

# LA RELACIÓN BILATERAL 'ESTUDIANTE-TECNOLOGÍA' UN ESTUDIO DE CASO CUALITATIVO



STUDENT-TECHNOLOGY BILATERAL RELATIONSHIP.  
A CASE STUDY FROM THE QUALITATIVE PERSPECTIVE.

A RELAÇÃO BILATERAL "ESTUDANTE-TECNOLOGIA"  
UM ESTUDO DO CASO QUALITATIVE

GUALBERTO TORREALBA  
gualbertot@hotmail.com  
FERNANDO CASTRO  
fercasgu@hotmail.com  
Universidad Pedagógica Experimental Libertador UPEL  
Maturín, estado Monagas, Venezuela

Fecha de recepción: 22 de octubre de 2009  
Fecha de revisión: 23 de octubre de 2009  
Fecha de aceptación: 15 de junio de 2010



## Resumen

Esta investigación confirma el hecho de que las tecnologías que se utilizan en la resolución de problemas matemáticos influyen en el tipo de razonamiento y en la forma de abordarlos y que, además, la tecnología utilizada habitualmente condiciona e influye en la forma en cómo los estudiantes conciben la Matemática. Como método de investigación se utilizó el estudio de caso cualitativo con una unidad de análisis de casos múltiples.

**Palabras clave:** tecnología, cognición, enseñanza de la matemática, estudio de caso cualitativo.

## Abstract

*This paper goes through the technology used for solving math-related problems and how this technology has effects on problem reasoning and solving as well as influence on students in the way they understand Mathematics. A multiple-case study analysis based on the qualitative paradigm was used as research method.*

**Keywords:** Technology, Cognition, Mathematics Teaching, Qualitative Study-Case.

## Resumo

*Isto a investigação confirma o fato que as tecnologias que são usadas na definição da influência matemática dos problemas no tipo de raciocínio e do formulário os aproximar e que, além, as condições e as influências habitually usadas da tecnologia no formulário em como os estudantes conceive matemático. Porque o método da investigação foi usado o estudo de qualitative encaixote com uma unidade da análise de casos múltiplos.*

**Palavras chave:** tecnologia, cognição, instrução da matemática, estudo de caso qualitativo.

## INTRODUCCIÓN



En esta época es frecuente y seguramente ineludible el contacto a diario con tecnologías: informáticas, computacionales, de comunicación o de cualquier otra índole. En el ámbito educativo las tecnologías forman parte del quehacer diario del docente: libros, pizarras, papeles, lápices, computadoras, técnicas de evaluación, métodos pedagógicos, las estructuras mismas de las escuelas, entre otras. Si observamos nuestro alrededor notamos que casi todo es tecnología. La razón radica en que la técnica es el hacer del hombre. La expresión, por ejemplo, “nuevas tecnologías en educación” es totalmente ambigua, ya que puede referirse a lo “nuevo” de la tecnología en sí o la forma de aplicación o integración en el ámbito educativo; y, además, no especifica a qué tecnología se está haciendo referencia. En este caso, es preferible especificar: tecnología computacional, herramienta informática, tecnologías de información y comunicación, entre otras.

Preguntarse ¿qué es la técnica?, ¿qué es la tecnología?, ¿cómo influyen en el entorno social, cultural y en la forma de pensar, actuar y valorar? es adentrarse en una interesante búsqueda que podría cambiar la visión acerca de este tema y, más aún, en el caso de los docentes, quizás cree nuevas expectativas y retos de exploración acerca de cómo influyen diferentes tecnologías en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Las tecnologías que utilizamos forman parte de nuestra concepción del mundo y de cómo nos relacionamos con éste; de nuestra cultura y, en consecuencia, de los conocimientos, experiencias, valores y lenguajes que usamos.

Un recorrido sobre los antepasados de la técnica sugiere preguntas tales como: cuán vieja es y en qué contexto aparecen las primeras tecnologías.

Se presume que la técnica tuvo sus orígenes en los albores de la humanidad ya que ella supone una característica inmanente del ser humano:

*La técnica surge en nuestro planeta hace miles de años con la aparición del hombre, un ser viviente débil pero inteligente, quien con palos y piedras alarga y fortalece sus manos y sus piernas (Morles, 2002, p. 16).*

“Para el arqueólogo, la aparición del hombre sobre la tierra ha quedado señalada por los utensilios o tecnologías que utilizó” (Childe, 1967, p. 64). De acuerdo a este autor, las tecnologías o herramientas más antiguas que se conocen están relacionadas con las hachas manuales de piedra encontradas en África, en el Este de Asia y en Europa. Éstas, se presume, fueron elaboradas hace unos 250.000 años y sirven para definir el comienzo de la edad de piedra. Los primeros fabricantes de herramientas fueron grupos nómadas de cazadores que usaban las caras afiladas de la piedra para cortar su comida y fabricar ropa y tiendas. Alrededor del año 100.000 a.C., las cuevas de los homínidos, ancestros de los hombres modernos, contenían hachas ovaladas, rascadores, cuchillos y otros instrumentos de piedra dando muestras de que el “hacha de mano original” se había convertido en una herramienta para fabricar otras herramientas.

Técnica y tecnología siempre van de la mano porque una es consecuencia de la otra; la tecnología es la materialización o concreción de la técnica o del pensamiento técnico. Algunas de las formas más conocidas son:

- Tecnologías físicas: máquinas, dispositivos, actualmente abundan las de composición electrónica. Las tecnologías de información y comunicación (TIC) son tecnologías de esta naturaleza, por citar un caso particular.
- Tecnologías sociales: estrategias de guerra, formas de esclavitud, marketing, mecanismos de sondeos de opinión, entre otras.

Ocasionalmente, también encontramos el término tecnicismo, el cual alude al método intelectual que opera en la creación técnica (Ortega y Gasset, 1967, p. 96).

## 1. NOCIÓN DE LA TÉCNICA

Dar una definición clara y precisa de la técnica no es un trabajo fácil, de hecho, la pregunta “qué es la técnica”

es una interrogante que requiere un abordaje filosófico y, es prudente aclarar, que la intención de este trabajo no es ésa. Sin embargo, a continuación, se ha hecho un intento de expresar con cierto rigor el significado de la misma.

El diccionario de la real academia española define técnica como:

*La técnica, del griego tekhné, significa arte o habilidad práctica. En su primera acepción como sustantivo, este término designa un conjunto de habilidades y procedimientos que siguen ciertas reglas establecidas y más o menos codificadas para hacer algo en función de un determinado fin. En este sentido, es el conjunto de procedimientos utilizados en un oficio o en un arte. Como adjetivo, se refiere a todo lo que es relativo a las actividades de estos oficios o artes.*

De manera que, técnica -*tekhné*- es una palabra de origen griego que posteriormente se tradujo al latín como *ars* -arte-. En general, según Cortés y Martínez (1996), el término técnica se aplicaba a todo aquello que seguía una serie de reglas o de procedimientos para conseguir algún fin determinado. Así, podría hablarse de una *tekhné* (arte) de la navegación o de una *tekhné* de gobierno. En este mismo sentido aún se emplea la expresión: arte de navegar, arte de gobernar. Este hacer del hombre quedó también plasmado en la palabra «artesano».

La técnica es una forma especial de “saber” con la que el hombre se establece en el mundo. En el episodio I (The Dawn of Man -Los albores de la humanidad-) de la película “2001: una odisea del espacio” de Stanley Kubrick (1968), se hace una representación de cómo la técnica pudo haberse gestado en los inicios de la humanidad y se muestra cómo un hueso en manos de un homínido se convierte en una de las principales herramientas o tecnologías para aquel entonces. En ese segmento de la película, un homínido adquiere aires de grandeza por haber encontrado una tecnología que le da poder: un hueso. El motivo por el que se libra una batalla entre ellos es la de tener posesión de un pequeño caudal de agua o riachuelo en una zona árida y él, al igual que el resto de su grupo, todos armados con sendos huesos, ganan la batalla y se apoderan del pequeño curso de agua. Al percatarse de este triunfo, el homínido lanza al aire el hueso en señal de victoria y éste se transforma progresivamente, a través de una ingeniosa parábola visual, en una nave espacial, presagiando la evolución de la especie humana siempre al lado de la técnica.

En este orden de ideas, Ortega y Gasset, afirma “No hay hombre sin técnica” (1967, p. 39). Él abordó el problema de la técnica desde una perspectiva antropológica,

señalando que, gracias a la relación que se establece entre el hombre y la técnica, se puede descubrir la verdadera y auténtica constitución del ser humano. No adopta, por tanto, una actitud de repulsión y temor frente a ella sino más bien de aceptación como un poderoso instrumento que conduce a una mejor asimilación del mundo. Un hombre sin técnica, es decir, sin reacción contra el medio, no es un hombre:

*... el hombre, merced a su don técnico, hace que se encuentre siempre en su derredor lo que ha menester; crea, pues, una circunstancia nueva más favorable, segrega, por decirlo así, una sobrenaturalidad adaptando la naturaleza a sus necesidades. La técnica es lo contrario de la adaptación del sujeto al medio, puesto que es la adaptación del medio al sujeto (Ortega y Gasset, 1967, p. 29).*

Se entiende aquí que, cuando Ortega y Gasset se refiere a “necesidad humana”, abarca indiferentemente lo primordialmente necesario y también lo superfluo, enfatizando el hecho de que hombre, técnica y bienestar son, en última instancia, sinónimos (1967, p. 34).

Por otro lado, Heidegger sostiene que: “En todas partes estamos encadenados a la técnica sin que nos podamos librar de ella, tanto si la afirmamos apasionadamente como si la negamos” (1994, p. 9). Cuando preguntamos qué es la técnica, realmente, dice Heidegger (1994, pp. 9-10), estamos preguntando cuál es la esencia de la técnica. No es en modo alguno nada técnico –prosigue Heidegger– sino que es algo que está en todo lo técnico. Suele entenderse la técnica como un hacer instrumental del hombre orientado hacia determinado fin: crear, disponer y utilizar objetos. Sin embargo, esto no es la esencia propiamente dicha de la técnica, sino que pertenece a la definición instrumental y antropológica de la técnica. La técnica ha evolucionado a lo largo de la historia de la humanidad: desde los pequeños talleres artesanales hasta las grandes fábricas de producción industrial; desde el descubrimiento de la electricidad hasta el gran acelerador de partículas con el que se pretende recrear el Big Bang; desde la invención de la electrónica hasta las complejas tecnologías de información y comunicación. Lo que está claro es que la técnica es un hacer del hombre.

Es cierto que el acelerado camino de la técnica, lleno de sobresaltos, ha estado enrumbo a hacer de la existencia un panorama cada día más artificial y, dentro de su afán, ha provocado destrucciones masivas, sólo basta recordar el 6 de agosto de 1945, cuando una masa de uranio, seguramente más pequeña que una nuez, devastó la ciudad de Hiroshima; y, tres días después, pasó algo similar con Nagasaki. No obstante, a pesar de esta aberración en el uso de la técnica, ella es, en sí misma, una empresa con

decisivo sentido humano porque la incesante búsqueda técnica es sin lugar a dudas nuestra forma de vida, no un auxilio ocasional para lograr tal o cual objetivo deseable:

*Si de veras un ser humano pudiese salirse completamente del empeño técnico, no volvería por fin al seno armonioso de la naturaleza sino que traicionaría a la suya, como un castor que se negase a construir presas en los ríos o una abeja que se declarase en huelga de panales caídos: sería el colmo de lo antinatural (Savater, 2003, pp. 94,95).*

El lenguaje, por ejemplo, es la tecnología esencial a través de la cual la humanidad se ha transformado a lo largo de los años. Y éste, precisamente, dice Savater (2003, p. 92), es la institución humana por excelencia y de importancia incomparable con ninguna otra, de la que depende la dimensión simbólica, que se supone, en gran medida, condiciona nuestra existencia.

En síntesis, en párrafos anteriores, se ha hecho un esfuerzo por desarraigar la idea difundida, en la cual se hace referencia a la técnica como un objeto fijo y externo al hombre, una herramienta para alcanzar un propósito y nada más. Hombre y técnica se fusionan en un todo. Las tecnologías que el hombre ha usado a lo largo de su existencia han influido en su entorno social y cultural, en su forma de pensar, actuar y valorar. Por tanto, se piensa que el conocimiento se produce a través de una relación bilateral hombre-técnica. Precisamente es el tema que a continuación se presenta.

## 2. TÉCNICA, TECNOLOGÍA Y COGNICIÓN

Al parecer, nunca usamos herramientas sin que ellas, a su vez, nos “usen”. Nunca aplicamos tecnologías para cambiar nuestro medio sin ser cambiados nosotros mismos, en forma previsible o imprevisible:

*La forma de las piedras empleadas como herramientas por los primeros homínidos fue un factor gravitante en la evolución de la mano humana (Burbules y Callister, 2001, p. 21).*

Actualmente, la postura corporal, el modo en que los ojos se desplazan de arriba hacia abajo y de derecha a izquierda frente a una pantalla o monitor, la forma en que se mueven los dedos de las manos al “pulsar” un mouse o manipular un celular y, quizás, la forma en que el cerebro procesa información, han cambiado con el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC):

*La aseveración hecha hace algunos años por Donna Haraway, y que entonces provocó como-*

*ción, no es entendida hoy como exageración ni metáfora: todos somos ‘Ciborgos’ (organismos cibernéticos), semiautomatas (Burbules y Callister, 2001, p. 22).*

Esto nos obliga a elaborar una nueva interpretación de la naturaleza de las tecnologías y de nuestra relación con ellas. Cuando pensamos en conceptos abstractos tales como percepción, razonamiento, aprendizaje, inteligencia y en el mismo acto de conocer –cognición– encontramos en algunas fuentes bibliográficas interesantes aseveraciones, por ejemplo, se piensa que el conocimiento se produce a través de una relación bilateral Hombre-Técnica (HUMANO-“MEDIA”):

*The perspective we embrace suggests that humans are constituted by technologies that transform and modify their reasoning and, at the same time, these humans are constantly transforming these technologies. From this perspective, a dichotomous view does not make sense (Borba y Villarreal, 2006, p. 22).*

*(La perspectiva que nosotros sostenemos sugiere que los seres humanos están constituidos por tecnologías que transforman y modifican su razonamiento y, al mismo tiempo, estos seres humanos constantemente están transformando estas tecnologías. Desde esta perspectiva, una visión dicotómica no tiene el sentido). [Traducción de los autores]*

Esto deja ver que la cognición, al parecer, no es un proceso interno y sólo del ser humano, sino que está asociado también a la herramienta utilizada; es decir, la tecnología utilizada pasa a ser como una extensión o prótesis que influye en la forma cómo el ser humano piensa y actúa.

*The fact that human beings and machines are commonly seen as “disjoint sets”, and despite recognition that computers mediate the construction of knowledge, the “cognitive unit” continues to be seen as just the human being, and not humans-computers, humans-papers-and-pencil, humans-computers-paper-and-pencil-orality, etc. (Borba y Villarreal, 2006, p.12).*

*(El hecho de que los seres humanos y las máquinas normalmente se ven como “conjuntos separados”, y a pesar del reconocimiento que las computadoras median la construcción de conocimiento, la “unidad cognoscitiva” continúa siendo vista como simplemente el ser humano, y no como la combinación humano-computadora, humanos-papel-lápiz, humano-computadora-papel-lápiz-oralidad, etc.) [Traducción de los autores]*

En este sentido, las computadoras, y en el pasado, la oralidad, la escritura, entre otras, han representado herramientas o tecnologías que de alguna forma median o mediaron un cierto tipo de conocimiento. Es decir, al parecer, el proceso de conocer nunca actúa independientemente del medio, de la herramienta o de la tecnología. Por ejemplo, es probable que la escritura –lápiz y papel– acompañe un cierto tipo de razonamiento y permita, a su vez, que el pensamiento sea mostrado de una cierta forma, mientras que las tecnologías computacionales pudieran permitir un razonamiento cualitativamente distinto, con posibilidades de mostrar varios elementos a la vez, con ayuda de la simulación, hipertextos y otros recursos que aglutinan lo escrito, visual y auditivo simultáneamente.

Desde esta perspectiva nace la inquietud de contrastar estas aseveraciones y de formular preguntas tales como: ¿será cierto que la tecnología utilizada habitualmente fomenta, condiciona o influye en la forma cómo se razona o se concibe un cierto tipo de conocimiento?

### 3. UN ESTUDIO DE CASO CUALITATIVO

En este trayecto, se quiso abordar una experiencia desde lo educativo, donde los participantes tuvieran a disposición, por lo menos, dos o más herramientas o tecnologías para resolver un problema. El propósito fundamental o interés de la investigación era observar, describir e interpretar el tipo de razonamiento de los participantes para ver si realmente dicho razonamiento estaba, de alguna forma, relacionado o influenciado por las tecnologías utilizadas.

#### 3.1. Estudios previos a la investigación

- Salat (2009) encontró que las actividades que se desarrollan utilizando tecnologías computacionales no son una mera imitación de las que se realizan usando lápiz y papel para resolver un determinado problema; es decir, el hecho, por ejemplo, de poder mover puntos en un contexto de un programa de geometría dinámica para conjeturar propiedades, no tiene contraparte en lápiz y papel (p. 52).

- Borba y Villarreal (2006) sostienen que, de acuerdo a sus investigaciones, no hay buenas o malas tecnologías sino que las tecnologías condicionan nuestro pensamiento y el conocimiento que se produce con ellas. Las tecnologías que utilizamos condicionan las representaciones que se generan y, por tanto, ofrecen diferentes oportunidades o puntos de vista para entender un conocimiento (p. 154).

- Moreno, L. (2003), argumenta que no existe una actividad matemática pura, al margen de los sistemas de representación; es decir, al margen de la tecnología de representación utilizada (p. 83).

#### 3.2. Metodología y diseño de la investigación

En tanto que el esfuerzo mayor de la investigación estaba dirigido a identificar ese patrón de comportamiento en un cierto contexto, se optó por una metodología cualitativa. El enfoque cualitativo se apoya en la convicción de que:

*... las tradiciones, las funciones, los valores y las normas del ambiente en que se vive se van internalizando poco a poco y generan regularidades que pueden explicar la conducta individual y grupal en forma adecuada. En efecto, los miembros de un grupo étnico, cultural o situacional comparten una estructura lógica o de razonamiento que, por lo general, no es explícita, pero que se manifiesta en diferentes aspectos de su vida (Martínez, 2004, pp. 75, 76).*

Toda esa compleja trama de puntos de vista, convenciones, conflictos, pareceres, significados, símbolos, interpretaciones, razonamientos, interacciones, negociaciones, entre otros aspectos, es lo que conforma la realidad social. Por consiguiente, la realidad, en el aspecto social, es una construcción, elaborada y adornada desde la experiencia de cada uno de nosotros, en un contexto espacio-temporal único. Esta característica le da a la realidad social la potestad de adquirir una serie de adjetivos, tales como: diversa, multicausal, dinámica, global y única. Por tanto, un acercamiento a la comprensión de una cierta realidad social es un proceso complejo:

*... la sociedad como un todo está presente en el interior de cada individuo en su lenguaje, su saber, sus obligaciones, sus normas. Así mismo, como cada punto singular de un holograma contiene la totalidad de la información de lo que representa, cada célula singular, cada individuo singular, contiene de manera holográfica el todo del cual hace parte y que al mismo tiempo hace parte de él (Morin, 1999, p. 15).*

El acercamiento del investigador a una cierta realidad social está influenciado por factores subjetivos no sólo del investigador sino también de lo investigado. Tanto el investigador como lo investigado se influyen mutuamente. Por consiguiente, el proceso de investigación exige que el investigador se sumerja en una vivencia con el fenómeno que quiere comprender apertrechándose de métodos que se adaptan a la dinámica de lo social.

El interés de la investigación era describir e interpretar tipos de razonamiento de un grupo de participantes conformado por estudiantes y docentes para constatar si dichos razonamientos estaban, de alguna forma, rela-

cionados o influenciados por las tecnologías utilizadas. Respondiendo a estas premisas se optó por el método de investigación “estudio de caso cualitativo”. El estudio de caso cualitativo, según Parra (1995, pp. 7, 8), responde a las necesidades del investigador cuando éste desea obtener un conocimiento profundo de una situación particular y su significado para aquellas personas envueltas en ella. Además, añade Parra, permite responder a muchas de las preguntas que surgen de la práctica diaria de los docentes, administradores y gerentes educativos. También argumenta que este método permite una intensa y holística descripción y análisis de una instancia, fenómeno o unidad social particular. En este orden de ideas, Yin (2009) también plantea lo siguiente:

*In others words, you would use the case study method because you wanted to understand a real-life phenomenon in depth, but such understanding encompassed important contextual conditions because they were highly pertinent to your phenomenon of study (p. 18).*

*En otras palabras, se usaría el método estudio de caso porque se quiere entender un fenómeno de la vida real en profundidad, pero tal comprensión abarca importantes condiciones del contexto porque son altamente pertinentes al fenómeno en estudio. [traducción libre de los investigadores].*

De acuerdo con Merriam (2009, pp. 43, 44), el estudio de caso cualitativo tiene cinco características principales. En primer lugar, es particular; es decir, se enfoca específicamente en personas, situaciones, eventos, programas o fenómenos. Aunque se examina una instancia en particular, se espera que ésta ilumine un problema en general. Es descriptivo, en tanto que describe detalladamente el fenómeno en estudio usando información de diferentes fuentes. Es heurístico dado que puede explicar las razones de un problema y es inductivo en el sentido de que las teorías surgen del examen minucioso de los datos recabados en el mismo contexto.

En cuanto a los tipos de estudio de caso, Parra (1995, p. 10) afirma que los más comunes son: descriptivos, interpretativos y evaluativos. En esta investigación se optó por el estudio de caso interpretativo dado que:

*Un estudio de caso interpretativo contiene una descripción abundante y detallada sobre el fenómeno estudiado. Esta información descriptiva se utiliza para desarrollar categorías conceptuales o para ilustrar, servir de soporte, fundamentar o retar ciertas asunciones o supuestos teóricos previamente establecidos (Parra, 1995, p. 11).*

### 3.3. Unidad de análisis

El interés de la investigación estaba dirigido a observar, con cierta profundidad, grupos pequeños de estudiantes y profesores. Por tanto, se estableció una unidad de análisis de casos múltiples (Yin, 2009):

*The same study may contain more than a single case. When this occurs, the study has used a multiple-case design (p.53).*

*El mismo estudio puede estar conformado por más de un caso. Cuando esto ocurre, el estudio ha usado un diseño de casos múltiples [Traducción de los autores].*

#### Caso A:

- Contexto: Departamento de Matemática de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL), núcleo Maturín, estado Monagas, Venezuela. Este grupo, conformado por doce (12) estudiantes, estaba cursando la asignatura Computación Aplicada a la Enseñanza de la Matemática, del cuarto semestre, de la especialidad de Matemática, período académico 2009-I. Esta asignatura es administrada por uno de los investigadores y, entre las exigencias curriculares establecidas en dicho curso, está el propósito de querer lograr un acercamiento de los participantes con tecnologías computacionales en la resolución de problemas matemáticos. De acuerdo al psum de esta especialidad, éste es el primer contacto que tienen los estudiantes con el laboratorio de computación. Se aprovechó este ambiente de trabajo favorable a la investigación que se estaba realizando y el hecho de que el grupo estaba motivado y quería participar.

- Estrategias de acción: En este caso, se les propuso como ejercicios dos sistemas de ecuaciones lineales con dos incógnitas; el primero, conformado por las ecuaciones  $y_1 = x + 1$ ,  $y_2 = x^2 + 1$ ; que podría abordarse por los métodos algebraicos tradicionales. El segundo,  $y_1 = x + 1$ ,  $y_2 = x^3 + 2x^2 + 6$ , el cual, no podía resolverse con técnicas algebraicas vistas hasta ese semestre; es precisamente una de las estrategias de los investigadores. Es decir, se pensaba que los participantes al no poder resolver alguno de los sistemas con los métodos tradicionales o conocidos hasta ese semestre, optaran por usar otras tecnologías; en este caso, tenían las calculadoras gráficas. Los investigadores pretendían que los participantes intentaran obtener respuestas aproximadas utilizando recursos computacionales estudiados.

#### Caso B:

- Contexto: Subprograma de maestría en educación, mención Enseñanza de la Matemática, Universidad



Pedagógica Experimental Libertador (UPEL), núcleo Maturín, estado Monagas, Venezuela.

- Descripción: once (11) profesores de Matemática en ejercicio docente, cursantes de la maestría en educación, mención Enseñanza de la Matemática. Este grupo estaba cursando la asignatura electiva Uso de Tecnologías Informáticas en la enseñanza de la Matemática, período académico 2009, segundo trimestre.
- Estrategia de acción: en este caso, se les propuso como ejercicios a resolver dos sistemas de ecuaciones; el primero, conformado por las ecuaciones  $y_1 = x + 2$ ,  $y_2 = x^3 - 3x^2 + x + 8$ . El segundo  $y_1 = x + 10$ ,  $y_2 = e^{2x} - x^2 + 3$ .

### 3.4. Técnicas de recolección de información

El ambiente de trabajo fue un laboratorio de computación con 12 computadoras, pizarra acrílica y mesas cómodas para trabajar. Al no disponer de varias calculadoras gráficas ClassPad 300, se instaló en las

computadoras un emulador de dicha calculadora, que es como tener la calculadora, pero en la pantalla o monitor de la computadora en ambiente operativo Windows XP®. Se les dijo a los participantes que fuesen haciendo una bitácora –cuaderno de anotaciones– de todo lo que se les iba ocurriendo para resolver los ejercicios y que dicha bitácora sería expuesta públicamente a sus compañeros en una pizarra o, si lo preferían, podrían utilizar una presentación y usar el recurso proyector de diapositivas (video beam). A esto hemos llamado bitácora expositiva. En esta parte, los participantes comunicaron sus estrategias para resolver los ejercicios, con sus propias palabras defendieron sus puntos de vista, mostraron cómo iban explorando diferentes caminos para lograr el propósito. Estas sesiones se filmaron y se conservan en disco compacto en formato mpg. También se conservan las bitácoras o cuadernos de anotaciones que luego ellos expusieron. Resumiendo, se usaron las siguientes técnicas de recolección de información: bitácora expositiva, observación directa, grabaciones de audio y video y análisis de documentos.

LÁPIZ Y PAPEL	CALCULADORA GRÁFICA CLASSPAD 300 DE CASIO®	EMULADOR DE LA CALCULADORA GRÁFICA CLASSPAD 300 EN AMBIENTE WINDOWS XP®
		

### 3.5. Procedimientos y estrategias generales

En primera instancia, se consideraron dos herramientas o tecnologías que los participantes podrían disponer en un momento dado. Por un lado, lápiz y papel y, por el otro, la calculadora gráfica ClassPad 300 de Casio®. Dicha calculadora es una herramienta matemática con soporte gráfico dirigida especialmente a docentes y estudiantes. No obstante las facilidades de esta última herramienta, para utilizarla se hizo un taller (9 horas) para familiarizar a los participantes con esta tecnología. En este taller se abordó el siguiente contenido: (1) conociendo el ambiente operativo de la calculadora ClassPad 300 de Casio®; (2) usando el menú de aplicaciones; (3) cómo introducir datos y variables; (4) cálculos básicos; (5) usando la aplicación gráficos; (6) analizando una función con la calculadora gráfica; (7) ejercicios varios. Al cabo de dicho período, se les notificó que el área de resolución de problemas que se abordaría sería el de resolución de sistemas de ecuaciones simples; un tópico de Matemática que se supone dominan los grupos participantes. Una de las estrategias dominantes era, en el primer caso, presentarles un sistema

de ecuaciones de fácil solución y darles libertad para que ellos seleccionaran cualquiera de las herramientas. Luego, se les presentaba otro sistema de ecuaciones que requería un análisis mucho más profundo para resolverlo y donde, precisamente, la calculadora gráfica sería de gran ayuda.

### 3.6. Análisis de datos e interpretación de resultados

Las filmaciones de las exposiciones de los participantes y las bitácoras expositivas complementaron la observación directa que se realizó durante la investigación. El propósito era valerse de estas técnicas de recolección de información para tratar de sacarle el mayor provecho. Hurgando, explorando y buscando entre palabras, gestos e imágenes, se conformaron las siguientes categorías:

- a. Lápiz y papel como primer instinto: cuando se les propuso resolver los ejercicios, todos, salvo un participante en el caso A y otro en el caso B, optaron por usar lápiz y papel; es decir, en general, no se inclinaron a explorar en la calculadora gráfica la

búsqueda de alguna solución a los ejercicios planteados.

*... para mayor facilidad me fui al cuaderno y comencé a completar cuadrados pero no me dio, después probé con otro método y luego otro y no me daba pero somos del tamaño del problema que se nos presente y no nos vamos directamente a una calculadora o a una computadora a buscar resultados ni tampoco me gusta que me digan la solución (participante Caso A).*

*... yo hice las gráficas manualmente, aquí las tengo en el cuaderno, me siento más confiado haciéndolas yo mismo (participante Caso B).*

Este hecho revela varios elementos. Por un lado, que la tecnología habitual o más utilizada culturalmente en un cierto grupo es la de mayor fuerza, aunque ésta, para ciertas situaciones, no sea la más adecuada. En ambos casos, se observó que la confianza que les daba el lápiz y el papel no era sustituible o, por tradición, primero debían comenzar con este tipo de tecnología para pensar en algunas estrategias de solución a los problemas planteados. Pareciera como si por mandato había que echar a andar el lápiz; a veces, sin idea alguna de lo que se iba a hacer. Los que usaron lápiz y papel utilizaron los métodos algebraicos tradicionales y, cuando encontraron dificultades, hasta allí llegaron. Por otro lado, se observó que la gran mayoría de los participantes que utilizaron lápiz y papel conciben la Matemática como una estructura compleja que ya está hecha; es decir, que ésta se deduce, se razona, pero hasta allí.

*... cuando nos enfrentamos a  $x^3 + 5x^2 + 7x + 9$  empezamos con Ruffini, el cual no daba. Yo dije: “bueno, se me trancó el serrucho”. De allí fui y le pregunté a un profesor de Matemática que pasaba por ahí, se me quedó mirando y dijo: “eso sale por Ruffini” y él lo intentó y también se trancó, y yo me puse a reír. Después, me dijo: “eso hay que sacarlo por el método de Cardano” (participante Caso A).*

Cuando se les “trancaba el serrucho” –frase que utilizaron muchas veces los participantes– preferían recurrir a un profesor o a un compañero y no a la calculadora gráfica que la tenían ahí, en el mismo ambiente de trabajo. El uso de herramientas conocidas o el hecho de hacer siempre lo tradicional está fuertemente arraigado en la cultura de nuestros estudiantes. Esto se pudiera explicar dado que lo usual, desde los primeros años de escolaridad, es: “usar lápiz y papel y consultar al maestro”. El mismo ambiente que rodea al estudiante tampoco ayuda, en el sentido de que si el profesor no tiene una formación en el uso de tecnologías computacionales probablemente no las va a su-

gerir como alternativa, seguramente las mirará con cierto recelo y pudiera pensar que estas herramientas quitan un margen de protagonismo en la labor docente.

**b.** Explorando en la calculadora gráfica: se esperaba que la mayoría de los participantes en su primer o segundo intento hicieran uso de la calculadora gráfica para resolver los ejercicios; sin embargo, no fue así, sólo dos, uno del caso A y otro del B, exploraron en la calculadora gráfica en busca de alguna solución.

*... al ver los ejercicios no supe por donde comenzar. Me fui a mi Laptop e instalé el emulador de la calculadora gráfica para ver las posibilidades. Fueron ocho veces por adivinanza y me dio 1.69, pero no estaba confiado e instalé también el Maple e introduje las dos funciones y, para sorpresa mía, la gráfica de la calculadora gráfica y la de Maple no eran muy iguales. Allí me di cuenta que los valores eran distintos y que cada uno de estos programas computacionales tienen sus márgenes de error (participante Caso A).*

*... cuando vi  $y_2 = e^{2x} - x^2 + 3$ , me fui directamente a la gráfica porque yo digo que si actualmente contamos con estas herramientas computacionales, entonces hay que usarlas y así ahorrar tiempo. Me gusta ver paso a paso lo que está ocurriendo y, como ésta era una función exponencial, con más razón todavía. Por tanteo se va trabajando y uno puede solicitar directamente algunos cálculos. Uno al principio puede intuir y con esta herramienta va aclarando las sospechas. Yo amo la tecnología, por eso aquí dicen que soy una experta pero no es cierto, todavía me falta mucho. Yo no me veo trabajando con lápiz y papel, no me gusta eso, pero reconozco la importancia del cálculo manual. Esta no es la única herramienta que hay, de Internet yo bajé varias y son muy buenas por cierto y me gusta la forma de presentar las gráficas, la calculadora no da opciones de ponerle color a las curvas y las que yo bajé sí. (participante Caso B).*

Estos dos participantes desde el principio asumieron otra actitud, la mayor parte del tiempo interactuaron con las herramientas computacionales disponibles en el laboratorio. Comenzaron a ensayar, explorar, plantearon hipótesis e intentaron probarlas; a veces, se les notaba alguna inseguridad pero seguidamente comentaban acerca de algún resultado con el profesor y, finalmente, lograron resolver los ejercicios planteados; es decir, utilizaron otras tecnologías, seguramente otras vías de razonamiento y finalmente tuvieron éxito. Al parecer, no tenían en mente un método algebraico en sí, sólo iban explorando progresi-



vamente hasta que llegaron a la solución de los ejercicios propuestos. Posiblemente entienden que la Matemática es una estructura compleja que, a veces, requiere un trabajo más experimental y es, por cierto, la vía que utilizaron grandes matemáticos a lo largo de la historia. Hurgando un poco más acerca de estos dos estudiantes se pudo conocer que ya habían estudiado en otras universidades y que, además, ya tenían cierta experiencia en el uso de estas herramientas.


#### 4. CONCLUSIONES

La investigación confirma el hecho de que las tecnologías que se utilizan en la resolución de problemas matemáticos influyen en el razonamiento y en la forma de abordarlos. Esta experiencia didáctica muestra cómo la tecnología utilizada habitualmente permea, condiciona e influye en la forma cómo los estudiantes conciben la Matemática.

Una nueva tecnología no suplanta a la tradicional, por tanto, es importante utilizar diferentes tecnologías en los procesos de enseñanza y aprendizaje dado que las mismas posibilitan panoramas distintos pero complementarios en la resolución de problemas y en la forma de abordarlos.

El uso de herramientas computacionales en la enseñanza de la Matemática puede generar una Matemática diferente a la del currículum oficial dado que, a veces, como producto de las preguntas y exploraciones de los estudiantes, surgen conjeturas y nuevos resultados. Un docente actualizado en dichas tecnologías estará en condiciones de armonizar esa Matemática con la del currículum.

El carácter cultural de la apropiación de una tecnología es un proceso de largo plazo que debería comenzar en los primeros años de escolaridad. Cuando eso no ocurre, se corre el riesgo de que las exigencias curriculares queden sólo en eso, en meras exigencias; dado que apropiarse de una tecnología, como es el caso de las herramientas computacionales, es un proceso mucho más complejo y que va más allá de comprar computadoras o crear salas de informática, es necesario promover un ambiente de asimilación cultural de esa tecnología, sobre todo, en los docentes.

Si se pretende que el estudiante incorpore a su actividad académica una cierta tecnología, es necesario que ésta, no solamente esté plasmada en el currículo, sino que sea una práctica cotidiana que vaya permeando progresivamente los ambientes escolares. 

##### **Gualberto Torrealba**

Coordinador del Programa de Maestría en Enseñanza de la Matemática. Profesor en Matemática e informática UPEL-Caracas. Magíster en Ciencias de la Computación UCV. Doctor en Educación UPEL.

##### **Fernando Castro**

Docente ordinario de Matemática en la categoría de titular (actualmente jubilado). Coordinador del Núcleo de Investigación de Educación Matemática, NIEMAT. Profesor en Matemática en la Universidad Técnica del Estado. Chile.

#### BIBLIOGRAFIA

- Borba, Marcelo de Carvalho y Villarreal, Mónica (2006). *Humans-with-media and reorganization of mathematical thinking: information and communication technologies, modeling, experimentation and visualization*. (1a ed.). New York, USA: Springer.
- Burbules, Nicholas y Callister, Thomas (2001). *Educación: riesgos y promesas de las nuevas tecnologías de la información*. (1a ed.). Buenos Aires, Argentina: Granica.
- Childe, Vere Gordon (1967). *Los orígenes de la civilización* (4a ed.). Ciudad de México, México: Fondo de Cultura Económica.
- Cortés Morató, Jordi y Martínez Riu, Antonio (1996). *Diccionario de filosofía*. Barcelona, España: Herder S.A.
- Heidegger, Martin (1994). *Conferencias y artículos*. Barcelona, España: ediciones Del Serbal.

## BIBLIOGRAFIA

- Kubrick, Stanley (Director) (1968). *2001: Una odisea del espacio* (Película: título original: *2001: a space odyssey*). Metro Goldwyn Mayer.
- Martínez Miguélez, Miguel (2004). *Ciencia y arte en la metodología cualitativa* (2a ed.). México, D. F., México: Trillas.
- Merriam, Sharan (2009). *Qualitative research: a guide to design and implementation* (2a ed.). San Francisco, USA: Jossey-Bass Publishers.
- Moreno Armella, Luis Enrique (2003). *Instrumentos matemáticos computacionales. En Uso de nuevas tecnologías en el currículo de Matemáticas*, pp. 81-86. Ministerio de Educación Nacional (MEN). Bogotá, Colombia. ISBN 958-97013.
- Morin, Edgar (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Traducción de Mercedes Vallejo Gómez. París, Francia: UNESCO.
- Morles, Víctor (2002). *Ciencia, tecnología y sus métodos*. Caracas, Venezuela: Universidad Central de Venezuela.
- Ortega y Gasset, José (1967). *Meditación de la técnica* (5a ed.). Madrid, España: Editorial Revista de Occidente.
- Parra de Chópite, Berta (1995). *Estudio de caso cualitativo en la investigación educativa*. Rubio, Venezuela: Autor.
- Salat Figols, Ramón Sebastián (Agosto, 2009). La evolución de la tecnología computacional y su relación con la educación matemática. *Números. Revista de didáctica de las matemáticas*. Vol. 71. Recuperado el 10 de septiembre del 2009 en <http://www.sinewton.org/numeros>.
- Savater, Fernando (2003). *El valor de elegir*. (2a ed.). Barcelona, España: Ariel.
- Yin, Robert (2009). *Case study research: design and methods*. (4a ed.). California, USA: Sage Publications.