

PROPUESTA PARA FAVORECER LA EVOLUCIÓN EN LAS FASES DE INTEGRACIÓN DE TIC DE ESTUDIANTES DE PROFESORADO EN MATEMÁTICA

Yanina Barisson⁽¹⁾; Patricia Barreiro⁽¹⁾; Daiana Delgadino⁽¹⁾; Paula Leonian⁽¹⁾; Mabel Rodríguez⁽¹⁾⁽²⁾

⁽¹⁾Universidad Nacional de General Sarmiento.

⁽²⁾Universidad Nacional de Tierra del Fuego.

ybari09@hotmail.com, pbarreir@ungs.edu.ar, daiana.delg@hotmail.com,
pleonian@ungs.edu.ar, mrodri@ungs.edu.ar

Resumen

En libros de texto de escuela media o en internet se accede fácilmente a consignas matemáticas que incluyen el uso de nuevas tecnologías de información y comunicación (TIC) para su resolución y que un docente podría seleccionar para trabajar en el aula. En este trabajo nos ubicamos en la formación inicial de profesores de matemática, particularmente la referida a cómo utilizar de manera pertinente y significativa las TIC. Presentamos parte del diseño de un dispositivo didáctico y resultados de su aplicación en una asignatura de educación matemática del Profesorado Universitario en Matemática de la Universidad Nacional de General Sarmiento, que permitió mejorar la fase de integración de las TIC en futuros docentes.

Palabras clave: Tic, Fases De Integración De Tic, Formación Inicial De Profesores De Matemática.

Abstract

In high school text books and in Internet, activities that include use of new technologies of information and communication (TIC) are easily found and teachers can choose them for their classes. In this work we focus on the initial mathematics teacher training, and we specially refer to prepare them so they can use significantly and appropriately TIC in classes. We present part of the design of a didactical proposal and results of its application in a course of mathematical education of the career of mathematics teacher at General Sarmiento National University. It allowed future teachers to evolve in their TIC integration phases.

Keywords: Tic, Tic Integration Phases, Initial Mathematics Teacher Training

1. Introducción

Hoy en día la formación de profesores de matemática debería permitir que el futuro docente, cuando desarrolle su trabajo profesional, sea capaz de hacer un buen uso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC) para favorecer aprendizajes en matemática. En el Profesorado de Matemática de la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), estamos trabajando en esta dirección en las dos asignaturas específicas de Educación Matemática: Enseñanza de la Matemática 1 y Enseñanza de la Matemática 2 (EM1 y EM2, respectivamente). Tenemos estudiantes con realidades en extremo disímiles: cuentan o no con computadoras en sus casas, tienen o no conectividad, usaron o no algún software específico, etc.

En este escenario, nuestro propósito es lograr que los estudiantes terminen su formación inicial (es decir, la que logran en una institución de nivel superior hasta obtener el título de profesor) con el mayor grado posible de integración de las TIC que se exprese en planificaciones de enseñanza de matemática para el nivel medio que prevean un uso de TIC pertinente y significativo. Presentamos aquí resultados de un trabajo de investigación cuyo objetivo es explorar propuestas de enseñanza que permitan que los estudiantes del profesorado evolucionen en sus grados de integración de las TIC. Propusimos dos dispositivos, uno para trabajar con aquellos futuros docentes que hacia finales de EM1 se encontraron con bajo grado de integración, y otro para aquellos que presentaron un grado más alto de integración de TIC. Describimos aquí los aspectos referidos centralmente a las intervenciones docentes pues detectamos que fueron un elemento clave para la finalidad perseguida. Mostramos algunos resultados que serán ampliados en la ponencia.

2. Marco Teórico

Realizamos una amplia búsqueda bibliográfica para identificar aportes de investigadores que hubieran trabajado en formación de profesores de matemática en particular en cuanto al uso de las TIC en las clases. Por cuestión de espacio, presentamos únicamente el marco teórico seleccionado. Adell (1997) menciona que en función de un estudio realizado a un grupo de docentes australianos se identificaron ciertos estadios o *fases de integración* para describir el uso que hacen los docentes de las TIC en sus clases. Asimismo sostiene que la integración curricular de TIC implica un cierto grado de asimilación de éstas por parte de los usuarios. En este contexto Sánchez (2002), basándose en las investigaciones de Sandholtz *et al.* (1997) define el concepto de *integración como*:

El proceso de hacerlas [se refiere a las TIC] enteramente parte del currículum, como parte de un todo, permeándolas con los principios educativos y la didáctica que conforman el engranaje del aprender. Ello fundamentalmente implica un uso armónico y funcional para un propósito del aprender específico en un dominio o una disciplina curricular (p.53).

Según Sandholtz *et al.* (1997) la integración de la tecnología en docentes formados se puede describir según cinco fases o etapas: *Acceso, Adopción, Adaptación, Apropiación e Invención* Para esta investigación tomamos como punto de partida estas fases y una adaptación para docentes en formación propuesta en Barreiro (2015) que consiste en considerar las fases planteadas originalmente para profesores en ejercicio adaptadas a la formación inicial y a la vez particularizarlas considerando las categorías específicas de la enseñanza de la matemática. Para no generar confusión, a las nuevas fases las denominamos con el mismo nombre que propone Sandholtz *et al.* (1997), pero anteponeamos la sigla FDI refiriéndonos a que las consideramos adaptadas a la *Formación Docente Inicial*. A continuación describimos las características más relevantes de las mismas. *Fase acceso*: los docentes aprenden conceptos básicos del uso de TIC, se inician en el uso de recursos tecnológicos y reproducen actividades tradicionales. La fase *FDI-acceso* propone los mismos aspectos pero se suma que los futuros docentes seleccionan, y considera apropiadas, consignas tradicionales que se presentan para ser realizadas con TIC y diseñan, y consideran apropiadas, consignas tradicionales a las que le agrega TIC. La *fase adopción* focaliza en la preocupación por integrar TIC en los programas. La *FDI-adopción* le agrega a lo mencionado que se cumpla FDI-acceso y que la preocupación por integrar las TIC se manifieste en planificaciones realizadas por los futuros docentes. La *fase adaptación* enfatiza el aumento de productividad del alumno, lograr rapidez y eficiencia mientras que un

futuro docente en *FDI-adaptación* selecciona o diseña, y considera apropiadas, consignas con TIC que pretenden aumentar la productividad del alumno. Un docente en la *fase apropiación* incorpora TIC en el momento oportuno y en el grado necesario como una herramienta más. Un docente en formación está en *FDI-apropiación* cuando selecciona o diseña, y considera apropiadas, consignas con TIC en el momento oportuno y grado necesario. Finalmente la *fase adopción* es para casos en los que se encuentran nuevas aplicaciones de las TIC que producen nuevos patrones de enseñanza. A nivel de la formación inicial, la fase *FDI-adopción* se manifiesta si el estudiante es capaz de diseñar y considerar apropiadas, secuencias que utilizan nuevas aplicaciones de las TIC.

Cuando nos referimos a que selecciona o diseña y considera apropiadas consignas con TIC nos referimos centralmente a dos cuestiones que presentamos a continuación y que ponen en evidencia la particularización de las fases a clases de matemática con TIC. Hemos utilizado el concepto de *potencial matemático de una consigna* (PM) (Barreiro, Leonian, Marino, Pochulu y Rodríguez, 2016) para realizar un análisis a priori de las mismas. Según este concepto, decimos que *una consigna tiene un PM rico* si admite posibilidades de exploración y argumentación. La consigna debe entenderse como el enunciado de una actividad que se da a los estudiantes. Respecto de la exploración, se propone atender dos ejes: que la redacción de la consigna no indique los pasos a seguir para resolverla y que admita diversas formas de abordaje. Si la consigna no admite ninguna de estas condiciones, el PM se dirá *pobre* y los casos intermedios serán reconocidos como tales. En cuanto a la elección o diseño de consignas o secuencias éstas tendrían que tener un PM que no sea pobre. Si un docente plantea objetivos cognitivamente exigentes y selecciona o diseña consignas (o secuencias) con buen PM, y la metodología que propone para sus clases es tal que le asigna al alumno un rol activo tendiendo a lograr su autonomía y tomando decisiones propias, lo que logramos es que la *actividad matemática* (AM) del alumno sea valiosa (Barreiro *et al.*, 2016). Como puede verse, el concepto de AM pone en juego las decisiones del docente (o futuro docente en nuestro caso) en tanto: plantea un objetivo, selecciona consignas y propone el modo de trabajo en la clase. Por otra parte, el uso significativo y pertinente de las TIC en las consignas de matemática se evalúa atendiendo a los criterios propuestos por Barreiro *et al.* (2016) que son: *Favorecer la búsqueda de pruebas matemáticas* (hace referencia a que la consigna debe invitar al estudiante a una búsqueda genuina de pruebas en el trabajo que realiza); *Imprescindibilidad de TIC* (lo matemático que se quiere trabajar se pone en juego al usar TIC y no sería posible de otro modo. Es decir, no es indistinta la resolución con uso de TIC que sin ellas); *No perder de vista el objetivo matemático* (no enseñar el recurso, siempre hay un objetivo matemático); *Incluir distintos usos de TIC* (no considerar únicamente el uso de software específico sino incluir otros usos como: medio de comunicación o búsqueda de información); *Complementariedad* (el uso de TIC en clase no debe reemplazar otras formas de trabajo); *Libertad para apelar a las TIC* (el estudiante podrá decidir si, para resolver la consigna, le es útil o no utilizar TIC); *Libertad de elección de cuál recurso tecnológico usar* (los estudiantes podrán decidir qué programa utilizar o dónde buscar la información, por ejemplo).

2. Desarrollo del Trabajo

A partir de lo establecido en el marco teórico, y teniendo como punto de partida *que las propuestas de enseñanza de los futuros docentes deben estar diseñadas para promover AM valiosa de estudiantes de nivel medio*, planteamos el objetivo de investigación:

explorar dispositivos didácticos que permitan a los futuros docentes evolucionar en sus fases FDI.

Consideramos diseñar dispositivos diferentes según los estudiantes estuvieran en un estadio inicial (las tres primeras fases) o en las dos últimas. Necesitamos entonces, primeramente, describir en qué fase de integración se encontraban los estudiantes. Para ello, seguimos el procedimiento desarrollado en Barreiro 2015 cuyo punto de partida es analizar todas las tareas que entregaron periódicamente los estudiantes en EM1 que contemplaran un uso de TIC. A partir de la asignación de la fase de integración de cada uno de los estudiantes, seleccionamos una muestra intencional de tres de ellos que estuvieran en las tres primeras fases y dos de ellos en las más altas. Partiendo de lineamientos de la mencionada referencia, diseñamos los dispositivos de acompañamiento didáctico. Los pusimos a prueba y, para estudiar si había evolución, recabamos las producciones escritas de los estudiantes y realizamos entrevistas individualizadas. El dispositivo consistió en una selección de tareas diferenciadas para cada grupo de estudiantes pero ambos compartieron lo que se refiere a tipos de intervención docente y es esto lo que describimos aquí con más detalle. Al respecto mencionamos que nos propusimos tras haber analizado que la AM propuesta fuera valiosa: observar el desarrollo de las actividades, tomar nota de los obstáculos o problemas específicos que se advertían para, en una segunda instancia intervenir de un modo no directivo con cada uno de ellos. Esto último significa que la intervención no debía señalarle al futuro docente ni sus errores, ni lo que les faltara completar, sino que por el contrario debía invitar al estudiante a que reflexione sobre lo realizado tratando de lograr que en una mirada retrospectiva, metacognitiva, advirtiera sus dificultades y propusiera mejoras.

Mencionamos aquí algunas de las cuestiones observadas y ampliaremos con más ejemplos en la ponencia. Los estudiantes que tenían inicialmente un bajo grado de integración de TIC presentaron errores en la interpretación de la teoría que debían utilizar para fundamentar la elección de sus consignas o su diseño. Esto se dio, por ejemplo, en los conceptos involucrados en el criterio de *búsqueda de pruebas*. Tuvieron dificultades para distinguir si una consigna admite varios caminos de resolución, no lograron controlar los saberes matemáticos necesarios de los alumnos, entre otros. Otra dificultad fue confundir el criterio de *no perder de vista el foco matemático con imprescindibilidad del uso de TIC*. Asimismo, algunos de los futuros docentes tuvieron problemas para anticipar errores o respuestas de los estudiantes de nivel medio. Sólo resolvían las consignas desde la perspectiva del experto. Esto produjo un distanciamiento de los usos posibles de las TIC que alumnos del nivel destino podrían llegar a realizar y el uso de las TIC en ellos no era anticipado ni advertidas interpretaciones, formas de encarar la resolución, errores, etc.

Para el caso de estudiantes que estaban en la fase FDI-apropiación, nos propusimos que pudieran acceder a la fase más alta, FDI-invencción. Tuvieron errores, pero sutiles. Focalizamos en que puedan pasar de analizar o diseñar una consigna a crear una secuencia y fundamentarla, que es lo que caracteriza la fase a la que queríamos que evolucionen.

Realizamos encuentros personales con cada uno de los estudiantes y les indicamos que estaríamos acompañándolos en la realización de los trabajos que debían presentar para la materia. Acordamos que podrían hacernos consultas tanto en las clases presenciales, como por correo electrónico. La vía de la comunicación asincrónica fue muy positiva para forzar a los futuros docentes a precisar cuáles eran sus dudas o preguntas y plasmarlas por escrito. Mantuvimos esa línea de comunicación a lo largo de todo el dispositivo que se extendió por tres meses. Rápidamente nos centramos en identificar el

tipo de intervención que, como docentes debíamos hacerles a los estudiantes de EM1 para que reconozcan las dificultades manifestadas. La enseñanza de la planificación de secuencias se da en EM2 pero como la fase FD1-intervención requiere del diseño de las mismas, avanzamos en esa dirección explicitando qué es lo que se espera: delinear qué del contenido incluir, qué no, cómo secuenciar, cómo graduar las consignas, qué modo de trabajo proponer, etc. sumado a tener que incluir uso de TIC de un modo significativo. Claramente los estudiantes percibieron esta tarea como altamente compleja, pero el desafío no los bloqueó y pudieron avanzar.

En cada clase, el equipo de trabajo tomó nota de lo que sucedía en el acompañamiento a cada estudiante, cuáles fueron sus intervenciones y las respuestas de los estudiantes.

A modo de ejemplo, presentamos aquí la resolución de uno de los estudiantes que se encontraba en la fase FDI-adopción, algunas de las intervenciones realizadas y la respuesta del estudiante. El estudiante debía presentar una consigna que cumpliera los criterios de significatividad de uso de TIC y fundamentar su propuesta. No presentamos aquí el análisis en términos de la AM por una cuestión de espacio pero ese aspecto no fue resignado en ningún caso. El futuro docente presentó la siguiente actividad para trabajar con GeoGebra:

Ingresar en "Barra de entrada"

- $g(x)=ax+b$, donde "a" y "b" son parámetros previamente ingresados
- $f(x)=12x+c$, donde "c" es un parámetro previamente ingresado
- $h(x)=f(x)/g(x)$

Para cada ítem en caso de ser posible, hallar una función "h" que cumpla lo pedido y anotar la fórmula en tu carpeta. Si no es posible explica por qué.

1. *Ingresar en la "Barra de entrada" la recta $y=2$. Modificando los parámetros "a", "b" y/o "c" encontrará, si es posible, dos funciones "h" que tenga como asíntota horizontal a la recta ingresada.*

2. *Ingresar en la "Barra de entrada" la recta $y=-3$. Modificando los parámetros "a", "b" y/o "c" encontrará, si es posible, dos funciones "h" que tenga como asíntota horizontal a la recta ingresada.*

Al estudiar el análisis que el estudiante presentó junto a la consigna, detectamos varias dificultades. En primer lugar, confunde el concepto de imprescindibilidad del uso de TIC porque utiliza el término pero lo comprende desde el uso cotidiano de la palabra (imprescindible como "necesario para resolver por el hecho de que la herramienta de TIC viene dada en la consigna").

"Es decir, no es indistinto usar las TIC (...) el foco de lo que se pretende enseñar debe ser matemático. Esto se ve cuando se pide específicamente que se trabaje con el programa Geogebra. Pero a su vez el alumno necesita saber cómo realizar un deslizador ya que en la consigna lo requiere cuando dice: "parámetros previamente ingresados". Esto es lo que hace imprescindible el uso de TIC porque en una hoja no lo podríamos lograr."

En segundo lugar, también se puede observar que el futuro docente afirma que la consigna presentada cumple el criterio de "no perder el foco matemático" y pero puede interpretarse lo contrario al leer que en el análisis se menciona la necesidad de aprender algo específico del software de antemano.

A raíz de lo observado en el análisis realizado por el futuro profesor, y como puntapié inicial del trabajo que realizamos en conjunto, escribimos sobre la tarea que fue entregada en formato digital, una breve devolución de lo incorrecto. En ella pretendíamos hacerle notar al futuro profesor aquellas cuestiones relacionadas con los criterios de significatividad de uso de TIC que no se cumplían o bien no eran coherentes con el planteo de la actividad, hicimos referencia tanto a lo referido a la estructura de un

análisis en educación matemática como a lo relacionado con el uso de TIC en la consigna.

Además realizamos devoluciones personalizadas que fueron grabadas, y posteriormente desgrabadas, para realizar el seguimiento de cada uno de los alumnos. Un fragmento que consideramos representativo de la conversación para mostrar cómo las intervenciones fueron exitosas en el desempeño del futuro profesor, se muestra a continuación:

Docente (D): (...) con esto afirmás que el PM es rico, ¿cómo justificamos eso?

Alumno (A): Y porque cumple los dos, exploración y argumentación...

D: Bien, bueno. Con respecto a la exploración (...) hablan de varios caminos. A eso quiero ir, ¿qué caminos distinguen? Porque no me quedo claro. (...)

A: Bueno, yo con el de... el ejercicio anterior, yo no encontraba otra forma de ir a resolverlo (...) por eso yo cuando lo puse, puse la única forma que me pareció a mí que se podía resolver.(...) Es lo mismo hacerlo con GeoGebra.

Frente a esta situación, la docente trata de que el estudiante se dé cuenta que si da lo mismo realizar la actividad con software o con lápiz y papel entonces no estará cumpliendo el criterio de imprescindibilidad de TIC.

A: Sí, sí, sí por eso no sé si escribí mal o se mal entendió lo que yo quise decir realizar lo mismo, es decir lo que yo expliqué hacerlo con GeoGebra. No era como un camino distinto. Yo trataba de ponerlo de una forma que se entienda, puse otra forma de hacer lo mismo o algo así.

D: Está bueno que puedan distinguir los caminos claramente (...).

A: Entonces encontrar un solo camino ¿está bien o es necesario más?

D: Si encontrás un solo camino, ¿qué puedes decir de la exploración?

A: Nada, que no hay.

Luego de la entrega y devolución de cuatro tareas intermedias, en la última logra reconocer que la tarea seleccionada no presenta un uso significativo de TIC. La consigna analizada puede leerse a continuación:

“¿Cómo cambian el perímetro y el área de una figura cuando cambian su forma o sus medidas?”

a. Si un cuadrado tiene un perímetro de 24 cm, ¿cuál es su área?, b. Si un rectángulo tiene un perímetro de 24 cm, ¿cuál podría ser su área? C. Saber la longitud de los lados de un cuadrilátero, ¿permite calcular su área con las fórmulas que conocés, siempre o a veces? ¿Y qué sucede con un triángulo?

El estudiante expresa:

“Según Barreiro (2015) si una consigna cumple con dos criterios, el de imprescindibilidad de las TIC y el de no perder de vista el objetivo matemático, entonces el uso de TIC es significativa pero si solo cumple una de las dos no lo es. En este caso no se cumple con el criterio de imprescindibilidad de las TIC pues la consigna puede resolverse sin ellas.”

3. Conclusiones

Consideramos que una característica esencial de los dispositivos didácticos que puede favorecer la evolución en las fases de integración de las TIC, que no resigne una AM valiosa del alumno, es un tipo de acompañamiento personalizado con intervenciones que enfatizan la reflexión del estudiante invitándolo a fundamentar decisiones y eviten dar indicaciones de cómo mejorar el trabajo o dónde están los errores. En nuestro caso, los estudiantes que formaron parte de la experiencia presentaron evolución en sus grados de integración. Los resultados de nuestro trabajo pudieron observarse tanto en las presentaciones de análisis de consignas que los futuros profesores realizaron durante la cursada de EM1, como de las entrevistas personales que tuvimos con cada uno de

ellos. Contamos con más evidencias de la evolución en relación con los dispositivos, algunas de las cuales presentaremos en la ponencia referidas a estudiantes de otras fases. No hemos mencionado en este trabajo los planteos que les hemos propuesto a los futuros docentes por una cuestión de espacio y para priorizar las intervenciones. Mostraremos parte de ellos en la exposición.

Es importante mencionar que lo que favoreció fuertemente la evolución de nuestros estudiantes fue tener conciencia de que del trabajo que realizaban y de cómo iban evolucionando. Para los más avanzados tuvieron que incorporar cuestiones generales de la planificación, tales como: poder pensar en la secuencia de manera global –previo a su diseño- adoptando una visión en conjunto antes de entrar en detalle a diseñar cada una de las consignas; delinear objetivos matemáticamente exigentes y mantener este espíritu en toda la secuencia pero a la vez flexibilizar su formulación a la hora del diseño. Al momento de diseñar consignas trabajaron conjuntamente lo matemático con las TIC y esa decisión fue clave para obtener resultados que cumplieran con los criterios de significatividad y pertinencia.

4. Referencias

Adell, J. (1997). Tendencias en Educación en la Sociedad de las Tecnologías de la Información [en línea]. *Edupec*, 7. Recuperado el 25 de junio de 2013 de <http://www.uib.es/depart/gte/revelec7.html>.

Barreiro, P. (2015). *Fases de integración de nuevas tecnologías en la formación de profesores de Matemática*. Tesis de Maestría no publicada, Universidad Nacional del Comahue. Neuquén, Argentina.

Barreiro, P. Leonian, P. Marino, T. Pochulu, M. Rodríguez, M. (2016). *Perspectivas metodológicas en la enseñanza y en la investigación en Educación Matemática*. Rodríguez, M. (coord.). Buenos Aires: Universidad Nacional de General Sarmiento.

Dussel, I. y Quevedo, L. (2010). *Educación y nuevas tecnologías: los desafíos pedagógicos ante el mundo digital* [en línea]. Buenos Aires: Santillana. Recuperado el 30 de junio de 2013 de <http://www.virtualeduca.org/ifdve/pdf/ines-dussel.pdf>

Harris, J., & Hofer, M. (2009). Instructional planning activity types as vehicles for curriculum-based TPACK development. In C. D. Maddux, (Ed.). *Research highlights in technology and teacher education 2009* (pp. 99-108). Chesapeake, VA: Society for Information Technology in Teacher Education (SITE).

Páez, H., Arreaza, E. y Vizcaya, W. (2006). *Alfabetización en Informática para Docentes de Educación de Postgrado. Un Estudio de Caso Venezolano*. En: A. Tremante, M. Avila, M.