

## DESARROLLO DE APLICACIONES PARA LA ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA CON DISPOSITIVOS MÓVILES

*ASCHERI, MARÍA EVA<sup>(1,2)</sup>; TESTA, OSCAR<sup>(1,3)</sup>; PIZARRO, RUBÉN<sup>(1)</sup>;  
CAMILETTI, PABLO<sup>(1)</sup>; DÍAZ, LUCAS<sup>(1)</sup>; DI MARTINO, SANTIAGO<sup>(1)</sup>*

<sup>1</sup> Departamento de Matemática / Facultad de Ciencias Exactas y Naturales/ Universidad Nacional de La Pampa

<sup>2</sup>mavacheri@gmail.com ; <sup>3</sup>otesta@gmail.com

### RESUMEN

Teniendo en cuenta los estudios derivados de Teoría Antropológica de la Didáctica, como los efectos cognitivos cualitativos del uso de “artefactos” y después de analizadas algunas aplicaciones matemáticas gratuitas para móviles disponibles en googleplay, realizamos una revisión de características importantes de las mismas y comenzamos a experimentar con el desarrollo de aplicaciones propias que durante el presente año serán estudiadas en el contexto del proceso de enseñanza-aprendizaje. Al mismo tiempo nuestra exploración cuenta con los resultados de estudios que hemos realizado en el ámbito local y por la experiencia de desarrollar parte de nuestras actividades en las aulas de nivel medio, podemos considerar que la mayoría de docentes y estudiantes de este nivel poseen un dispositivo móvil al que pueden acceder en todo momento. En este artículo describimos las primeras razones que nos impulsaron a comenzar con el proyecto de desarrollar aplicaciones móviles para la enseñanza de la matemática, los datos que hemos recuperado de las escuelas de educación secundaria, los aportes del m-learning con sus requerimientos en el rediseño metodológico y pedagógico de los contenidos y los primeros pasos dados en el profesorado para considerar la tecnología de la enseñanza de la matemática desde la aproximación instrumental.

**Palabras clave:** dispositivos móviles, aplicaciones, android, enseñanza y aprendizaje.

## INTRODUCCIÓN

La ciencia y la tecnología muestran avances continuos en las formas de acceder, utilizar, trabajar y comunicar el conocimiento así también como van diversificando las maneras en las que nos relacionamos e interactuamos ya sea para entretenernos o trabajar en equipos.

Entre estos avances continuos consideramos la estimulación audiovisual que observamos durante la mayor parte de nuestro día y a la que estamos expuestos, como el ámbito natural y privilegiado para gran parte de nuestros estudiantes en el acceso a los conceptos y a la información. También observamos que estas herramientas tecnológicas con las que interactúan para entretenerse, informarse y comunicarse son percibidas por ellos como cotidianas e imprescindibles.

Por lo hasta aquí expuesto es que en este proyecto buscamos promover la interacción, visualización y socialización de conceptos matemáticos desarrollando aplicaciones para dispositivos móviles, tratando de valernos de las características que diversos estudios atribuyen a estos dispositivos, considerando la ludificación, también los estudios desarrollados sobre la Teoría Antropológica de la Didáctica (Chevallard, 1992, 1999, 2002), la Ergonomía cognitiva (Cañas, 2004) y la usabilidad (Nielsen *et al.*, 1990).

En este marco conceptual, conocer las instituciones y el contexto en las que estas están insertas, la cantidad de docentes y estudiantes de nivel medio que poseen dispositivos móviles e indagar el conocimiento que poseen acerca de ellos, los usos privados que le dan a estos dispositivos y los datos en actividades de enseñanza y aprendizaje, en particular en relación a contenidos y formas de proceder en el ámbito de la matemática, es una de las necesidades detectadas anteriormente en Ascheri (2014) y una de las actividades que fundamentó los pasos a seguir en este proyecto.

Hasta el momento hemos observado en el ámbito local que en los establecimientos escolares por diversas causas todavía no se aprovechan los dispositivos móviles y las redes, para amplificar el proceso de enseñanza aprendizaje. Según Pea (1993) "el curriculum cambiará cuando cambien las tecnologías utilizadas para razonar un determinado dominio...para una buena enseñanza en matemática son necesarias las calculadoras, las computadoras y los materiales manipulables...". Esta situación también es contemplada por Artigue (2011), en su artículo "Tecnología de la enseñanza de las matemáticas: desarrollo y aportes de la aproximación instrumental" hace una mención de los estudios propuestos por la comisión internacional de la Enseñanza de la Matemáticas (ICMI) desde 1985 y reconoce que "...herramientas como las calculadoras, los programas computacionales de geometría dinámica, las hojas de cálculo plantean siempre problemas a nuestros sistemas educativos aún cuando la evolución tecnológica ofrece perspectivas radicalmente nuevas".

Teniendo en cuenta todo lo hasta aquí expuesto es que estamos trabajando en el marco de un proyecto de investigación, con estudiantes de profesorado, en la búsqueda y desarrollo de aplicaciones para la enseñanza de la matemática en el nivel secundario.

## ALGUNAS DE NUESTRAS PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es el nivel actual de presencia de dispositivos móviles entre los estudiantes y docentes de los colegios de nivel medio de la ciudad de Santa Rosa?

¿En qué condiciones pedagógicas se encuentran los colegios, los docentes y los estudiantes para la utilización de los dispositivos en clase?

¿El uso de aplicaciones en dispositivos móviles puede realizar aportes positivos en la enseñanza de la matemática? ¿Estos aportes son factibles de instrumentar por las instituciones y profesores de nuestro entorno local?

## METODOLOGÍA

Para conocer el nivel de presencia de dispositivos móviles en los estudiantes de la ciudad de Santa Rosa, se practicaron 166 cuestionarios a estudiantes de educación secundaria perteneciente a catorce colegios de ese nivel con diferentes características en cuanto a su organización, ubicación y dimensiones.

Al mismo tiempo que se asistió y observó la infraestructura de conectividad y la presencia de netbook en los establecimientos escolares antes mencionados, se asistió a los alumnos cuando lo pidieron al completar el cuestionario. También se realizaron breves entrevistas informales a docentes y estudiantes. Esta presencia en las escuelas fue concretada por parte de la mayoría de los integrantes del proyecto.

Después de practicado el instrumento de recolección de datos, fueron seleccionadas dos escuelas para desarrollar una actividad con dispositivos móviles, estas experiencia fueron realizadas para ensayar la metodología del estudio de casos, con técnicas de observación participante, cuestionarios abiertos y entrevistas (Erickson, 1999).

## DESARROLLO

### Presencia de móviles entre estudiantes y docentes

¿Cuál es el nivel actual de presencia de dispositivos móviles entre los estudiantes y docentes de los colegios de nivel secundario de la ciudad de Santa Rosa?

Nos encontramos que en la franja etaria que va de 15 a 18 años (30% de la muestra de 166 encuestas practicadas en la ciudad de Santa Rosa, La Pampa), el 89% de los estudiantes lleva el móvil a la escuela. De estos el 48% afirma que su móvil cuenta con sistema Android, en tanto que un 23% no sabe qué sistema posee.

Es decir que en esta franja etaria nos encontramos con que la mitad de los estudiantes encuestados posee sistema Android y existe casi una cuarta parte que podría poseerlo y no lo sabe.

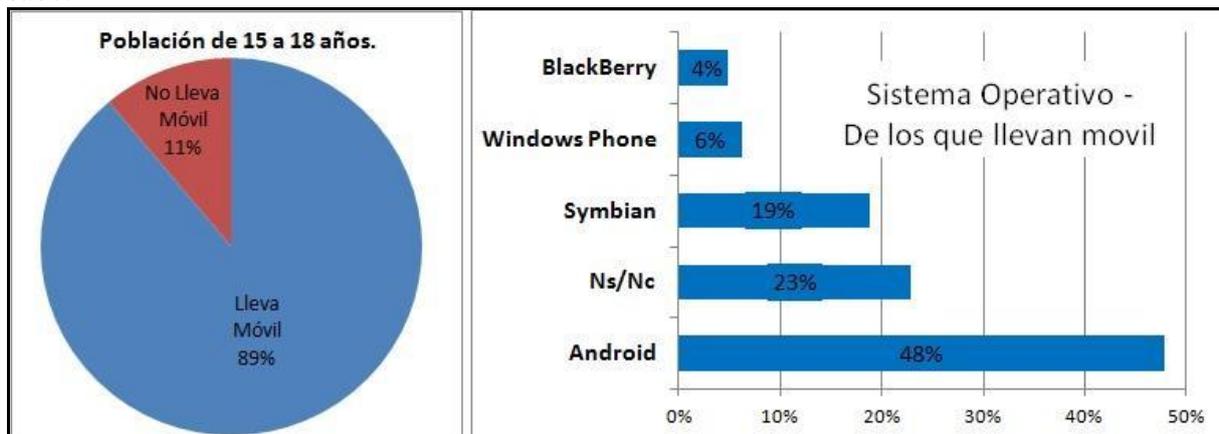


Figura 1: Gráficos obtenidos a partir de 166 encuestas realizadas en colegios secundarios de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa (Argentina)

Otro de los datos que pudimos obtener es que la mitad de los estudiantes que no llevan el móvil a la escuela poseen netbook del plan Conectar Igualdad (<http://www.conectarigualdad.gob.ar/>). Es decir que aproximadamente el 5% de los estudiantes no cuenta con dispositivos móviles.

En otra de las franjas etarias estudiada, la de los menos de 15 años (31% de la muestra realizada), nos encontramos con que algunos cursos de primer año todavía no han recibido netbook del programa conectar igualdad y tampoco es tan masivo el uso de teléfonos celulares u otros dispositivos móviles en la escuela. Sin embargo casi el 80% afirma llevar el móvil al colegio, entre el 20% que no lo hace la mitad poseen netbook del programa conectar igualdad y casi la totalidad dice poseer un móvil con dispositivo Android.

Estos datos nos inducen a pensar a casi la totalidad de los estudiantes con dispositivos móviles. De las entrevistas y el contacto con los docentes y estudiantes también podemos afirmar que en general no se propone el uso de estos artefactos en forma sistemática para el estudio, la comprensión ni la realización de tareas escolares. Es posible pensar que si por el contrario se incentiva una significativa utilización de estos dispositivos, la presencia de ellos no sería un problema a resolver.

### **Condiciones pedagógicas para la utilización de dispositivos móviles**

¿En qué condiciones pedagógicas se encuentra en los colegios a los docentes y estudiantes para la utilización de los dispositivos móviles en clase?

Con los datos obtenidos del contacto directo con docentes, estudiantes y de las encuestas realizadas en la misma oportunidad, la utilización pedagógica percibida y expresada por los actores, se circunscribe a casos muy acotados entre los cuales no se registró el caso de su utilización para el trabajo en el área de matemática. En el ámbito de la enseñanza de la matemática la utilización de “artefactos”, ábaco, geo-plano, calculadora, computadoras fueron aspectos tratados en numerosos estudios sin embargo su aprovechamiento y uso sigue presentando diversos problemas y resistencias.

Ya mencionamos la disponibilidad de los dispositivos móviles y siempre que contemos con ellos estamos en condiciones de llegar más allá de las paredes del escuela, también aprovechar los espacios de tiempo y lugar no formales de docentes y estudiantes para capturar datos, imágenes y sonidos que más tarde pueden ser analizados, organizados y comprendidos en el tiempo-espacio formal de la escuela, con la ayuda de compañeros y docentes, UNESCO (2013). Sin embargo estos aspectos no aseguran que puedan ser aprovechadas estas características al servicio del aprendizaje y enseñanza.

Para avanzar en esta línea del proyecto y comprender algunas de las condiciones pedagógicas, es que se desarrolló un curso de programación para dispositivos móviles con Android dirigido a estudiantes del profesorado de computación. De esta experiencia se tuvieron en cuenta distintos tipos de situaciones que se pueden dar al utilizar dispositivos móviles en ámbitos educativos y también se planificó a partir del mismo, que la forma de explorar las posibilidades de los dispositivos móviles para la mejora de las condiciones pedagógicas en la educación, se realizaría a partir de una metodología de estudio de casos, con técnicas de observación participante, cuestionarios abiertos y entrevistas en las escuelas secundarias.

En el contexto del curso de programación para dispositivos móviles también se realizó una búsqueda de aplicaciones matemáticas, entre las que se encontraron herramientas potentes de gráfica y cálculo, en otro agrupamiento se encontraron aplicaciones dotadas de definiciones e imágenes las que podríamos considerar libros en soporte digital, también en su mayoría dirigida al nivel primario encontramos aplicaciones de entrenamiento en base a preguntas y respuestas o ejercicios de cálculo. No encontramos que las mismas previeran contextos de uso, soporte grupal ni colaborativo. Estos últimos, aspectos que consideramos complementarios y necesarios para desarrollos que contribuyan a la enseñanza aprendizaje de matemática en el contexto del nivel de educación secundaria.

## Desarrollos

En este momento del proyecto estamos en la búsqueda de alternativas para el desarrollo de contenidos y formas de apropiación de los procedimientos/conocimientos matemáticos. Coincidimos con los efectos cognitivos cualitativos del uso de “artefactos” (Olson, D.1998), en este caso las aplicaciones desarrolladas para dispositivo móviles, la importancia de la mediación simbólica y cómo las diferentes formas de interacción y representación de la información con tecnologías modifican las formas de pensamiento, ampliando el repertorio de capacidades.

En busca de lograr el reconocimiento de estas aplicaciones como válidas desde la perspectiva del usuario-alumno, intentamos incorporar a estas algunas de las características propias de la modalidad de m-learning que menciona Moreno Guerrero (2011).

También intentamos que las aplicaciones reúnan al menos algunas de las características de la mecánica del juego (gamificación) o ludificación según Cortizo Pérez *et al.* (2011), entre otras: metas y reglas definidas, sistema de retroalimentación o feedback y motivación. Por ejemplo una característica distintiva es la de lograr aplicaciones que den retroalimentación inmediata a preguntas al evaluar las respuestas practicada por el usuario.

Buscamos promover en las aplicaciones un desafío accesible acorde a distintos niveles a los que se pueda acceder a medida que se van superando los mismos, que estas pueda involucrar al usuario/alumno ya sea porque le permite sumar puntos, avanzar a distintos escenarios o completar misiones. Es decir al mismo tiempo que mejora su comprensión de conceptos importantes para la asignatura, es recompensado por los niveles y el reconocimiento que estos representan Estanyol *et al.* (2013)

Una de las aplicaciones desarrolladas propone reconocer pares ordenados de puntos en el plano, se muestra un plano con puntos de distintos colores y al mismo tiempo se muestra un par ordenado, el jugador tiene que elegir el color del punto al que corresponde el par ordenado. Con similares características planificamos desarrollar nuevos niveles que impliquen reconocer pendientes y ordenadas al origen, ecuaciones completas y hasta la ecuación que corresponda a situaciones planteadas con similares formas de registrar las respuestas del usuario en pantallas similares.

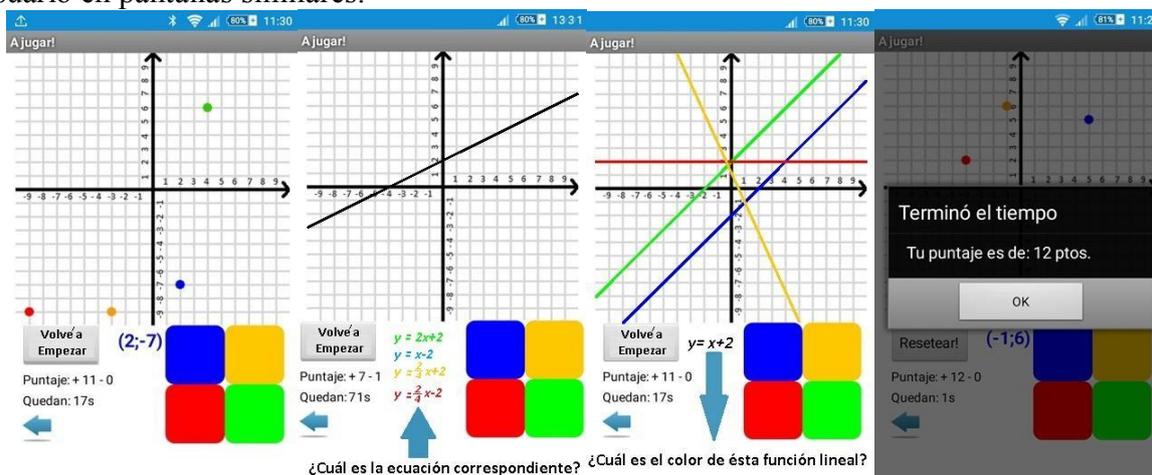


Figura 3: Pantallas de aplicación desarrollada para dispositivos con S.O. Android que propone identificar pares ordenados, reconocer funciones y ecuaciones.

Otra aplicación en estudio aprovecha la posibilidad de utilizar las características propias de los dispositivos móviles para realizar cálculos, tomar medidas y aprender o mejorar la toma de decisiones en cualquier momento y lugar a partir de imágenes capturadas por el dispositivo.

Entre las características planificadas para las aplicaciones en desarrollo se otorga especial importancia a la comunicación de los resultados entre compañeros de curso y el docente, cómo también la posibilidad de que estos datos también sean compartidos con otros docentes y estudiantes de distintas instituciones educativas. Es decir el registro público y el ranking de aciertos y errores, así también como las posibilidad de aportar retroalimentación en los casos que el usuario no puede dar respuestas correctas son aspectos que consideramos de interés en los que tenemos planificado avanzar en posteriores etapas. Algunos ejemplos de la implementación de este tipo de planillas de seguimiento con utilización de las características de la mecánica del juego los hemos analizado de Cortizo Pérez *et al.* (2011), en tanto que el registros públicos de logros esta generaliza en los juegos online y las gráficas de seguimiento para docentes las hemos encontrado en el sitio code.org que promueve el aprendizaje de la programación para niños y adolescentes.

Con distintos objetivos y modalidades de uso, también se está desarrollando una aplicación que tiene el propósito de explicar con la ayuda de sonidos y animaciones los conceptos fundamentales de la representación en el plano, el concepto y ejemplificación de una función o ¿cómo se calcula su imagen a partir de puntos de su dominio? En una de sus pantallas esta aplicación muestra cómo obtener la gráfica a partir de tabla de valores.

Esta aplicación está en los comienzos de su desarrollo y se está experimentado en particular, las formas de interacción con el usuario y los conceptos a incluir en la misma.

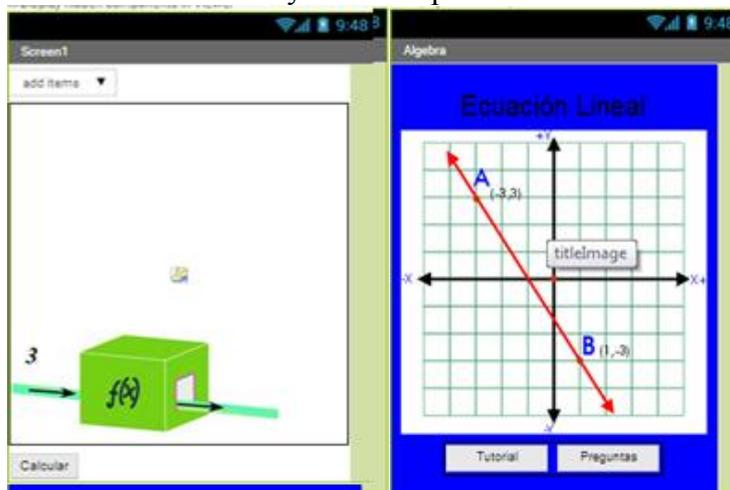


Figura 2: Pantallas de aplicación desarrollada para dispositivos con S.O. Android que propone explicar conceptos a partir de sonido y animaciones.

### Líneas de acción

El paso inmediato del proyecto es utilizar las aplicaciones que hemos desarrollado hasta el momento en escuelas de educación secundaria, en esta prueba de campo observaremos las variables didácticas en interacción, recuperando beneficios y dificultades, el contexto institucional y el status asignado a la experiencia, las formas de registro y seguimiento, la interacción, de los estudiantes entre ellos y con sus docentes, las secuencias didácticas, los usos en el contexto escolar y los posibles usos alternativos de las aplicaciones.

También es nuestra intención en esta etapa superar el análisis de las variables en el marco del sistema escolar y prestar atención a evidencias que nos muestre un diferencial en el aprendizaje de la matemática a partir de la utilización de estas herramientas. Diferencial que podremos observar en tanto la herramienta cumpla con funciones pragmáticas, epistémicas

y/o heurística que podamos observar en las formas de comprender, actuar y transformar el entorno, como proceder, organizar y controlar acciones y procedimientos.

Todos los datos y percepciones que podamos registrar serán analizados e inmediatamente nos servirán para ensayar nuevos prototipos que descarten los inconvenientes, potencien los beneficios y tengan en cuenta también los aspectos valorados por docentes y estudiantes de la asignatura matemática en el nivel secundario.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Artigue, M. (2011). Tecnología y enseñanza de las matemáticas: desarrollo y aportes de la aproximación instrumental. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, (8): 13-33.

Artigue, M. (2014). La educación matemática como un campo de investigación y como un campo de práctica: Resultados, desafíos. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, (11): 43-59.

Ascheri, M., Testa, O., Pizarro, R., Camiletti, P, Díaz L., (2014). Utilización de dispositivos móviles con sistema operativo Android para matemáticas. Una revisión de aplicaciones. *V REPEM*, (5): 287-292. Disponible en:

<http://repem.exactas.unlpam.edu.ar/descargas/Memorias%20de%20REPEM2014.pdf>

Consultado el: 27/07/ 2015

Cañas, J.J. (2004). *Personas y máquinas. El diseño de su interacción desde la ergonomía cognitiva*. Madrid: Pirámide.

Cortizo Pérez, J., Carrero García, F. Monsalve Piqueras, B. Velasco Collado, A., Díaz Del Dedo, L., Pérez Martín, J (2011). Gamificación y Docencia: Lo que la Universidad tiene que aprender de los Videojuegos. VIII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, ed. Disponible en

[http://www.aulavirtual.urjc.es/moodle/pluginfile.php/2103055/mod\\_resource/content/1/46\\_Gamificacion.pdf](http://www.aulavirtual.urjc.es/moodle/pluginfile.php/2103055/mod_resource/content/1/46_Gamificacion.pdf) Consultado el: 27/07/ 2015.

Erickson, F. (1999). *Métodos cualitativos de investigación sobre la enseñanza*. Barcelona: Paidós.

Estanyol, E. Montaña, M. Lalueza, F. (2013). “Comunicar jugando. Gamification en publicidad y relaciones públicas” (111-120) International Conference On Communication and Reality: Breaking The Media Value Chain. Disponible en:

[http://www.researchgate.net/publication/237841789\\_Comunicar\\_jugando\\_Gamification\\_en\\_publicidad\\_y\\_relaciones\\_publicas](http://www.researchgate.net/publication/237841789_Comunicar_jugando_Gamification_en_publicidad_y_relaciones_publicas) Consultado el: 27/07/ 2015

Moreno Guerrero, A. (2011). *Movil Learning*. Disponible en:

<http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/fr/cajon-de-sastre/38-cajon-de-sastre/1026-movil-learning> Consultado el: 27/07/ 2015

Muñoz, D. (2012). Ingeniería didáctica: solución de problemas mediante sistema de ecuaciones lineales, con estudiantes de noveno grado. En Obando, Gilberto (Ed.), *Memorias del 13er Encuentro Colombiano de Matemática Educativa* (1085-1089). Medellín: Gaia.

Nielsen, J., Molich, R. (1990). Heuristic evaluation of user interfaces. In Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems (249-256). ACM.

Olson, D. (1998). *El mundo sobre el papel*. Barcelona: Gedisa.

Pea R.D., (1993) Prácticas de inteligencia distribuidas y diseños para la educación. En Salomon G. (comps), *Cogniciones distribuidas* (75-125). Buenos Aires: Amorrortu editores.

UNESCO (2013). Directrices de la UNESCO para las políticas de aprendizaje móvil. París, Francia: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.  
Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002196/219662S.pdf>. Consultado el: 27/07/ 2015.