc.)                          | 6.85      | 3.41 | 8          | 9         | -1.41     | Alto             |

| Recurso o herramienta   | $\bar{X}$ | s    | <i>Mde</i> | <i>Mo</i> | Asimetría | Nivel de dominio |
|---|-----------|------|------------|-----------|-----------|------------------|
| Herramientas de comunicación asincrónica (WhatsApp, Telegram, Correo electrónico, etc.) | 7.08      | 3.43 | 9          | 9         | -1.55     | Alto             |
| Herramientas de transmisión o grabación de audio y video (OBS, grabación de Zoom, etc.) | 5.92      | 3.68 | 7          | 7         | -0.91     | Medio            |
| Plataformas educativas LMS (Moodle, Blackboard, etc.)                                   | 5.92      | 3.80 | 7          | 0         | -0.75     | Medio            |
| Software especializado en matemática (GeoGebra, WolframAlpha, etc.)                     | 6.38      | 3.33 | 7          | 5         | -1.04     | Alto             |
| Software de edición de texto matemático (LaTeX, MathMagic, etc.)                        | 5.54      | 4.12 | 7          | 0         | -0.52     | Medio            |
| Herramientas de programación (Java, Visual Basic, etc.)                                 | 2.46      | 3.91 | 0          | 0         | 1.25      | Bajo             |
| Calculadora (física o digital)  | 5.54      | 3.64 | 7          | 7         | -0.62     | Medio            |
| Otro tipo:  | 0         | 0    | 0          | 0         | -         | Muy bajo         |

*Nota:*  $\bar{X}$  Media aritmética, s Desviación estándar, *Mde* Mediana, *Mo* Moda.

**Fuente:** Tomado de Vargas (2022).

En este ámbito del uso de los recursos y herramientas tecnológicas, se realizó una caracterización de la forma en que se utilizan y su finalidad. En este sentido, la gran mayoría de docentes mencionó hacer uso de las tecnologías con mayor frecuencia para introducir situaciones o problemas matemáticos, o bien, para apoyar argumentaciones. Las actividades en las que usaron menos tecnología corresponden a la evaluación del estudiantado, el fomento de la investigación y la resolución de problemas. Además, resalta el bajo porcentaje de uso de las TD para las distintas labores docentes, así como para el fomento de la comunicación estudiante-docente y estudiante-estudiante. Cabe notar que el 53.84% de las personas docentes afirmaron no usar algunos de los recursos o herramientas por razones de desconocimiento de su existencia o de cómo utilizarlos, mientras que un 30.77% afirmó que no las utilizan por razones didácticas.

En cuanto a las condiciones de las lecciones, la mayoría de las personas docentes afirmaron que un grupo de menos de 30 personas estudiantes es adecuado, y que los cursos que imparten son en su mayoría en la franja de 10:00 a 13:00, luego en las franjas de 07:00 a 10:00, y de 13:00 a 16:00. Todas las personas docentes consideraron que el horario es apropiado para el curso que impartieron. Asimismo, en relación con el tiempo de las lecciones, solamente 3 de 13 docentes confirmaron que el tiempo de clases es el necesario para desarrollar la enseñanza pretendida. Además, un 30.77% manifestó que sus estudiantes no cuentan, en general, con equipo tecnológico que les permita la participación fluida en las clases.

En la Tabla 3 (Vargas, 2022, p. 102) se presenta la totalidad de indicadores de idoneidad mediacional con su respectiva valoración.

**Tabla 3. Valoración de la faceta mediacional del CDM según componentes e indicadores de idoneidad mediacional.**

| Componentes                          | Indicadores  | Idoneidad del indicador | Valoración del indicador | Idoneidad del componente | Valoración del componente | Idoneidad de la faceta ecológica | Valoración de la faceta |
|--------------------------------------|--|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| Recursos y herramientas tecnológicas | Se usan materiales informáticos que permiten introducir buenas situaciones, lenguajes, procedimientos y argumentaciones adaptadas al contenido pretendido.       | 56.92%                  | Medio                    | 41.23%                   | Medio                     |                                  |                         |
|                                      | Las definiciones y propiedades son contextualizadas y motivadas usando situaciones y modelos concretos y visualizaciones por medio de las tecnologías digitales. | 84.62%                  | Muy alto                 |                          |                           |                                  |                         |
|                                      | Se utilizan las herramientas y recursos de forma apropiada para fomentar la comunicación estudiante-estudiante y estudiante-docente                              | 9.09%                   | Muy bajo                 |                          |                           |                                  |                         |
|                                      | Utilización apropiada de las tecnologías digitales en distintas labores docentes (planear lecciones, elaborar materiales, grabar lecciones).                     | 14.29%                  | Muy bajo                 |                          |                           |                                  |                         |
| Condiciones del grupo                | El número de estudiantes permite llevar a cabo la enseñanza pretendida.  | 69.23%                  | Alto                     | 64.10%                   | Alto                      |                                  |                         |
|                                      | El horario del curso es apropiado.   | 100.00%                 | Muy alto                 |                          |                           |                                  |                         |
|                                      | Las condiciones tecnológicas del estudiantado son las adecuadas para recibir las lecciones en el formato establecido.  | 23.08%                  | Bajo                     |                          |                           |                                  |                         |
| Tiempo                               | El tiempo (sincrónico y asincrónico) es suficiente para la enseñanza pretendida.   | 23.08%                  | Bajo                     | 38.47%                   | Bajo                      |                                  |                         |
|                                      | Se dedica suficiente tiempo a los contenidos más importantes del tema.   | 53.85%                  | Medio                    |                          |                           |                                  |                         |

**Fuente:** Tomado de Vargas (2022).

## 4. DISCUSIONES

En este apartado se presenta una discusión de los principales resultados, para analizarlos a la luz de la teoría y posteriormente brindar las conclusiones derivadas de dicha discusión.

### 4.1 Faceta ecológica y políticas institucionales de la UCR

Es importante recalcar que, según los datos obtenidos, gran parte de las personas docentes basan sus innovaciones en la experiencia propia o de colegas. Esto puede deberse a la constante actividad reflexiva en conjunto que se realiza en el Departamento de Educación Matemática (por medio de reuniones de departamento, capacitaciones, etc.); sin embargo, es de notar que no muchos se basan en el conocimiento de investigaciones actualizadas o conocimiento técnico del uso de herramientas. Esto representa una oportunidad de mejora en la capacitación del personal docente.

En la Tabla 1 (Vargas, 2022, p. 87), se visualiza claramente que hay muchas herramientas tecnológicas que no se usan para muchas de las tareas docentes en el proceso educativo. Esto no significa que se realice un mal trabajo en dicho proceso, sino que se pueden estar desaprovechando posibilidades de formación en tecnologías digitales actualizadas que ayudarían al proceso educativo. Además, es consistente con los hallazgos de González y De Pablos (2015), quienes mencionan que algunos de los elementos que obstaculizan el uso de la tecnología en el proceso educativo son el acceso a recursos, apoyo de autoridades, conocimiento, competencias tecnológicas y formación. Es de importancia central superar estos obstáculos para un mejor desarrollo de la alfabetización digital (Castro y Artavia, 2019).

Por otro lado, cabe destacar que gran parte de las personas docentes afirmaron no conocer sobre factores socio-profesionales y su incorporación en los cursos. Esto es central, pues el desarrollo de dichos factores es de vital importancia para desarrollar el perfil académico profesional que se espera en el estudiantado (Escuela de Matemática de la UCR, 2015). Es de notar que, esta respuesta puede significar que las prácticas que realizan en este sentido no son de forma consciente. Es decir, quizá sí se realizan acciones en esta línea, pero no intencionadas y dirigidas a ese propósito. En este sentido, la posibilidad de mejora radica justamente en hacerse consciente de la necesidad de estar en concordancia con los factores sociales y los avances en la tecnología por parte del profesorado, como lo menciona Calderón (2020).

### 4.2 Faceta mediacional y capacitación del personal docente

En concordancia con lo mencionado en la sección anterior, es visible que muy pocas personas docentes aprendieron a usar los recursos por medio de capacitaciones; más bien fue por medio de la experiencia de uso. Como se mencionó anteriormente, la mayor necesidad de mejora está en fomentar el conocimiento de las herramientas de diseño, creación de audio y video, así como de páginas web y programación, pues resulta que son las que tienen menos nivel de dominio, como se vio en la Tabla 2. Nótese que esto corresponde a los recursos con uso menos frecuente.

Uno de los puntos fuertes es el uso de la tecnología para introducir situaciones, problemas y apoyar la argumentación. Esto apoya el proceso educativo, ya que de esta forma se manifiestan los significados institucionales y personales del estudiantado (Godino y Burgos, 2020). Además, es consistente con los hallazgos de Poveda y García (2021) en cuanto al uso de la tecnología para apoyar procesos de formulación de conjeturas, específicamente con GeoGebra.

Por otro lado, uno de los usos menos desarrollados corresponde al fomento de la comunicación estudiante-estudiante y estudiante-docente; existe una gran oportunidad de mejora en la atención de las exigencias de una sociedad altamente virtualizada, en la que incluso los cursos universitarios algunas veces se imparten en esa modalidad (Calderón, 2020).

Otros elementos que son importantes a considerar según las respuestas brindadas son las condiciones contextuales (tiempo de clase, cantidad de estudiantes y horario de clase), los cuales parecen ser adecuados, pero con cierto faltante en el tiempo de clase. Además, se presenta una carencia en el equipo tecnológico con el que cuenta el estudiantado en general, en el momento en que se realizó la recolección de datos.

### 4.3 Usos de los recursos y herramientas tecnológicas

Es importante notar que el hecho de que haya poco uso de la tecnología para evaluar, fomentar la investigación y resolver problemas no indica que estas tres actividades no se realicen del todo, sino que, probablemente, se realizan de forma tradicional, sin implicar la tecnología. Cabe resaltar que hay alto uso y dominio de herramientas para preparar documentos, informes o planeamientos, lo que es consistente con el tipo de tareas tradicionales de las personas docentes. Sin embargo, las tecnologías que permiten personalizar dichos materiales, hacerlos más llamativos o ilustrativos, o bien, presentarlos en formatos distintos, son las que tienen menos porcentaje de uso y dominio. Esto podría deberse al foco de importancia que poseen las personas docentes, que prestan más atención al contenido que a la presentación, entre muchas otras posibles razones.

Sin embargo, es importante recordar la importancia de la forma en que se presenta la información, para alcanzar a desarrollar el aprendizaje de forma adecuada al tomar en cuenta elementos como las múltiples formas de aprendizaje y el Diseño Universal para el Aprendizaje, por mencionar algunos. Asimismo, hay que recalcar que las TD pueden permitir alcanzar un nivel mucho mayor de interacción en el aula cuando la persona docente las utiliza apropiadamente en el proceso educativo.

Aunado a lo anterior, autores como Area (2000) y Cabero (2003) hacen notar la importancia de que el estudiantado y profesorado tengan contacto frecuente con las TD, al igual que las posibilidades de desarrollar experiencias de aprendizaje relacionadas con dichas tecnologías. Todo esto en el marco de la formación inicial del profesorado, para el desarrollo de competencias tecnológicas digitales, lo que requiere una capacitación continua del profesorado, para una correcta utilización de estos recursos.

## 5. CONCLUSIONES

Primero, es importante notar que este estudio está enfocado en la población docente de la carrera Educación Matemática de la UCR, así que los resultados no deben ser generalizados a otras poblaciones. Sin embargo, sirven como idea base para notar posibles líneas de

diagnóstico de necesidades del personal docente en determinada institución. Además, los instrumentos de recolección de información, y el diseño metodológico en general, pueden ser replicados en esta población o adaptados a otras poblaciones, con lo cual se presenta un aporte a la disciplina con miras a describir el CDM del profesorado en relación con la tecnología.

En este sentido, el adaptar los indicadores de idoneidad didáctica, al menos en algunas de las facetas, resulta esclarecedor al detectar dificultades y oportunidades de mejora en los conocimientos del profesorado y la forma en la que conducen el proceso educativo. Esto con la finalidad de desarrollar acciones formativas pertinentes para dicha población, que conlleven a desarrollar un trabajo más oportuno y apegado a los estándares del departamento.

Para desarrollar tales acciones formativas en el profesorado se necesitan espacios de reflexión y capacitación. En este sentido, cabe destacar que el personal docente de la carrera Educación Matemática cuenta con una amplia disposición a participar en distintas capacitaciones continuas, en pro de mejorar la forma en la que se realiza la formación del estudiantado. Esto es un punto fuerte de dicha población, que debe ser aprovechado para un mejor desarrollo del trabajo del departamento.

Uno de los puntos importantes a resaltar es que, en el momento del estudio, las personas docentes transitaban la virtualización forzada debida a la pandemia del COVID-19, por lo que no se esperaba una alta formación en el uso de las tecnologías digitales en el proceso educativo, tal como se evidenció en los resultados de la investigación. Esto abre las puertas a capacitaciones relacionadas con estos temas.

A pesar de la situación emergente en la que se realizó el estudio, es de notar que la experiencia obtenida en la virtualización de los cursos conlleva a un proceso de reflexión sobre las ventajas de los cursos en dicha modalidad. Sin embargo, para que esto se lleve adelante de buena forma en el futuro es necesario mejorar los conocimientos y habilidades de las personas docentes, por medio de capacitaciones técnicas y didácticas sobre el uso de las tecnologías digitales. Esto pensando en varias vertientes: primera, la posibilidad de impartir algunos cursos de la carrera en formato virtual; segunda, en la posibilidad de implementar B-Learning en algunos momentos de la carrera y, por último, la gran posibilidad de aplicar algunos recursos o herramientas tecnológicas en las clases presenciales o trabajo asincrónico que realiza el estudiantado.

Entonces, el uso adecuado de las herramientas que se tiene disposición es central. En este ámbito de ideas, una de las principales recomendaciones en cuanto a la faceta mediacional del CDM es la capacitación docente sobre los recursos en los que se detectó poca utilización y bajo nivel de dominio, como lo son las herramientas de diseño, comunicación, edición de audio y video, y creación de páginas web. En estas capacitaciones es importante hacer notar las ventajas que brinda la tecnología para la realización de algunas de las tareas cotidianas del profesorado. Además, deben incluirse ejemplos y prácticas de cómo utilizarlas para ello; por ejemplo, para realizar evaluaciones, diseñar materiales, entre otros.

Por otro lado, en cuanto a la faceta ecológica del CDM se nota un alto conocimiento y aplicación de directrices curriculares y disposición a la innovación tecnológica. Otro punto fuerte que se detectó en la faceta ecológica es que existe un uso adecuado de las tecnologías para motivar y contextualizar situaciones. Sin embargo, se puede promover su uso para mejorar el lenguaje matemático, los procedimientos y argumentos, ya que son

parte de los conocimientos, habilidades y actitudes que se pretenden desarrollar en la carrera, según lo declarado por la Escuela de Matemática de la UCR (2015).

Uno de los principales aspectos que tienen bajo nivel es el aplicar estrategias para desarrollar los factores socio-profesionales en el estudiantado, así como la integración de las tecnologías mencionadas en párrafos anteriores. En este sentido, por ejemplo, hay una carencia importante en cuanto a los recursos con los que cuenta el estudiantado, y es parte de los análisis sobre la viabilidad de las estrategias que escoja el personal docente, además de ver la posibilidad de utilizar los recursos institucionales, en caso de que no se cuente con los recursos de uso personal del estudiantado. Por lo tanto, se recomienda elaborar un espacio de reflexión sobre los factores socio-profesionales relacionados con el uso de las tecnologías digitales, el cual debe estar basado no solo en la experiencia de aula, sino en elementos teóricos que den apoyo a las reflexiones.

Finalmente, la principal recomendación derivada de esta investigación es la de implementar capacitaciones constantes para que el personal docente se mantenga actualizado sobre el uso de las más recientes tecnologías de uso educativo. Esto para que puedan tener a mano nuevas posibilidades educativas, así como la capacidad de implementarlas adecuadamente en la formación inicial del profesorado, lo cual constituye su principal tarea. Igualmente, capacitarles para que las futuras personas docentes también tengan un conocimiento adecuado de dichas herramientas y recursos.

## **DECLARACIONES DE CONTRIBUCIONES DE LAS PERSONAS AUTORAS**

JVG concibió la idea presentada, desarrolló la teoría, adaptó la metodología, elaboró y aplicó los instrumentos, así como el análisis de los datos y las discusiones y conclusiones.

## **DECLARACIÓN DE DISPONIBILIDAD DE DATOS**

Los datos que respaldan los resultados de este estudio estarán disponibles por la persona autora JVG, previa solicitud razonable.

## **AGRADECIMIENTOS**

El agradecimiento es para las personas colegas del Departamento de Educación Matemática de la UCR, por su anuencia a colaborar con la investigación desarrollada, así como la disponibilidad de estar siempre dispuestas a reflexionar sobre la labor que realizamos.

## **5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Area Moreira, M. (2000). *¿Qué aporta Internet al cambio pedagógico en la Educación Superior?* [Versión electrónica]. <http://manarea.webs.ull.es/articulos/art01.htm>

Area Moreira, M., Hernández Rivero, V. y Sosa Alonso, J. J. (2016). Modelos de integración didáctica de las TIC en el aula. *Revista Científica de Educomunicación*, (47), 79-87. <https://doi.org/10.3916/C47-2016-08>

Belloch Ortí, C. (s.f.) *Las tecnologías de la información y comunicación (T.I.C.)*. Universidad de Valencia. <https://www.uv.es/~bellohc/pdf/pwtic1.pdf>

- Cabero Almenara, J., Cebreiro López, B., Salinas Ibáñez, J. M., Castaño Garrido, C. M., Morales Lozano, J. A., Martínez Sánchez, F., Romero Tena, R., Gisbert Cervera, M. y Prendes Espinoza, M. P. (2003). Las nuevas tecnologías en la actividad universitaria. *Pixel-Bit: Revista de medios y educación*, (20), 81-100.
- Cabero Almenara, J. y Llorente Cejudo, M. C. (2015). Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC): escenarios formativos y teorías del aprendizaje. *Revista Lasallista de Investigación*, 12(2), 186-192. <https://doi.org/10.22507/rli.v12n2a19>
- Calderón Meléndez, A. (2020). Elementos claves de la virtualidad en la educación superior. *Revista Electrónica Calidad en la Educación Superior*, 11(2), 80-104. <https://doi.org/10.22458/caes.v11i2.3322>
- Castro Granados, A. y Artavia Díaz, K. Y. (2020). Competencias digitales docentes: un acercamiento inicial. *Revista Electrónica Calidad en la Educación Superior*, 11(1), 47-80. <https://doi.org/10.22458/caes.v11i1.2932>
- Engelbrecht, J., Llinares, S. y Borba, M. C. (2020). Transformation of the mathematics classroom with the internet. *ZDM Mathematics Education*, 52, 825-84. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01176-4>
- Escuela de Matemática de la Universidad de Costa Rica. (2015). Texto parcial del Plan de Estudios de la Carrera Bachillerato y Licenciatura en Educación Matemática. Costa Rica: Escuela de Matemática. [https://emate.ucr.ac.cr/images/EMATE/Departamentos/Ensenanza/Educacion/perfil\\_academico\\_profesional\\_educacion\\_matematica.pdf](https://emate.ucr.ac.cr/images/EMATE/Departamentos/Ensenanza/Educacion/perfil_academico_profesional_educacion_matematica.pdf)
- Godino, J. D. (2013). Indicadores de la idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 8(11), 111-132. [http://enfoqueontosemiotico.ugr.es/documentos/Godino\\_2013\\_idoneidad\\_didactica.pdf](http://enfoqueontosemiotico.ugr.es/documentos/Godino_2013_idoneidad_didactica.pdf)
- Godino, J. D. (2022). Emergencia, estado actual y perspectivas del enfoque ontosemiótico en educación matemática. *Revista Venezolana de Investigación en Educación Matemática (REVIEM)*, 2(2), 1-24. <https://doi.org/10.54541/reviem.v2i2.25>
- Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2009). Un Enfoque Ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática. Versión ampliada y revisada al 8 de marzo del 2009 de J.D. Godino, C. Batanero y V. Font. (2007), The ontosemiotic approach to research in mathematics education. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 39 (1-2), 127-135. [http://www.ugr.es/~jgodino/funciones-semioticas/sintesis\\_eos\\_10marzo08.pdf](http://www.ugr.es/~jgodino/funciones-semioticas/sintesis_eos_10marzo08.pdf)
- Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2009). Un enfoque ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática. (Versión ampliada y revisada de The ontosemiotic approach to research in mathematics education. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 39(12) 127-135, por J. D. Godino, C. Batanero y V. Font, 2007). [https://www.ugr.es/~jgodino/indice\\_eos.htm](https://www.ugr.es/~jgodino/indice_eos.htm)
- Godino, J. D. y Burgos, M. (2020). ¿Cómo enseñar las matemáticas y las ciencias experimentales? Resolviendo el dilema de la indagación y transmisión. *Revista Paradigma*, XLI, 80-106. [http://enfoqueontosemiotico.ugr.es/documentos/Godino&Burgos\\_Paradigma2020.pdf](http://enfoqueontosemiotico.ugr.es/documentos/Godino&Burgos_Paradigma2020.pdf)
- Godino, J. D., Giacomone, B., Batanero, C. y Font, V. (2017). Enfoque Ontosemiótico de los Conocimientos y Competencias del Profesor de Matemáticas. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 31(57), 90-113. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v31n57a05>
- Poveda, W. y García Cuéllar, D. (2021). Estrategias asociadas al uso de GeoGebra en un contexto de resolución de problemas. *REMATEC*, 16(37), 61-80. Recuperado de <https://rematec.net.br/index.php/rematec/article/view/252/259>
- Rectoría de la Universidad de Costa Rica. (2020a). *Resolución R-95-2020*. <http://www.rectoria.ucr.ac.cr/site/wp-content/uploads/2020/03/resoluciones-r-95-2020.pdf>
- Rectoría de la Universidad de Costa Rica. (2020b). *Resolución R-158-2020*. <http://www.rectoria.ucr.ac.cr/site/wp-content/uploads/2020/06/resolucion-r-158-2020.pdf>
- Rectoría de la Universidad de Costa Rica. (2020c). *Resolución R-254-2020*. <http://www.rectoria.ucr.ac.cr/site/wp-content/uploads/2020/10/resolucion-r-254-2020.pdf>

- Sánchez Jaramillo, J. A., David Vásquez, A. G., Cárdenas Zapata, L. C. y Cadavid Rojas, A. M. (2023). Formación continuada docente: desafíos y oportunidades para una educación de calidad. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 10706-10729. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i2.6156](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.6156)
- Vargas, J. (2022). *Propuesta para el uso de las herramientas y recursos tecnológicos, basada en una caracterización de las facetas mediacional y ecológica del conocimiento didáctico-matemático del profesorado de la Carrera Educación Matemática de la Universidad de Costa Rica en el 2021* [Tesis de maestría, Universidad Estatal a Distancia].
- Vílchez Guizado, J. (2019). Empoderamiento digital y desarrollo de competencias matemáticas en la formación del docente de matemática. *MLS Educational Research*, 3(1), 59-78. <https://doi.org/10.29314/mlser.v3i1.130>