



CDI m-learning. Cálculo diferencial e integral asistido por tecnología móvil: patrones de interacción y comunicación en el aula

CDI m-learning. Differential and integral calculus assisted by mobile technology: interaction and communication patterns in the classroom

**Nuria Vanessa
Figueroa-Flores**

nfigueroa@tec.ac.cr

Escuela de matemática

Instituto Tecnológico de Costa Rica
Costa Rica

**Ivonne
Sánchez-Fernández**

ivsanchez@tec.ac.cr

Escuela de matemática

Instituto Tecnológico de Costa Rica
Costa Rica

**Luis Gerardo
Meza-Cascante**

gemeza@tec.ac.cr

Escuela de matemática

Instituto Tecnológico de Costa Rica
Costa Rica

Recibido: 27 junio 2019

Aceptado: 5 octubre 2019

Resumen. En este artículo se reportan los resultados de un proyecto de investigación que indaga sobre lo que ocurre en la dinámica del aula, en relación con los procesos de comunicación y de interacción, cuando se emplean metodologías que consideran el uso de tecnología móvil. Como objetivo general se pretendió evidenciar el papel que las y los estudiantes desempeñan en los procesos de aprendizaje, y el que perciben que les corresponde desarrollar, cuando se emplean metodologías que consideran el uso de ese tipo de tecnologías. Además, se estudió el papel que la docente desarrolla, y el que percibe que le corresponde desempeñar, en este tipo de contextos educativos.

Los resultados revelan que la cultura organizacional ofrece elementos que pueden afectar un proceso de innovación educativa como el que supone la incorporación de los iPad como recurso didáctico. Además, la escogencia de un curso como el propuesto no siempre responde al interés del estudiantado y ello afecta su motivación para el desarrollo de actividades críticas dentro de la clase. Por otro lado, la formación de los docentes para el emprendimiento de innovaciones educativas, como el que supone el uso de iPad en la enseñanza de la matemática, requiere no solo del manejo correcto de los dispositivos y de las metodologías didácticas pertinentes, sino que debe prepararle para desarrollar su labor en un ambiente cargado de incertidumbre, en el que el desempeño actitudinal de algunos estudiantes puede diferir del esperado y enfrentar presiones porque el proceso de innovación desafía elementos de la cultura organizacional instalada.

Palabras clave: enseñanza asistida por iPad, enseñanza superior, m-learning, tecnología móvil

Abstract. This paper reports the results of a research project about what happens in classroom dynamics related to communication and interaction processes using mobile technology methodologies. The first objective was to show the student's role in the learning processes when using mobile technology methodologies and the one that they perceive to be developed. In addition, we studied the teacher's role and the one that she perceives has to play in this educational context.

Results reveal organizational culture elements that can affect an educational innovation process such as incorporation of iPad as a didactic resource. This kind of course does not always respond to the student's interests what affect his (her) motivation of critical activities inside the classroom. Training teachers to develop educational innovations, such as the use of iPad into mathematics lessons, requires more than just knowing the correct handle of mobile devices, it demands working in an environment full of uncertainty. The attitudinal performance of some students may differ from the expected and they get pressure because the challenges elements of the innovation process and those establish by the organizational culture.

KeyWords: iPad assisted instruction, higher education, m-learning, mobile technology

1.1 Introducción

En la Escuela de Matemática del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) se han desarrollado procesos de enseñanza de la matemática asistidos con tecnología a lo largo de varios años, como evidencian los trabajos, sin ánimo de exhaustividad, de Rodríguez, Figueroa y Mora (1997), Calderón, Hernández, Quesada y Sánchez (1999), Meza y Hernández (2001) y Rodríguez, Guzmán y Moreira (2014).

Fue en ese marco de innovaciones educativas que se incorporó desde el año 2016 el uso de iPad en algunos de los cursos de matemática de los planes de estudio de las carreras de ingeniería, respondiendo a planteamientos como los de Johnson, Levine, Smith y Stone (2010), quienes consideran este tipo de opción como la nueva tecnología a ser implementada en los procesos educativos.

El proyecto de investigación CDI m-learning se formuló y desarrolló con el propósito de comprender los procesos de interacción, en un grupo del curso MA1102 Cálculo Diferencial e Integral del ITCR, entre profesora-estudiantes y estudiantes-estudiantes, cuando el proceso de enseñanza aprendizaje de la matemática se desarrolla con metodologías que contemplan el uso de tecnología móvil, desde un abordaje cualitativo mediante el estudio de casos (un grupo de estudio en cada semestre del año 2018).

De manera más específica, el proyecto de investigación indagó que ocurre en la dinámica del aula en relación con los procesos de comunicación y de interacción cuando se emplean metodologías que consideran el uso de tecnología móvil, el papel que las y los estudiantes desempeñan en los procesos de aprendizaje, y los que perciben que les corresponde desarrollar cuando se emplean metodologías que consideran el uso de tecnologías móviles y sobre el papel que la docente desarrolla, y el que percibe que le corresponde desempeñar, cuando emplea metodologías que consideran el uso de tecnologías móviles.

El proyecto de investigación responde al reto que plantea el uso de tecnologías móviles para apoyar los procesos educativos, en cuanto a visualizar cómo se redefine el papel del docente y de los estudiantes en los ambientes de aprendizaje enriquecidos con este tipo de tecnología.

Los resultados de la investigación son importantes porque se debe desarrollar investigación acerca del impacto del uso de las tecnologías móviles sobre los profesores y cómo ello afecta su trabajo. Más aún, es necesario evaluar si la imagen que los educadores tienen de su propio papel en el proceso de enseñanza y de aprendizaje de la matemática cambia como consecuencia de introducir la tecnología móvil en el aula.

1.2 Marco teórico

Las investigaciones educativas enfocadas en los procesos de enseñanza aprendizaje asistidos por computadora mostraron el potencial para introducir transformaciones educativas, la necesidad de brindar acompañamiento al docente innovador, el valor de los ambientes de exploración como potenciadores de innovación educativa, la necesidad de considerar el impacto integral del empleo de la tecnología en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática, el nuevo papel que deben asumir las y los estudiantes y la necesidad de prepararlos para la innovación, así como la necesidad de que el o la docente asuma nuevos papeles. (Meza, 2003, Meza y Hernández, 2001). Estas investigaciones también mostraron que no todos los estudiantes están dispuestos a dejar el papel pasivo que les asignan las metodologías tradicionales. (Badilla, 1998, Meza, 2003).

En años recientes, han emergido las llamadas tecnologías móviles, consistentes en el uso de dispositivos como teléfonos celulares o las tabletas, las que, de acuerdo con Johnson et al. (2010), deben ser consideradas como la nueva tecnología a ser implementada en los procesos educativos (m-learning).

De acuerdo con Ruiz, Hernández y Gutiérrez (2016), el uso de dispositivos móviles en educación está siendo explorado, utilizado y desarrollado en diferentes países, debido a que permite a los estudiantes la construcción de entornos de aprendizaje personalizados. Ello se debe, indican estos autores, a que los dispositivos han evolucionado desde aparatos para hacer llamadas telefónicas a potentes computadoras de mano capaces de administrar el correo electrónico, permitir la navegación por Internet e incorporar elementos avanzados para correr aplicaciones basadas en programas computacionales diversos. Aunque, tal como plantean Cantillo, Roura y Sánchez (2012), para algunos autores el m-learning o aprendizaje móvil es solo una forma de e-learning, por lo que no constituiría una forma nueva de aprendizaje, la intervención de tecnologías móviles supone un progreso relevante en los sistemas de aprendizaje online. En todo caso, de acuerdo con Brazuelo y Gallego (2014, p. 100), la "principal característica del Mobile Learning o Aprendizaje Móvil es la ubicuidad, es decir, permite el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje en cualquier momento y lugar".

Brazuelo y Gallego (2014, p. 101), con base en Georgiev, Georgieva y Trajovski (2006), O'Malley y otros (2005) y Keegan (2005), indican que en una primera fase el aprendizaje móvil se limitaba al uso de la tecnología desde el mero uso de los dispositivos portables, mientras que en una segunda fase es valorada como una continuidad del e-learning en la que se incorpora el concepto de ubicuidad (desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje en cualquier momento y lugar) y el estímulo de la flexibilidad

del aprendizaje.

Entre las características positivas que se destacan de los iPad para ser utilizados en los procesos educativos resaltan, de acuerdo con Marés (2012), citado por Fernández (2016), que son:

"... herramientas con un alto grado de interactividad por su pantalla táctil y muy intuitivos, ya que no requieren una capacitación previa y se integran naturalmente a las capacidades que los infantes han desarrollado con el uso de dispositivos móviles en su vida cotidiana". (p. 11) Sánchez, Olmos, García y Torrecilla (2016, p. 270), resaltan, con base en Rossing, Miller, Cecil, y Stamper (2012), que las tabletas facilitan "la elaboración de contenido, la consulta de información, la interacción y la adaptación a diferentes estilos de aprendizaje".

Otro de los efectos positivos de su uso está relacionado con la reducción de la brecha digital entre los alumnos y profesores, y con la "brecha de pertinencia", entendida como la diferencia entre lo que necesitan los profesores y lo que ofrecen los recursos digitales (Gallardo, 2014).

Y, desde una perspectiva futura y positiva del uso de tabletas en el proceso educativo, cabe destacar, según Feliz-Murias y Ricoy (2015, p. 5), citados por Sánchez-Martínez y Ricoy (2015), que las "tabletas continuarán evolucionando hacia modelos que hoy desconocemos y mejorarán mucho más sus características. De modo que sus posibilidades pedagógicas, previsiblemente, serán plenamente apreciadas en poco tiempo".

Los resultados de algunas investigaciones muestran que los estudiantes reciben positivamente el empleo de iPad en el proceso educativo. Por ejemplo, los hallazgos de Handy y Suter (2011) y los de Johnston y Stoll (2011), reseñados por Nakano, Garret, Mija, Velasco, Begazo y Rosales (2013), sugieren una percepción positiva de la mayoría de estudiantes hacia el uso de iPad.

En el mismo sentido, los estudios de Angst y Malinowski (2012), Morrone, Gosney y Engel (2012) y Walker (2011), reportados por Nakano et al. (2013), revelan que la mayoría de los estudiantes percibieron que:

"... el iPad hizo las clases más interesantes, fomentó el aprendizaje activo, invitó a explorar nuevos temas, aumentó el interés y la exploración de contenidos digitales, favoreció la consolidación e integración de información y ayudó a administrar el tiempo de manera eficaz". (p. 140)

Las conclusiones de otros estudios, por su parte, sugieren que el "uso didáctico y metodológico de las tabletas está condicionado por la finalidad con la que se adquieren, las estrategias pedagógicas que se imparten en el aula, los niveles educativos y la cantidad de dispositivos disponibles" (Fernández, 2016, p. 9), y que el uso de las tabletas "tiene que ir complementado y sustentado por una metodología correcta y un modelo didáctico a fin que los alumnos puedan lograr aprendizajes significativos". (Fernández, 2016, p. 10).

1.3 Metodología

La investigación se desarrolló desde el enfoque cualitativo, con una concepción fenomenológica y bajo la concepción de estudio de casos. De acuerdo con Taylor y Bogdan (1986), la investigación cualitativa es aquella que produce datos descriptivos: las propias palabras de las personas, habladas o escritas y la conducta observable. Este tipo de investigaciones no pretende la generalización de resultados, sino el estudio en profundidad de casos particulares (Cook y Reichardt, 1986).

La importancia del estudio de casos estriba, de acuerdo con Blanco (1995), en que constituyen un importante recurso para proporcionar claves y datos que permitan conocer la realidad, así como para comprender los conflictos, contradicciones y divergencias entre lo que se propone y lo que se lleva a cabo, entre lo deseable y lo realizable.

Población y muestra del estudio (selección de las y los participantes)

La población de estudio estuvo conformada por las y los estudiantes del Instituto Tecnológico de Costa Rica del campus tecnológico central, matriculados en el curso MA1102 Cálculo Diferencial e Integral durante el año 2018.

La selección de los grupos participantes en la investigación se realizó de manera deliberada e intencional, pues en las investigaciones cualitativas, de acuerdo con Rodríguez, Gil y García (1996), la escogencia de los participantes no se basa en el supuesto de que todos los miembros de una población tienen el mismo valor como fuentes de información.

En este caso en concreto se seleccionó a los grupos participantes en la investigación a partir de la guía de horarios preliminar de cada uno de los semestres en que se realizó la investigación, ofertados como cursos asistidos por iPad, y dejando que las y los estudiantes se matricularan en esos grupos según su libre decisión. De esta manera se conformaron grupos de un máximo de 30 estudiantes en cada semestre, integrados por estudiantes de diferentes carreras.

Diseño de la investigación

La investigación se desarrolló con métodos cualitativos, de orientación fenomenológica, mediante un estudio de casos. Desde esta perspectiva, la investigación reúne, siguiendo a Bisquerra (2009), las siguientes características:

- a. Las investigadoras como instrumento de medida, porque los datos fueron filtrados por el criterio de cada una de ellas. En este sentido, las dos investigadoras participaron directamente en las aulas donde se impartió el curso, una en condición de docente y la otra como observadora no participante.
- b. Un estudio intensivo en pequeña escala. La investigación exploró de manera intensiva dos casos. En este sentido, el estudio reúne las condiciones las investigaciones cualitativas en educación que suelen indagar situaciones ordinarias de clase en su ambiente natural, con el interés de comprender la dinámica del escenario que se estudia, sin la finalidad de generalizar los resultados a otros escenarios similares
- c. Holística. La investigación procuró abarcar el fenómeno en su totalidad. De acuerdo con Sandín (2003), la investigación cualitativa busca acercarse a la experiencia particular desde los significados y la visión de mundo de los sujetos que se investiga.
- d. Categorización. Los datos se agruparon en categorías con la intención de encontrar las relaciones que explican las situaciones investigadas.

Acceso al campo

De acuerdo con Rodríguez et al. (1996), se entiende por acceso al campo el proceso que permite a los investigadores acceder a la información fundamental para su estudio. En un primer momento, señalan estos autores, requiere la obtención de un permiso que autorice el ingreso en la institución para realizar la investigación.

En esta investigación el acceso al campo estuvo garantizado desde la misma formulación del proyecto, por cuanto se desarrolló en la Escuela de Matemática del ITCR, instancia que es la responsable del proyecto y a la vez la que imparte los cursos objeto del estudio.

Las categorías de análisis

Categorizar los datos, de acuerdo con Rodríguez et al. (1996), es una importante estrategia en el análisis de datos cualitativos. Según estos autores, las categorías de análisis pueden estar definidas por el analista antes del inicio de la recolección de los datos o, por el contrario, dejar que surjan a medida que se recaban los datos.

En esta investigación se optó por la segunda opción, arribando a las siguientes categorías de análisis:

- Rol y autopercepción del estudiante en el entorno del ITCR.
- Comunicación dentro y fuera del aula con compañeros y profesora.
- Percepción de los cursos asistidos por iPad.

Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

La investigación se desarrolló desde la perspectiva de la fenomenología, porque este enfoque, de acuerdo con Arnal, Del Rincón y La Torre (1992), citados por Rodríguez et al. (1996), establece como base para el conocimiento la experiencia subjetiva inmediata y aborda el estudio de los fenómenos desde la perspectiva de las personas que los vivencian en su marco de referencia.

Acogiendo el planteamiento de Rodríguez et al. (1996), quienes sostienen que la investigación cualitativa puede realizarse observando, además de preguntando, se utilizaron tres técnicas para la recolección de la información: la observación participante, la observación no participante y la entrevista en profundidad.

La observación no participante, de acuerdo con Creswell (2005), citado por Fàbregues y Paré (2013, p. 26):

... se produce en situaciones en las que el investigador no dispone de la familiaridad suficiente para participar en las actividades acontecidas. En estos casos, el investigador adquiere el rol del observador no participante, es decir, actúa como un outsider concentrado en la toma de notas desde la periferia o desde algún lugar donde pueda grabar los fenómenos que se encuentra estudiando, como, por ejemplo, en la última fila de un aula de escuela. También se aplicó la observación participante, aplicada en este caso por una de las investigadoras, quien desempeñó el doble papel de docente y de observadora de su propia práctica.

Además, se utilizó la entrevista en profundidad. De acuerdo con Rodríguez et al. (1996), esta técnica permite al investigador obtener información sobre un determinado asunto y a partir de ello focalizar la entrevista. Las entrevistas fueron desarrolladas por una de las investigadoras, a un conjunto de estudiantes seleccionados de manera conjunta con la docente.

Entre los instrumentos empleados en la recolección de los datos se encuentran los siguientes:

- Teléfonos celulares como cámara fotográfica para captar momentos del trabajo de las y los estudiantes y de la docente.
- Grabadora de audio para registrar las entrevistas en profundidad.
- Libreta de notas para registrar las "notas crudas" tomadas en cada una de las observaciones realizadas.

Procedimiento de recolección de la información

La recolección de los datos se realizó, tal como se indicó anteriormente, acudiendo a las técnicas de observación no participante, observación participante y entrevistas en profundidad.

De las observaciones no participantes se tomaron notas detalladas (notas crudas), las que fueron convertidas luego en bitácoras (notas cocidas), por parte de la investigadora que realizó la observación. Posteriormente, en cada ocasión, se realizó una puesta en común mediante la revisión de la bitácora de observación entre ambas investigadoras, con el fin de agregar detalles con base en la participación de la docente que impartió las lecciones observadas.

De estas observaciones participantes no se tomaron notas, por la dificultad que suponía para la investigadora al tener que impartir las lecciones, más sí fueron tomadas en cuenta al consensuar las bitácoras. Además, cada una de las entrevistas en profundidad fue grabada, previo consentimiento de las personas entrevistadas, y transcrita de manera tan fiel cómo fue posible por la propia investigadora que las realizó.

Estrategias para el análisis de los datos

Para Rodríguez et al. (1996), el análisis de los datos en una investigación cualitativa consiste en un conjunto de manipulaciones, transformaciones, operaciones, reflexiones y comprobaciones que se realiza a los datos con la intención de extraer significados relevantes en relación con el problema de investigación. Esta etapa, de acuerdo con estos autores, no sigue un patrón lineal pues se realiza de manera permanente a lo largo del estudio y de forma simultánea con otras etapas como la recolección de datos o la redacción del informe.

El análisis de los datos se realizó aplicando el modelo de Miles y Huberman (1994, citado en Rodríguez et al., 1996). Para tal efecto, la reducción de datos procuró lograr que la información fuera abarcable y manejable, lo que se concretó mediante la categorización y la codificación de los datos recabados.

La codificación, que según Rodríguez et al. (1996, p. 208), es "el proceso físico, manipulativo mediante el cual dejamos constancia de la categorización realizada", se logró asignando un color a cada una de las categorías y posteriormente se aplicaron las pautas sugeridas en Hernández, Fernández y Baptista (2006).

1.4 Resultados

El acercamiento al aula en la que se desarrolla un proyecto de innovación educativa, devela una dinámica interna propia, cuya comprensión requiere de la consideración de elementos del contexto que permitan interpretarla de mejor manera. Lo anterior por cuanto la innovación educativa no se realiza en el vacío, sino en un contexto institucional y organizacional que mediatiza los procesos.

Además, el acercamiento a este proceso de innovación educativa tiene un carácter particular que no debe quedar desapercibido: la docente que asume la innovación es parte del equipo de investigación, lo que genera una mezcla de miradas del aula desde la perspectiva de quien investiga su propia práctica docente con la de otros colegas que, compartiendo la pasión por las innovaciones educativas con apoyo de la tecnología, son finalmente miradas externas. Por tanto, dentro de la riqueza y flexibilidad que brinda la investigación cualitativa, se construyen de manera conjunta los resultados de la investigación.

Dinámica del aula

La plataforma de manejo de contenido institucional, TEC Digital, fue base para el desarrollo de las lecciones. En ella se disponía del material del curso (folletos, guías y demás documentos relevantes); además del acceso al Gestor de Actividades de Aprendizaje (GAAP).

El GAAP ofrece al docente la oportunidad de confeccionar evaluaciones utilizando preguntas de selección múltiple, respuesta breve y desarrollo. También permite el uso de actividades lúdicas como juegos de memoria, crucigramas y sopas de letras. Es importante señalar, que cuando el estudiante realizaba una evaluación usando su tableta podía utilizar todos los recursos que allí tuviera, con excepción de la mensajería instantánea y el correo electrónico. Así, durante el semestre se buscó un balance entre evaluaciones sumativas y formativas.

En el primer semestre, algunos de los estudiantes parecían no estar muy cómodos con la dinámica de clase al mostrar poca iniciativa para integrarse a grupos de trabajo, a pesar de los esfuerzos de la profesora para que los estudiantes se ubicaran y trabajaran en forma grupal. Tal vez porque esa modalidad no era del todo del agrado, pues como expresó un estudiante *"mi experiencia en trabajos grupales no es buena porque los compañeros? se le montan"*.

Por otro lado, pronto apareció en las entrevistas un hecho que podría haberse pasado por alto: no todos los estudiantes estaban satisfechos con la modalidad asistida por iPad. En efecto, tal como expresa un estudiante:

"Me sentiría más a gusto con un curso que no tenga cosas virtuales, es decir, mejor presencial. Llevaría otro curso por iPad, no por gusto, por obligación, sí"

y otro indicó

"No sé si llevaría otro curso con iPad, sinceramente no me gustaría, aunque si toca, se hace".

Otra estudiante indicó que

"Preferiría no tener que llevar con iPad. Solo se usa para presentar trabajos. Las presentaciones [de Power Point] son para estudiar solo".

Ante estos hallazgos, se indagó con otros estudiantes que también manifestaron no estar del todo satisfechos con llevar el curso en modalidad asistida por iPad, las razones por las que matricularon ese grupo en particular, resaltando que lo hicieron porque tenían que tomar el curso en ese semestre y era el único grupo con cupo disponible o por las buenas referencias que recibieron de la docente que lo impartiría. Otro estudiante indica

"Tal vez más prácticas, como hoy: [que hicimos]10 ejercicios en 1 hora y luego [en la] pizarra. Mientras [que los días que] usamos solo iPad, no aprendí nada".

No obstante, a otros estudiantes el curso en esa modalidad les parece que es adecuado para obtener aprendizaje significativo. Un estudiante manifestó:

"Estoy feliz de cómo se ha hecho, sobre todo los repasos", y otro señaló "La verdad, el iPad me gustó porque cambia la clase en sí, no es sólo copiar, uno puede ver los gráficos y puede usar otras aplicaciones que lo ayuden a uno, ...".

Con respecto a la comunicación entre los pares o entre los estudiantes y la profesora, no se detectaron mayores diferencias con las observadas en otras ocasiones en cursos con metodologías más tradicionales, como las reportadas desde hace varios años en Meza y Hernández (2001). Los estudiantes se mostraron poco participativos durante las lecciones, tanto para hacer trabajos en grupo como para resolver ejercicios en la pizarra o hacer preguntas de los temas de clase.

Un número importante de estudiantes manifestaron en las entrevistas que tanto en el curso de Matemática General (requisito del curso de Cálculo Diferencial e Integral), como en el curso de cálculo preferían estudiar solos, mostrándose poco comunicativos con sus compañeros durante las lecciones observadas. Algunos testimonios que refuerzan lo anterior son los siguientes:

- un estudiante indicó *"Hay momentos en los que necesito ayuda y entonces busco a alguien"*
- otro señaló *"No [me comunico con nadie], solo con quien siempre me siento, fuera de ellos, no"*
- un tercero dijo *"Depende de cuánto entienda yo. Si no los necesito, entonces no los busco"*
- y una cuarta persona expresó *"Las dos primeras veces [que llevó MG] no hablé con nadie específicamente para estudiar. Hablaba mínimo. La tercera vez, con una compañera, sí, aunque no mucho, en general estudié solo",*
- y un quinto estudiante lo planteó de la siguiente manera: *"El grupo de WhatsApp y Face no se ha usado. Rara vez le pregunto a alguien. Conozco a tres personas".* Otros estudiantes se expresaron de manera similar: *"No me comunico con los compañeros", "Prefiero no hablar para poner atención, pero si tengo duda prefiero preguntarles a mis compañeros. Fuera de clase, a veces sirve mucho si hay dudas", "Si tengo dudas no soy de levantar la mano. Prefiero preguntarle a alguno de mis compañeros".*

El hallazgo estriba en que los patrones de comunicación en el interior del aula no parecen diferir de los que ordinariamente se presentan en los otros grupos y cursos que imparte la Escuela de Matemática.

Por otra parte, los patrones de interacción o de comunicación con la profesora no parecen manifestar modificaciones con los observados en otras ocasiones en los cursos que se imparten con otras opciones metodológicas más tradicionales.

La perspectiva desde los estudiantes

CDI m-learning. Cálculo diferencial e integral asistido por tecnología móvil: patrones de interacción y comunicación en el aula. N.Figueroa, I. Sánchez, L. Meza.

Derechos Reservados © 2020 Revista digital Matemática, Educación e Internet. ISSN 1659-0643. (<https://tecdigital.tec.ac.cr/revistamatematica/>)

Algunos de los estudiantes que llevaron el curso en el primer semestre, se matricularon en periodo extraordinario (es decir, una vez finalizado el periodo ordinario y por tanto, en los cupos que quedaran disponibles). Además, muchos de los integrantes de este curso habían repetido el de Matemática General (MG) por lo menos una vez y algunos estaban repitiendo el curso de Cálculo Diferencial e Integral (CDI). Para el segundo semestre, en general, los estudiantes se matricularon en el periodo ordinario y la mayoría llevó MG solamente una vez, además, era la primera vez que llevaban CDI.

Por otro lado, en ambos semestres hubo varios estudiantes que manifestaron no conocer la modalidad cuando se matricularon, incluso cuando se les preguntó contestaron,

"No. Lo descubrí el primer día de clase", "Me enteré que el curso era asistido por iPad hasta que entramos", "Al principio pensé que era semivirtual, ella sacó el iPad y ya en ese momento es cuando uno entiende que es algo diferente".

Precisamente, hubo un comportamiento interesante en los estudiantes, quienes mostraron, en ambos semestres, su poca afinidad con los cursos semivirtuales,

"Me di cuenta que era asistido, cuando cerró la hora de matrícula, pude cambiarlo en extraordinario, pero no quise. Y como leí que las dos clases eran presenciales, no me afectó. Si hubiera sido semivirtual, entonces sí", "Solo conocía la semivirtual (química) y dejaba botada la materia. Prefiero saber que tengo clases presenciales", "Nada puede ser peor que el semivirtual", "Los relacioné con los semivirtuales, porque en IntegraTec decían que eran cursos terribles, que cuestan mucho. Ahora pienso que es buenísimo, porque uno revisa en Wolfram, por ejemplo".

¿Cuál es el rol que los estudiantes creen que les corresponde asumir en las clases universitarias?

Probablemente por el modelo pedagógico que se emplea en gran parte de las instituciones de educación formal en Costa Rica, los estudiantes consideran, de manera consciente o no, que su papel en la universidad se asemeja mucho al que desempeñan en el colegio, el que consiste en ingresar al aula, esperar a que el docente explique la materia, tratar de entenderla y luego sentarse a hacer una práctica con miras a una futura prueba escrita (Meza, Agüero y Suárez, 2019). Un testimonio de esta situación la brinda un estudiante al indicar *"La primera vez que llevé Mate General tenía actitud del cole, mucha vagancia y no estudiaba"*.

Por otro lado, cuando se pregunta a los estudiantes si les gusta la modalidad en la que cada estudiante tiene la tableta con la misma presentación que la profesora proyecta, se obtienen testimonios como los siguientes:

- *"Me gusta que ella lea la información y yo también. Si se queda botado uno se devuelve y apunta en el cuaderno",*
- *"Cuando la profesora explica, está bien. La pantalla me queda lejos y me ayuda. Pero cuando ella está explicando, yo tengo que ver lo que está haciendo ella y no me sirve tener el iPad. Ayuda, pero no es indispensable",*
- *"Hasta el momento yo siento que las cosas van bien, pero hay cosas que la profesora se brinca?, ?A mí me gusta tener la presentación por aquello que no pueda ver lo que se proyecta. Pero si no tuviera la tableta, no hay problema, para mí es como un comodín. No me afectaría mucho si no la tuviera",*

- *"En teoría, está bien. Pero para la parte práctica nosotros deberíamos escribirlo. Si sólo veo la pantalla me distraigo, si escribo me tengo que concentrar",*
- *"Yo siento que no es buena idea, que todo lo que pone en la pizarra lo vea uno en la tableta, porque no le da a uno la necesidad de copiar y siento que estar con el iPad ahí que de por sí, por sí solo es un distractor, siento que se debería usar más la pizarra y estimular más a que el estudiante use más el cuaderno".*

En un trabajo en grupo, mientras la profesora está atendiendo dudas a un subgrupo en particular, los estudiantes comienzan a llamar a la profesora, pero de manera que ella no los escucha. En todo este tiempo no hacen cómo buscar una solución al problema que tienen en estudio, sino que se quedan esperando a que la profesora llegue.

En otra oportunidad un grupo discute en voz baja si van o no a interrumpir a la profesora (quien está sentada con otros estudiantes, explicando la materia). Al final uno decide levantarse e inmediatamente le sigue otro, esto porque no pudieron esperar más a que la profesora terminara de atender a los otros estudiantes.

¿Hubo algún cambio en la forma en se perciben los cursos regulares y los asistidos por iPad?

A los estudiantes se les preguntó si habían notado algún cambio sustancial entre MG y CDI. A continuación, algunas de las respuestas emitidas:

1. "Traté de estudiar con más antelación. Llevo más créditos. Pero no puedo estudiar tanto como hubiera querido".
2. "Asistir a clases".
3. "Ahorita hablarle a la gente y me ha funcionado, por ejemplo, mañana me reúno con dos compañeros para explicarles".
4. "Tutorías por fuera con estudiantes de la carrera de Enseñanza de la Mate".
5. "Sí, ahora tengo horario de estudio. Encontré algo bueno para mí, primero ver videos de por qué funciona y luego hacerlo, no repetir porque sí".

Sin embargo, el hecho de que el curso fuera asistido por iPad no se refleja en sus respuestas, lo que parece evidenciar que la modalidad en sí no fue elemento que introdujera algún cambio percibido por los estudiantes en su forma de actuar.

1.5 Discusión de resultados

El uso de tecnología móvil, en este caso de iPads, puede ser apreciado como conveniente y recomendable porque el elenco de investigaciones ha evidenciado que es, en términos generales, bien recibido por las y los estudiantes. Un antecedente de este calibre, junto con el hecho que en la Escuela de Matemática se han desarrollado innovaciones educativas ligadas al uso de tecnología en la docencia, es un "caldo de cultivo" favorable al uso de los iPad en la enseñanza de los diversos cursos que se imparten, siendo cálculo diferencial e integral una de las opciones posibles.

No obstante, la investigación devela que la innovación ligada al uso de iPads tiene que ver no solo con el manejo correcto del dispositivo (lo que es ciertamente necesario), ni con la metodología didáctica (que es muy importante), sino con la disposición que puedan mostrar las y los estudiantes ante la propuesta didáctica en cuanto tal. En los casos de estudio se encontró a estudiantes que matricularon el curso asistido por iPad porque no tenían otra opción, dado que el cupo en otros grupos impartidos con metodologías más tradicionales estaba agotado, pero que de haber tenido opción no lo hubieran hecho.

Esa falta de interés, o de motivación, de los estudiantes por el uso de iPads en la enseñanza de la matemática coincide con los hallazgos de Badilla (1998) y Meza (2003) en procesos de innovación educativa relacionados con el uso de tecnología en el ámbito costarricense, que han mostrado que no todos los estudiantes, y no en todos los casos, se muestran interesados por el uso de elementos tecnológicos como recurso principal de apoyo a la docencia. Y esta no es una situación con la que sea fácil de lidiar, porque afecta de manera significativa el interés por involucrarse de manera activa en las actividades planificadas.

La importancia que tiene la cultura organizacional en el marco de las innovaciones educativas ha sido ampliamente reseñada (Meza, 2003, Meza, Agüero y Calderón, 2013, Cubero, 2013 y Lengua, 2016). Los resultados de la investigación señalan, de manera concordante con los hallazgos de los autores indicados, que la existencia del equipo necesario y la disposición del docente innovador no son suficientes para lograr la implementación de procesos de uso de tecnología en el proceso educativo, pues las creencias, los sentimientos, las actitudes, las tradiciones y las formas de interacción que le son propias a la institución afectan el proceso de innovación.

En este caso particular, parece que existe una preferencia por los grupos de metodología tradicional, lo que tal vez no se deba a una valoración consciente de que es mejor que lo que puedan ofrecer otras opciones, sino simplemente porque en el imaginario institucional esa es la forma que se considera apropiada o por un predominio de la costumbre. Por ello, los procesos de innovación educativa, no solo los que implican el uso de tecnología, tienen que permear esa cultura organizacional como parte de sus logros, de lo contrario los efectos positivos esperados podrían no alcanzarse.

En particular, queda para ser profundizado en otras investigaciones que tanto los estudiantes pueden percibir este tipo de innovaciones educativas como formas alternativas de recibir un curso que pudiera perjudicarles en su desempeño futuro. No se trata de partir de que un curso que conlleva una innovación tenga potencial para perjudicar el desempeño futuro, por el contrario, se suele partir de lo opuesto, pero el tema es si los estudiantes tienen o no esa creencia, lo que podría explicar que una cantidad importante no tenga interés por matricular en los cursos que plantean opciones a las metodologías tradicionales.

Algunas investigaciones han encontrado modificaciones en los patrones de comunicación entre las y los estudiantes entre sí, y entre éstos y el docente, cuando se utiliza tecnología para apoyar la docencia en matemática (Meza, 2003), fenómeno que no se observó en los casos en estudio.

Una razón que podría explicar la situación podría ser que en ambos casos de estudio se tienen en realidad plazos cortos de concreción (cuatro meses cada uno con solo dos contactos semanales en ese periodo), pero este es un elemento que queda para futuras investigaciones.

La vivencia de un(a) docente que emprende un proceso de innovación educativa requiere, desde luego, de preparación previa en el uso de los dispositivos tecnológicos, de los programas computacionales involucrados, de las metodologías didácticas que se utilizarán, pero tal como la investigación muestra,

de manera concordante con los resultados de Sánchez (2000), Meza y Hernández (2001), Meza (2003), Cubero (2003) y Lengua (2016), ello no es suficiente. El docente debe estar preparado para lo inesperado, pues la actitud de los estudiantes puede que no sea la deseada, el apoyo institucional inicialmente ofrecido puede resultar insuficiente, las demandas laborales se pueden ver incrementadas (más horas de planeamiento, de preparación del equipo, etc.) y lidiar con la frustración que puede generar el tener que luchar en contracorriente de elementos asentados en la cultura organizacional.

En el contexto de lo señalado, se ha vivenciado que el uso de los iPad tiene efectivamente potencial importante para desarrollar procesos de innovación educativa. Los hallazgos de la investigación sustentan que aunque no todos los estudiantes se mostraron entusiasmados con el uso de los iPad a algunos si les resultaron atractivas y que este tipo de dispositivos, en efecto, ofrece posibilidades de elaboración de contenido, consulta directa de información y la implementación de estrategias didácticas que se adapten a diferentes estilos de aprendizaje, tal como han evidenciado estudios reportados por Sánchez et al. (2014).

1.6 Conclusiones

El estudio realizado permite arribar a las siguientes conclusiones.

1. La cultura organizacional ofrece elementos que pueden afectar, tanto de manera positiva como negativa, un proceso de innovación educativa como el que supone la incorporación de los iPad para asistir la enseñanza del Cálculo Diferencial e Integral.
2. La escogencia del grupo no responde en todos los casos al interés del estudiante por experimentar una innovación educativa, sino porque no tenía cupo en los otros grupos que se desarrollaron con metodologías más tradicionales. Este elemento afecta el desarrollo del curso asistido por iPad, porque un grupo de estudiantes no muestra motivación para el desarrollo de actividades fundamentales del curso.
3. La formación de los docentes para el emprendimiento de innovaciones educativas, como el que supone el uso de iPad en la enseñanza de la matemática, requiere no solo del manejo correcto de los dispositivos y de las metodologías didácticas pertinentes. Necesita, además, que le prepararle para desarrollar su labor en un ambiente cargado de incertidumbre, en el cual el desempeño actitudinal de algunos estudiantes puede diferir del esperado y enfrentar presiones porque el proceso de innovación desafía elementos de la cultura organizacional instalada.

Bibliografía

- [1] Badilla, C. (1998). Reflexiones sobre la utilización de la informática educativa asociada a una corriente pedagógica: resultados de una experiencia. Libro de *Memorias del I Congreso Internacional de Informática Educativa para Secundaria*.
- [2] Blanco, N. (1995). Contexto institucional y práctica docente. Estudio de un caso. *Revista de Educación*. pp.329-350.
- [3] Bisquerra, R. (2009). *Metodología de investigación educativa* (2 Ed.). España: La Muralla.

- [4] Brazuelo, F. & Gallego, D. (2014) Estado del Mobile Learning en España. *Educar em Revista*, p. 99-128. Editora UFPR.
- [5] Calderón, S., Hernández, L., Quesada, C. & Sánchez, I. (1999). Una experiencia con el asistente Derive. En *Memorias del Primer Congreso Internacional de Enseñanza de la Matemática Asistida por Computadora*.
- [6] Cantillo, C., Roura, M. & Sánchez, A. (2012) Tendencias actuales en el uso de dispositivos móviles en educación. *La Educ@ción digital magazine*. Junio 2012 (147). Organización de Estados Americanos.
- [7] Cook, T. & Reichardt, Ch. (1986). *Métodos cualitativos y cuantitativos en Investigación Evaluativa*. Madrid: Morata.
- [8] Cubero, S. (2013). *Enseñanza de la Matemática Asistida por Computadora: Un Caso De Estudio En Un Grupo De Octavo Año Del Liceo Experimental Bilingüe José Figueres Ferrer*. (Tesis para optar por el grado de Licenciatura en la Enseñanza de la Matemática con Entornos Tecnológicos). Escuela de Matemática, Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- [9] Fàbregues, S. & Paré, M. (2013). *El grupo de discusión y la observación participante en Psicología*. Recuperado de: http://femrecerca.cat/sfabregues/files/pid_00178038-3.pdf
- [10] Fernández, L. (2016). Pixel-Bit. *Revista de Medios y Educación*.48. ISSN: 1133-8482. e-ISSN: 2171-7966. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.12795/pixelbit.2016.i48.01>
- [11] Gallardo, J. (2014). Análisis de la integración del iPad en el aula desde la perspectiva del alumno: proyecto piloto de la UCJC. *Historia y Comunicación Social*, 18, 399-410. Recuperado de : <http://revistas.ucm.es/index.php/HICS/article/view/43975>
- [12] Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill: México.
- [13] Johnson, L., Levine, A., Smith, R., & Stone, S. (2010). *The 2010 Horizon Report*. Austin, Texas: The New Media Consortium. Recuperado de: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED510220.pdf>
- [14] Lengua, C. (2016). Realidades y usos de las tecnologías de la información y comunicación en las instituciones educativas del municipio de Sincelejo. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (39), 103-120. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-38142016000100006&lng=en&tlng=es
- [15] Marés, L. (2012). Tablets en educación. Oportunidades y desafíos en políticas uno a uno. Recuperado de: <https://www.oei.es/historico/70cd/tabletseneducacion.pdf>
- [16] Meza-Cascante, G., Agüero-Calvo, E. & Suárez-Valdés-Ayala, Z. (2019). Reforma de la educación matemática en Costa Rica: evaluación de avance de la implementación en la educación secundaria. *Revista digital ?Matemática, Educación e Internet*.19, (2).
- [17] Meza, G., Agüero, E. y Calderón, M. (2013). La teoría en la práctica educativa: Una perspectiva desde la experiencia de docentes graduados/as de la carrera ?Enseñanza de la Matemática asistida por computadora?. *Revista ?Matemática, Educación e INTERNET?.13,(1)*.
- [18] Meza, G. (2003). *Hacia perfiles de cambio en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática: Un caso de estudio en séptimo año de un colegio oficial urbano* (Tesis de doctorado). Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica
- [19] Meza, G. & Hernández, F. (2001). Enseñanza de la matemática en el Instituto Tecnológico de Costa Rica: patrones de interacción en el aula. En: Libro de *II Congreso Internacional de Enseñanza de la matemática asistida por computadora*. Cartago.
- [20] Nakano, T., Garret, P., Mija, A., Velasco, A, Begazo, J. & Rosales, A. (2013). Uso de tablets en la educación superior. *Digital Education Review* (24). Recuperado de <http://revistes.ub.edu/index.php/der/article/download/11281/pdf>
- [21] Rodríguez, N., Guzmán, J. & y Moreira, T. (2014). Evaluación de los aprendizajes en ambientes virtuales o bimodales: Un análisis multivariado. Recuperado de: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/3375>.

- [22] Rodríguez, J., Figueroa, G. & Mora, W. (1997). *Cálculo con Derive: una experiencia en el ITCR. V Encuentro Centroamericano de Investigadores en Matemática.*
- [23] Rodríguez, G., Gil, J. & García, E. (1996). *Metodología de la Investigación cualitativa.* Málaga: Ediciones ALJIBE.
- [24] Ruiz, E., Hernández, J. y Gutiérrez, J. (2016). *Aplicaciones en dispositivos móviles enfocadas al estudio de conceptos de cálculo.* Instituto Politécnico Nacional. ESCOM, México.
- [25] Sánchez, J., Olmos, S., García, F. J., & Torrecilla, E. (2016). *Las tabletas digitales en educación formal: Características principales y posibilidades pedagógicas.* En Callejas, A., Salido, J. & Jerez, O. (Eds.), *Competencia Digital y Tratamiento De La Información. Aprender En El Siglo XXI. IV Congreso Internacional de Competencias Básicas, Ciudad Real* (pp. 269-280). Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.
- [26] Sánchez-Martínez, C. & Ricoy, M. C. (2015). *El impacto de la tableta en la educación primaria. Revista de estudios e investigación en psicología y educación*(13).
- [27] Sánchez, M. (2000). *Una nueva mirada a los procesos de lectura y escritura. Tesis Doctoral.* Programa de Doctorado en Educación. Universidad Estatal a Distancia.
- [28] Sandín, M. P. (2003). *Investigación cualitativa en educación. Fundamentos y Tradiciones.* Madrid: Mc Graw Hill.
- [29] Taylor, S., & Bogdan, R. (1986). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación.* Buenos Aires, Argentina: Editorial Paidós.