

Uso de calculadoras en el aula: creencias de estudiantes de enseñanza secundaria

Edison De Faria Campos

Escuela de Matemática, Universidad de Costa Rica
edison.defaria@ucr.ac.cr

Resumen

El objetivo de la investigación es el de analizar las creencias de estudiantes de enseñanza secundaria, acerca del uso de calculadoras en el aula de matemática. Para ello se diseñó y validó un cuestionario con preguntas cerradas y abiertas, el cual se aplicó a una muestra de estudiantes de octavo y de décimo año de instituciones públicas y privadas de la educación secundaria costarricense. Entre los principales hallazgos, por lo general se cree que la calculadora es una herramienta útil, pero que puede convertirse en una amenaza si es mal utilizada, y que el profesor de matemática debería propiciar el uso de esta herramienta en el aula.

Palabras clave: Creencias, Calculadoras, Tecnologías Digitales, Aprendizaje de las Matemáticas.

Using calculators in the classroom: beliefs of secondary school students

Edison De Faria Campos

Escuela de Matemática, Universidad de Costa Rica

edison.defaria@ucr.ac.cr

Abstract

The purpose of this research is to analyze the beliefs of secondary school students about the use of calculators in the mathematics classroom. For it a questionnaire was designed and validated with closed and opened questions, which was applied to a students' sample of eighth and tenth year of public and private institutions of secondary education in Costa Rica. Among the main findings, in general it is believed that the calculator is a useful tool, but can become a threat if misused, and that the mathematics teacher should encourage the use of this tool in the classroom.

Keywords: Beliefs, Calculators, Digital Technologies, Learning of Mathematics

Introducción

Diversas investigaciones han puesto de manifiesto que el aspecto afectivo y las creencias personales acerca de las matemáticas juegan un papel fundamental en su enseñanza y aprendizaje. Además, ciertas creencias están fuertemente arraigadas en el sujeto y no son fácilmente desplazables mediante la instrucción (MCLEOD, 1988; 1992; 1994). Algunos hallazgos revelan que al ser expuesto a una tarea de matemática, un estudiante experimenta distintas reacciones emocionales que influyen en sus creencias y, recíprocamente, sus creencias influyen en su comportamiento en situaciones de aprendizaje y en su capacidad para aprender, haciendo con que la relación creencias aprendizaje sea cíclica (GÓMEZ-CHACÓN, 2000; SALOVEY; MAYER, 1990, MAYER; SALOVEY, 1997; GOLEMAN, 1996).

Este trabajo se enmarca en el proyecto de investigación desarrollado en Costa Rica: “Estructura de las creencias en matemáticas y el impacto de las tecnologías digitales en las creencias”. El objetivo del proyecto es el de analizar las creencias de los estudiantes de enseñanza secundaria acerca de la utilización de tecnologías digitales, particularmente las calculadoras, en el proceso de aprendizaje de las matemáticas. En este caso, se interesa responder a preguntas tales como: ¿Qué creen los estudiantes acerca del uso de las calculadoras en las lecciones de matemática? ¿Qué creen acerca del uso de las calculadoras en los exámenes de matemática? ¿Qué creen acerca de la actitud de su profesor hacia el uso de calculadoras en el aula?

Marco teórico

Para poder abordar las preguntas anteriores, fueron consultadas y analizadas investigaciones relacionadas con las creencias de una persona acerca de las matemáticas y del uso de herramientas digitales en el proceso de aprendizaje de las matemáticas.

Según Pehkonen y Torner (1996) “las creencias pueden tener un poderoso impacto en la forma en que los alumnos aprenden y utilizan las matemáticas y, por lo tanto, pueden ser un obstáculo su aprendizaje”. Agregan que, los alumnos que tienen creencias rígidas y negativas acerca de las matemáticas y su aprendizaje, fácilmente se convertirán en aprendices pasivos que enfatizarán la memoria sobre la comprensión. Además, argumentan que la influencia de las creencias sobre las prácticas actúan como: (a) un sistema regulador de la estructura de conocimiento

del sujeto, que actúa e influye fuertemente en su rendimiento; (b) un indicador de aspectos que no son directamente observables, pero que nos permite hacer inferencias sobre las experiencias escolares previas del estudiante o bien de su profesor; (c) una fuerza de inercia que resiste a cambios, es decir, cuando un conocimiento se opone a una creencia que se encuentra fuertemente arraigada, se puede producir un rechazo al nuevo conocimiento.

El estudiante, durante el proceso de aprendizaje de las matemáticas, recibe continuos estímulos que están íntimamente relacionados con las matemáticas, y que generan tensiones. La reacción emocional del estudiante está condicionada por sus creencias acerca de su propia persona y de las matemáticas. Para Gómez-Chacón (2000) las creencias están basadas en la experiencia, y a partir de las creencias que el estudiante transmite se puede obtener una buena estimación de sus experiencias de aprendizaje y del tipo de enseñanza recibida.

Por lo tanto, las creencias y la parte afectiva del sujeto (estudiante o docente) actúan como fuerzas de resistencia o bien impulsoras de la actividad matemática, que deben ser tomadas en cuenta si se desea mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

Para Schoenfeld (1992), el sistema de creencias es una de las cuatro categorías de conocimiento y comportamiento que aparecen involucrados en la actividad matemática de resolución de problemas. Él afirma que los sistemas de creencias de una persona son una visión particular del mundo matemático de la persona, la perspectiva con la cual la persona se aproxima a ella y pueden determinar la forma en que se enfrenta a un problema, los procedimientos que serán utilizados o descartados, el tiempo y la intensidad del trabajo que se realizará.

Es importante señalar que en la literatura, particularmente en el ámbito educativo, se encuentran varios conceptos que son considerados sinónimos de creencias, como por ejemplo: concepciones, ideas, actitudes y valores, juicios, opiniones, ideología, percepciones, sistemas conceptuales, preconcepciones, teorías implícitas, teorías explícitas, preferencias personales, inclinaciones, teorías personales, procesos mentales internos, estrategias de acción, principios prácticos, perspectivas, entre otros (PAJARES, 1992, GÓMEZ y VALERO, 1996).

Concuerdo con Ponte (1999) al argumentar que es difícil diferenciar entre creencia y concepción. Las creencias pueden ser vistas como verdades personales incontrovertibles que son idiosincrásicas, con mucho valor afectivo y componente evaluativo, además de residir en la memoria episódica (NESPOR, 1987). También pueden ser vistas como disposiciones a la acción y el factor

principal que determina el comportamiento en un contexto y situación específica (BOWN y COONEY, 1982). La mayoría de los autores concuerdan en que las creencias tienen un grado inferior de consenso y distintos grados de convicción (THOMPSON, 1992). Para Thompson las concepciones son una estructura mental general que abarca las creencias, los significados, conceptos, proposiciones, reglas, imágenes mentales, preferencias y gustos. Ponte está de acuerdo con esta postura pues afirma que las concepciones forman un constructo más general que puede ser utilizado para estudiar aspectos en los que la persona no parece sostener creencias sólidas. Por otro lado, él considera que las creencias se relacionan con la práctica y que forman parte del conocimiento del individuo.

Moreno y Azcárate (2003) definen creencias como “conocimientos subjetivos, poco elaborados, generados a nivel particular por cada individuo para explicarse y justificar muchas de las decisiones y actuaciones personales y profesionales vividas (...) no se fundamentan sobre la racionalidad, sino más bien en los sentimientos, experiencias y ausencia de conocimientos específicos del tema con el que se relacionan, lo que las hacen ser muy consistentes y duraderas para cada individuo”.

Gómez-Chacón (2003) asume una posición parecida a la mencionada anteriormente. Para ella las creencias son parte del conocimiento subjetivo, que permiten al individuo organizar y filtrar las informaciones recibidas y, de esta forma, construye su noción de realidad y su visión del mundo.

GREEN (1971), CALLEJO y VILA (2004) consideran distintos niveles de complejidad del sistema de creencias, en el caso específico de las matemáticas. Para ellos las creencias son un tipo de conocimiento subjetivo que se mantiene con diversos grados de convicción y de conciencia (las que se sostienen con más fuerza son centrales y las demás periféricas); no están aisladas unas de las otras, sino que se relacionan formando un sistema (el sistema de creencias); tienen un fuerte componente cognitivo que predomina sobre el afectivo y están ligadas a situaciones o contextos concretos; se distinguen de las concepciones por su contenido pues éstas se refieren a las ideas asociadas a conceptos matemáticos concretos, mientras que aquellas se refieren a las ideas asociadas a actividades y procesos matemáticos, es decir, a la forma de concebir el quehacer matemático, los sujetos que ejercen la actividad matemática, la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas; su origen puede residir en la experiencia, observación directa o en determinadas informaciones; su estructura da lugar a diversos grados de consistencia y estabilidad, lo que explica comportamientos y prácticas

contradictorias, así como las resistencias al cambio.

En esta relación creencias-matemáticas, Ernest (1989) menciona que las creencias tienen un impacto bastante significativo en la enseñanza de las matemáticas. Además señala tres componentes de las creencias del profesor de matemáticas: la perspectiva o concepción que tenga el profesor acerca de la naturaleza de las matemáticas; el modelo sobre la naturaleza de la enseñanza de la matemática y el modelo del proceso de aprendizaje en matemática. Él señala tres tipologías relacionadas con las creencias del profesor de matemáticas respecto a la naturaleza de las matemáticas: instrumentalista (visión de la matemática como caja de herramientas, lo que lo lleva a enfatizar reglas y procedimientos al enseñar); platónico (visión de la matemática como un cuerpo estático y unificado de conocimiento que se descubre, lo que lo lleva a enfatizar el significado matemático de los conceptos y la lógica de los procedimientos matemáticos); resolutor de problemas (visión dinámica de la matemática, como un campo de creación humana en continua expansión, un producto cultural no acabado cuyos resultados se mantienen abiertos a la revisión, lo que lo lleva a una posición de facilitador en la construcción del conocimiento matemático).

Esta propuesta de Ernest coincide con investigaciones documentadas por Thompson (1992) que señalan cómo los docentes difieren ampliamente en sus creencias acerca de la naturaleza y el sentido de las matemáticas. Las diferencias observadas van desde considerar la matemática como un cuerpo estático y unificado de conocimientos absolutos e infalibles, hasta considerarla como un campo de creación e invención humana en continua expansión.

Lo importante a resaltar aquí es que las creencias del profesor acerca de la naturaleza del conocimiento matemático y de los objetivos de la educación matemática determinan el modelo de enseñanza y de aprendizaje que el profesor adoptará, además del tipo de recursos que utilizará.

Considero en particular, que las creencias del docente acerca del uso de herramientas digitales para el aprendizaje de las matemáticas, también influyen en el modelo de enseñanza y de aprendizaje que éste adoptará y, además, que tales creencias funcionan como catalizadores que estimulan cambios en las creencias, principalmente las periféricas, de los estudiantes (DE FARIA, 2008).

También asumo que las creencias son parte del conocimiento subjetivo, pertenecen al dominio cognitivo y están compuestas por elementos afectivos, evaluativos y sociales formando un sistema, el sistema de creencias del individuo, un conjunto estructurado de grupos de visiones, concepciones, valores o

ideologías (axiología) que posee un individuo acerca del campo del conocimiento que enseña o que aprende (ontología), a los objetivos sociales de la educación en ese campo (teleología), a la manera como este conocimiento se aprende y/o se enseña (epistemología) y al papel que tiene algunos materiales de instrucción dentro del proceso de enseñanza y de aprendizaje (metodología).

Metodología de trabajo

La metodología contempló las siguientes etapas:

Primeramente se diseñó un cuestionario con preguntas cerradas y algunas abiertas, orientadas a identificar las creencias de los estudiantes acerca del uso de calculadoras en las lecciones de matemática. El cuestionario fue validado por un grupo de investigadores expertos y aplicado a dos grupos de estudiantes de la enseñanza secundaria en un colegio público costarricense. La información obtenida fue analizada y se procedió a hacer los cambios pertinentes en el cuestionario.

La versión final del cuestionario consta de 26 preguntas cerradas, en cada una de ellas se utiliza una escala de valoración que varía de 1 (totalmente en desacuerdo) a 5 (totalmente de acuerdo), y 6 preguntas abiertas (Anexo A).

El cuestionario fue aplicado en 9 colegios ubicados en distintas regiones educativas de Costa Rica, 5 de ellos en zona urbana y 4 en zona rural. De ellos únicamente uno es privado. En cada colegio seleccionamos al azar un grupo de octavo y uno de décimo año, excepto en uno de ellos en que el cuestionario fue aplicado a dos grupos de octavo y uno de décimo año. La selección de las instituciones educativas obedeció a dos criterios: la facilidad de acceso por algún miembro del equipo de investigación y la búsqueda de equilibrio entre instituciones ubicadas en zonas urbanas y en zonas rurales. El número de estudiantes por grupo varió entre 22 y 47 estudiantes. El número total de cuestionarios aplicados fue 631, y la distribución por institución y por sexo se describe en la tabla 1.

Tabla 1: Distribución por sexo de la población consultada

Institución	Octavo año (F)	Octavo año (M)	Décimo año (F)	Décimo año (M)	Total
Colegio Calasanz (Pr, U)	19	18	17	16	70
Liceo de Atenas (Pu, R)	14	18	17	16	65

Liceo de San Isidro (Pu, R)	23	24	19	18	84
Liceo Danilo Jiménez Veiga ¹ (Pu, R)	32	31	20	18	101
Liceo Experimental Bilingüe de Grecia (Pu, R)	19	16	13	20	68
Liceo J. J. Vargas Calvo (Pu, U)	16	14	12	12	54
Instituto Julio Acosta García (Pu, U)	13	9	27	10	59
Liceo de Pavas (Pu, U)	17	13	15	20	65
Colegio Gregorio José Ramírez (Pu, U)	19	11	15	20	35
Total	172	154	155	150	631

Código: F (Femenino), M (Masculino), Pu (Público), Pr (Privado), U (Urbano), R (Rural).
Fuente: Estadísticas del Proyecto Estructuras de Creencias en Matemática y el Impacto de las Tecnologías Digitales en las Creencias 2010.

Desarrollo y análisis de resultados

Para cada una de las 6 preguntas abiertas contenidas en el cuestionario se determinó las categorías de análisis correspondientes, tomando en cuenta las respuestas dadas por los estudiantes. La pregunta abierta de interés para este artículo es la número 32, y las categorías de análisis encontradas en la información recolectada se encuentran en la tabla 2. Es importante señalar que en un primer análisis fueron determinadas cerca del doble de las categorías de la tabla. Fue un ejercicio de análisis, reflexión y de revisiones de la información obtenida lo que posibilitó una reducción del número de categorías y la determinación del nombre más adecuado para cada categoría.

Tabla 2: Categorías de análisis obtenidas para la pregunta 32

Pregunta	Categorías de análisis
32. Para mí las calculadoras son	Peligrosas (usarlas con cuidado) Importantes Extremadamente necesarias Dañinas Prohibidas Neutrales

Fuente: Estadísticas del Proyecto Estructuras de Creencias en Matemática y el Impacto de las Tecnologías Digitales en las Creencias. 2010.

Las preguntas cerradas del cuestionario aplicado y de interés para este

artículo son las que siguen:

Tabla 3: Preguntas cerradas de interés

Número	Pregunta
22	La mayoría de problemas y ejercicios se pueden resolver utilizando calculadora.
23	Si aprendo a utilizar calculadora obtendré una buena nota en los exámenes del Ministerio.
24	Las calculadoras afectan negativamente el aprendizaje de las matemáticas
25	Las calculadoras son importantes solamente para comprobar respuestas y realizar cálculos tediosos.
26	Mi profesor de matemática debería propiciar el uso de calculadoras pues esta tecnología será muy importante para mi futuro profesional.

Fuente: Estadísticas del Proyecto Estructuras de Creencias en Matemática y el Impacto de las Tecnologías Digitales en las Creencias. 2010.

Para tabular la información recolectada en los cuestionarios se utilizó el software libre Census and Survey Processing System (CSPPro). Este software es muy adecuado para editar y tabular grandes cantidades de datos, y por ello es que es utilizado para digitar datos del censo poblacional en los Estados Unidos. Otra ventaja es que permite guardar la información tabulada en formato Excel para un posterior análisis (en Excel o bien en otro software estadístico).

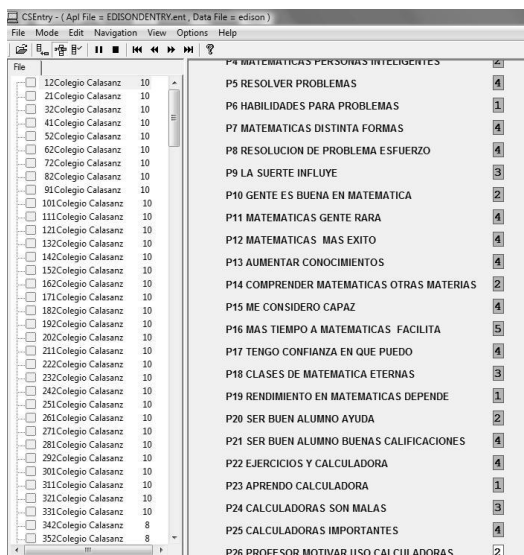
El CSPPro permite un máximo de tres categorías por pregunta abierta, para cada cuestionario. Se agregó la categoría número cero, que corresponde a NR (no responde). La figura que sigue presenta una pantalla capturada.

Figura 1. Digitación de las categorías de análisis con el software libre CSPPro

En la figura 1 las respuestas del estudiante para la pregunta abierta número 32 caen dentro de las categorías de análisis relacionadas con las creencias de que las calculadoras son peligrosas pero importantes.

Para las preguntas cerradas, simplemente se digita el número correspondiente a la selección del estudiante. También agregamos la opción cero para NR (no responde). De esta forma, la escala de valoración para las preguntas cerradas es: 0: NR (no responde); 1: totalmente en desacuerdo, 2: en desacuerdo, 3: ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4: de acuerdo, 5: totalmente de acuerdo.

Figura 2: Digitación correspondiente a preguntas cerradas con el software libre CSPro



Las valoraciones de los estudiantes para las preguntas cerradas son dadas en la Tabla 3.

Tabla 3: Valoraciones de las preguntas cerradas

Pregunta	No Responde	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La mayoría de problemas y ejercicios se pueden resolver utilizando calculadora	10	30	79	185	188	139
Si aprendo a utilizar calculadora obtendré una buena nota en los exámenes del Ministerio	10	79	54	196	129	163
Las calculadoras afectan negativamente el aprendizaje de las matemáticas	10	205	84	198	67	67
Las calculadoras son importantes solamente para comprobar respuestas y realizar cálculos tediosos.	0	54	67	198	168	144

Mi profesor de matemática debería propiciar el uso de calculadoras pues esta tecnología será muy importante para mi futuro profesional.	3	62	45	215	151	155
---	---	----	----	-----	-----	-----

Fuente: Estadísticas del Proyecto Estructuras de Creencias en Matemática y el Impacto de las Tecnologías Digitales en las Creencias. 2010.

Se observa que cerca del 52% de los estudiantes está de acuerdo en que la mayoría de problemas y ejercicios se pueden resolver utilizando calculadora. Es muy probable que esto se debe a que los ejercicios son bastante rutinarios y que demandan únicamente procedimientos algorítmicos.

El 46% está de acuerdo, contra un 21% en desacuerdo, en que la calculadora servirá de apoyo en los exámenes nacionales de matemática, que son elaboradas por el Ministerio de Educación Pública y son obligatorias para la conclusión de la enseñanza secundaria. Investigaciones revelan que los estudiantes dependen mucho de la calculadora para realizar dicho examen.

El 45% está de desacuerdo, contra 21% que está de acuerdo, en que las calculadoras afectan negativamente el aprendizaje de las matemáticas. La mitad de los estudiantes creen que las calculadoras son importantes solamente para comprobar respuestas y realizar cálculos tediosos. Esto concuerda con la creencia de que la mayoría de problemas y ejercicios se pueden resolver utilizando calculadora.

Casi la mitad de los estudiantes creen que su profesor de matemática debería propiciar el uso de calculadoras pues esta tecnología será muy importante para mi futuro profesional. Sólo el 17% está en desacuerdo con esta valoración.

Para las preguntas abiertas, las apreciaciones de los estudiantes fueron ubicadas en las categorías de análisis, de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 4: Ubicación de las creencias de los estudiantes en las categorías de análisis

Categoría	Número de estudiantes
Peligrosas	154
Importantes	356

Extremadamente necesarias	103
Dañinas	105
Prohibidas	8
Neutrales	96

Fuente: Estadísticas del Proyecto Estructuras de Creencias en Matemática y el Impacto de las Tecnologías Digitales en las Creencias 2010.

Algunas respuestas fueron clasificadas en varias categorías. Por ejemplo, un estudiante podría responder que la calculadora es una importante pero que tiene que ser utilizada con cuidado (peligrosa).

A manera de ejemplos, transcribo algunas de las respuestas dadas, para cada una de las seis categorías.

Tabla 5: Selección de respuestas dadas por los estudiantes para cada categoría

Categorías	Respuestas
Peligrosas (usarlas con cuidado)	Son útiles pero ahora sólo con calculadora enseñan y eso hace al alumno más vago y más dependiente de los aparatos. Son importantes, buenas ayudas en los exámenes pero solo se deberán usar cuando uno sabe todo, sólo es para ayuda y hacer todo más rápido, aunque también hace vagabunda la mente porque la calculadora lo hace todo y la mente de uno no la usa. Eficientes para certificar resultados pero no para hacer los problemas o ejercicios. Un artefacto que ayuda a realizar operaciones matemáticas, pero que nos hace dependientes a ellas. Son importantes pero siempre he creído que provocan como un tipo de adormecimiento en el cerebro porque ella piensa por uno. Útiles para comprobar resultados pero son malas pues crean dependencia y luego se hace difícil para las personas realizar cálculos mentales. Nos ayuda en algunas cosas pero algunos estudiantes las ocupan para copiar en exámenes y eso nos perjudica. Algo útil pero no siempre nos debemos atener a la ciencia y a la tecnología, siempre debemos despertar nuestra inteligencia. Necesarias, pero uno también debe aprender a no vivir con tecnología todos los días. Útiles pero no me gustan. No quiero depender de las calculadoras.

Importantes (apoyo, ayuda)	Una gran utilidad porque en lo personal uno podría realizar los mismos ejercicios en tiempo más reducido, además yo pienso que todos los pasos son muy aburridos y tediosos y con calculadora sería más fácil. Útil para comprobar resultados. Importante para cálculos tediosos. Ahorra el tiempo.
Extremadamente necesarias	Un milagro! Son demasiado importantes para la vida cotidiana y para los exámenes de mate cuando entiendo un poco lo que tengo que hacer. Muy importantes ya que ayudan para poder pasar más fácil el año sin mucho esfuerzo. Demasiado necesarias, son muy útiles, agilizan mi trabajo y me hacen sentir capaz! Lo máximo, la mayoría de veces me salvan la vida. Lo mejor que pueden haber inventado. Muy importantes ya que nos ayudan a no tener que pensar más de la cuenta. De gran utilidad para todos porque gracias a ella podemos salir mejor en los exámenes. El mejor invento del hombre! Es lo máximo tener una calculadora. Ojalá las dejaran usar en los exámenes. Yo no podría vivir sin una calculadora. Son muy buenas porque cuando uno tiene alguna duda de algún problema en lugar de estar pensando y pensando nada más escribe y la respuesta en unos segundos.
Dañinas	Una forma de aprender a no usar la mente. Solo estupideces y vagancia para no pensar. Los atrofia. De hecho tengo una prima que no puede multiplicar 14 por 10 = 140, o sea solo es agregarle el cero. La gente se hace esclava de la calculadora. Caras y feas. Inservibles. Nunca las uso. Son tontas. Malas. No necesarias. Solamente se usan por personas que no le interesa un bienestar en su estudio.
Prohibidas	Mi profesor no nos deja usarla. Es prohibido usarla en el examen. No podemos usarlas en el aula. Muy buenas pero el profe dice que con calculadoras no sirve, a uno es el que le va mal. Buenas, pero el profesor no las permite. Útiles en matemática, pero a los profesores no les gusta usarla, como hay estudiantes que a veces no les da el cerebro para resolver alguna operación.
Neutrales	No me va ni me viene. Me da igual con o sin ellas. Depende del tema. A veces la uso y a veces no. Ni buena ni mala, depende de lo que hay que hacer. Es simplemente un aparato más.

Fuente: Estadísticas del Proyecto Estructuras de Creencias en Matemática y el Impacto de las Tecnologías Digitales en las Creencias. 2010.

La mayoría de los estudiantes (más del 70%) cree que la calculadora es útil, importante, sirve de apoyo en sus prácticas de matemáticas o en los exámenes y, para algunos, produce seguridad. Además, por la pregunta 26, más de la mitad cree que su profesor debería permitir el uso libre de las calculadoras en el aula. También es importante resaltar que una cantidad significativa de los estudiantes cree que las calculadoras provocan más daños que beneficios, y que pueden ser un obstáculo para el aprendizaje.

Conclusiones

Los hallazgos concuerdan con investigaciones realizadas en cuanto a creencias relacionadas con el uso de calculadoras. En particular, la creencia de los estudiantes acerca de la importancia y utilidad de las calculadoras así como su potencial para influir en las matemáticas que se aprenden coincide con el principio de la tecnología, formulado como un estándar por el NCTM (2000): “La tecnología es esencial en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Tiene influencia en la matemática que se enseña y mejora el aprendizaje de los estudiantes”.

Para Moreno (2002) los sistemas de representación utilizados en las calculadoras, especialmente en las que tienen facilidades para graficar o de hacer cálculos simbólicos, sirven para registrar datos y para ampliar la capacidad del procesamiento de la mente humana, de tal forma que la tecnología digital se convierte en nuestro socio cognitivo. Los sistemas ejecutables de representación realizan funciones cognitivas que anteriormente eran privativas de los seres humanos y potencializa la resolución de problemas desde distintos enfoques cognitivos.

Por otro lado, el hecho de que únicamente el 17% de los estudiantes consultados está en desacuerdo con que su profesor de matemática propicie el uso de calculadoras en el aula (pregunta 26), concuerda con resultados obtenidos en investigaciones anteriores (DE FARIA, 2003). En esta investigación se aplicó un cuestionario a 640 docentes de matemática de la enseñanza secundaria costarricense y se encontró que solamente el 6% de los docentes consultados no utilizan calculadoras en sus lecciones de matemática. En esta misma investigación se comprobó que cerca del 80% de los docentes utilizan las calculadoras para resolver ejercicios, rutinarios por lo general. Casi ninguno de ellos utiliza la

calculadora para explorar, experimentar, realizar simulaciones o programar. Es muy probable que esta estrategia refuerce las creencias de gran parte de los estudiantes de que las calculadoras son importantes solamente para comprobar respuestas y realizar cálculos tediosos y que la mayoría de problemas y ejercicios se pueden resolver utilizando calculadora.

Es importante resaltar que el uso masivo de las calculadoras (científicas) por los docentes de matemática de la enseñanza secundaria se debe a que, de acuerdo a las políticas del Ministerio de Educación Pública de Costa Rica, dichos instrumentos pueden ser utilizados en los exámenes nacionales de bachillerato. Como se mencionó anteriormente, estos exámenes son obligatorios para que el estudiante pueda obtener el certificado de conclusión de la enseñanza secundaria. Aunque los estudiantes que respondieron al cuestionario no se encuentran en esta etapa, pareciera que la situación corrobora el alto porcentaje encontrado acerca de la creencia de que “si aprendo a utilizar calculadora obtendré una buena nota en los exámenes del Ministerio”. En el cuaderno de examen de bachillerato se lee la siguiente información general:

Para resolver la prueba, usted debe contar con un folleto que contiene 60 ítemes de selección, una tabla de valores de las funciones trigonométricas, un bolígrafo de tinta negra o azul, corrector de líquido blanco, calculadora (opcional) básica o científica no programable y una hoja para respuestas.

Por lo anterior, las calculadoras científicas se han convertido en instrumentos fundamentales en el proceso de enseñanza y de aprendizaje de las matemáticas en la educación secundaria costarricense y que, lamentablemente, una cantidad bastante significativa de docentes de matemática entrenan a sus estudiantes en el uso de dichas calculadoras para que logren aprobar los exámenes de bachillerato, sin que estos tengan una clara comprensión de los conceptos involucrados. Esto perjudica el desarrollo de competencias matemáticas y magnifica la importancia del uso, incorrecto pienso, de las calculadoras, lo que se aprecia en algunas afirmaciones dadas por los estudiantes: “Un milagro! Son demasiado importantes para la vida cotidiana y para los exámenes de mate cuando entiendo un poco lo que tengo que hacer”; “El mejor invento del hombre! Es lo máximo tener una calculadora. Ojalá las dejaran usar en los exámenes. Yo no podría vivir sin una calculadora”.

Lo curioso es que una cantidad muy similar de estudiantes manifestaron una postura opuesta a la de los estudiantes que están fascinados por las calculadoras. Ellos miran las calculadoras, o su uso incorrecto, como una amenaza para el

aprendizaje de las matemáticas. Frases como “una forma de aprender a no usar la mente” o “solo estupideces y vagancia para no pensar. Los atrofia”, revelan una opinión bastante radical acerca del uso de estos instrumentos.

Existe otro grupo que es más moderado que reconoce la importancia de un uso racional de las calculadoras. Usarlas únicamente cuando sean necesarias y no crear dependencia de ellas. Es claro que esto demandaría una cuidadosa planificación de parte del docente, selección de problemas pertinentes, utilización de distintas estrategias metodológicas, abrir espacios para el trabajo individual y grupal de los estudiantes.

El hallazgo que considero más importante, tiene que ver con la influencia de las creencias del docente sobre las creencias de sus estudiantes. La mayoría de los estudiantes que manifestaron una opinión muy optimista acerca del uso de las calculadoras tenían profesores que pensaban de la misma forma mientras que, por lo general, aquellos que rechazaban el uso de dichos instrumentos tenían profesores que resistían utilizarlos en el aula y que, además, manifestaban públicamente su rechazo. Algunos estudiantes simplemente repetían lo que su profesor afirmaba en el aula: las calculadoras son tontas, son malas, no te dejan pensar.

Es importante continuar con la investigación, procurando profundizar los aspectos analizados en este trabajo, principalmente mediante observaciones en el aula y entrevistas a profundidad a estudiantes seleccionados y a sus respectivos profesores. Sería interesante poder analizar y comparar las respuestas según género y por región (urbana y rural). Otro aspecto interesante sería investigar las características de los docentes de los estudiantes consultados: tipo de formación, edad, concepción acerca del uso de calculadoras y creencias acerca de lo que son las matemáticas.

Referencias

BROWN, C. A.; COONEY, T. J. Research on teacher education: A philosophical orientation. *Journal of Research and Development in Education*. v. 15, n. 4, p. 13-18, 1982.

CALLEJO, M.; VILA, A. **Matemáticas para aprender a pensar**: El papel de las creencias en la resolución de problemas. Madrid: Nancea, 2004.

DE FARIA, E. Uso de tecnologías digitales en la educación matemática en Costa Rica. **Heredia: Revista Uniciencia**, v. 20, n. 1, p. 135-145, 2003.

DE FARIA, E. Creencias y matemáticas: un estudio de casos. En LESTÓN, P. (Ed.). **Acta Latinoamericana de Matemática Educativa**. México, DF: Colegio Mexicano de Matemática Educativa A. C. y Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A. C., v. 21, 2008, p. 159-168.

ERNEST, P. The knowledge, beliefs and attitudes of the mathematics teacher: a model. **Journal of Education for Teaching**, v. 15, n. 1, 1989. p. 13-33.

GOLEMAN, D. **Inteligencia emocional**. Barcelona: Kairos, 1996.

GÓMEZ-CHACÓN, I. **Matemática emocional: los afectos en el aprendizaje matemático**. Madrid: Nancea, 2000.

GÓMEZ-CHACÓN, I. La tarea intelectual en matemáticas: afecto, meta-afecto y los sistemas de creencias. **Boletín de la Asociación Matemática Venezolana**, v. X, n. 2, p. 225-247, 2003.

GÓMEZ, P.; VALERO, P. Calculadoras gráficas y precálculo: el impacto en las creencias del profesor. En GÓMEZ, P.; MESA, V.; CARULLA, C.; VALERO, P.; GÓMEZ, C. (Eds.) **Situaciones problemáticas de precálculo: el estudio de funciones a través de la exploración con calculadoras gráficas**. México: Iberoamérica, 1996.

GREEN, T. **The activities of teaching**. New York: McGraw-Hill, 1971.

MAYER, J.D.; SALOVEY, P. What is emotional intelligence? En SALOVEY, P.; SLUYTER, D. (Eds.). **Emotional development and emotional intelligence: Implications for educators**. New York: Basic Books, 1997. p. 3-31.

MCLEOD, D. B. Affective issues in mathematical problem solving: Some theoretical considerations. **Journal for Research in Mathematics Education**, v. 19, p. 134-141, 1988.

MCLEOD, D. B. Research on affect in mathematics education: A reconceptualization. En GROWS, D. A. (Ed.). **Handbook of Research on mathematics Teaching and Learning**. New York: Macmillan, 1992. p. 575-598.

MCLEOD, D. B. Research on affect and mathematics learning in the JRME: 1970 to the present. **Journal for Research in Mathematics Education**, v. 25, n. 6, p. 637-647, 1994.

MORENO, M., AZCÁRATE, G. Concepciones y creencias de los profesores universitarios de matemáticas acerca de la enseñanza de las ecuaciones diferenciales. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 21, n. 2, p. 265-280, 2003.

MORENO, L. **Evolución y tecnología**. Memorias del Seminario Nacional Formación de Docentes sobre el uso de nuevas tecnologías en el aula de matemáticas. Colombia: Ministerio de Educación Nacional, 2002.

NCTM National Council of Teachers of Mathematics. **Principles and Standards for School Mathematics**. Reston, VA: NCTM, 2000.

NESPOR, J. The role of beliefs in the practice of teaching. **Journal of Curriculum Studies**, v. 19, n. 4, p. 317-328, 1987.

PAJARES, M. Teachers' beliefs and educational research: cleaning up a messy construct. **Review of Educational Research**, v. 62, n. 3, p. 307-332, 1992.

PEHKONEN, E.; TORNER, G. Mathematical beliefs and different aspects of their meaning. **ZDM**. v. 96, n. 4, p. 101-108, 1996.

PONTE, J. Las creencias y concepciones de maestros como un tema fundamental en formación de maestros. En KRAINER, K.; GOFFREE, F. (Eds.) **On research in teacher education: From a study of teaching practices to issues in teacher education**. Osnabrück: Forschungsintitut für Mathematikdidaktik, 1999. p. 43-50. Disponible en: < <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-sp/Las%20creencias.pdf>>. Obtenido el: 12 de mayo de 2011.

SALOVEY, P.; MAYER, J. Emotional intelligence. **Imagination, Cognition and Personality**, v. 9, n.3, p. 185-211, 1990.

SCHOENFELD, A. **Learning to think mathematically**: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. New York: MacMillan Publishing Company, 1992.

THOMPSON, A. Teachers' beliefs and conceptions: a síntesis of the research. En GROUWS, D. (Ed.). **Handbook of research on mathematics teaching and learning**. New York: Macmillan, 1992. p. 127-146.

Recebido em outubro de 2011

Aprovado em novembro de 2011

Apéndice A

Cuestionario aplicado
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA (UCR)
UNIVERSIDAD ESTATAL A DISTANCIA (UNED)
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: ESTRUCTURA DE LAS CREENCIAS EN
MATEMÁTICA Y EL IMPACTO DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LAS
CREENCIAS.

Parte I. Selección Única

Instrucciones. A continuación se le presentan proposiciones relacionadas con la Matemática. Marque con una “X” el círculo que se encuentra en la columna de valoración, de acuerdo a la opinión que usted tenga de cada una de las proposiciones. Para ello utilice: la siguiente escala:

- 1 = totalmente de acuerdo
- 2 = de acuerdo
- 3 = ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4 = en desacuerdo
- 5 = totalmente en desacuerdo

No.	Proposición	Valoración
1	Las Matemática son útiles y necesarias en todos los ámbitos de la vida.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ 1 2 3 4 5
2	Las Matemática son difíciles y aburridas.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ 1 2 3 4 5
3	En Matemática se deben memorizar los conceptos y las fórmulas.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ 1 2 3 4 5

4	Las Matemática son para personas inteligentes y creativas.	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
5	Si se sabe resolver los problemas que el profesor realiza en clase es posible resolver cualquier otro similar con los datos cambiados. Las habilidades para resolver un problema están relacionadas con las habilidades para resolver problemas en la vida cotidiana. En Matemática se pueden buscar distintas formas de resolver un ejercicio o problema.	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
6	La resolución de un problema exige esfuerzo y paciencia.	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
7	La suerte influye a la hora de resolver un ejercicio o un problema matemático.	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
8	La gente que es buena en Matemática no tiene que gastar tiempo resolviendo un problema.	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
9	La gente a la que le gustan las Matemática suele ser un poco rara.	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
10	Dominar las Matemática me permitirá tener éxito en los estudios posteriores.	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
11	El aumentar mis conocimientos matemáticos me hará sentir una persona competente en la sociedad.	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
12	Si no comprendo Matemática difícilmente podré asimilar otras materias relacionadas con ellas como Física o Química.	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
13	Me considero capaz y hábil en Matemática.	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
14	Cuando dedico más tiempo a Matemática se me facilita resolver ejercicios y problemas.	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

17	Siempre tengo confianza en que puedo resolver un problema.	1 2 3 4 5
18	Las clases de Matemática son eternas y pesadas.	1 2 3 4 5
19	Mi rendimiento en Matemática depende en gran medida de la actitud del profesor hacia mí	1 2 3 4 5
20	Ser buen alumno en Matemática ayuda a ser mejor valorado por los demás.	1 2 3 4 5
21	Ser buen alumno en Matemática es obtener buenas calificaciones en los exámenes de Matemática.	1 2 3 4 5
22	La mayoría de problemas y ejercicios se pueden resolver utilizando calculadora.	1 2 3 4 5
23	Si aprendo a utilizar calculadora obtendré una buena nota en los exámenes del Ministerio.	1 2 3 4 5
24	Las calculadoras afectan negativamente el aprendizaje de las Matemática	1 2 3 4 5
25	Las calculadoras son importantes solamente para comprobar respuestas y realizar cálculos tediosos	1 2 3 4 5
26	Mi profesor de matemática debería propiciar el uso de calculadoras pues esta tecnología será muy importante para mi futuro profesional	1 2 3 4 5

Parte II. Completar.

Instrucciones. Conteste cada una de las siguientes preguntas de acuerdo con su **opinión**:

27. La Matemática es:

28. La clase de Matemática es:

29. Mi profesor de Matemática es:

30. Saber Matemática es:

31. Mis capacidades en matemática son:

32. Las calculadoras son:

Gracias por su colaboración.