

## REPRESENTACIONES SOCIALES DE LOS DOCENTES DE BACHILLERATO SOBRE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA

### SOCIAL REPRESENTATIONS OF HIGH SCHOOL TEACHERS ABOUT NEW TECHNOLOGIES IN TEACHING OF MATHEMATICS

Fidencio López-Beltrán<sup>1</sup> y Silvia Evelyn Ward-Bringas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Profesor Investigador Tiempo Completo de la Facultad de Psicología de la Universidad Autónoma de Sinaloa y Asesor de la UPES-Culiacán. Correo electrónico: fidenciolopezb@gmail.com. <sup>2</sup>Profesora de la Universidad Pedagógica del Estado de Sinaloa y de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Correo electrónico: sevelynward@gmail.com. Línea de investigación: Construcción de conocimiento, educación e interacción social.

---

#### RESUMEN

El presente trabajo tiene dos propósitos principales, por una parte expone algunos de los avances de una investigación que tiene por interés analizar los procesos que desarrollan los docentes de cálculo diferencial del bachillerato al interactuar con las nuevas tecnologías, específicamente con la nueva generación de calculadoras de la Texas Instrumental *TI-Nspire CX CAS*, y por otra exteriorizar la preocupación de priorizar en este tipo de investigaciones el artefacto tecnológico sobre los procesos del sujeto; si bien es cierto que el nuevo elemento de interacción, *el artefacto tecnológico* requiere de análisis crítico en su incorporación a las aulas de cálculo diferencial del bachillerato, es de suma importancia considerar perspectivas de investigación cualitativa-interpretativa, que han sido poco difundidas y por tanto, menos debatidas en el medio educativo, como lo son la perspectiva de las representaciones sociales y la génesis instrumental de los docentes respecto a las nuevas tecnologías ya que esto es fundamental para su integración al trabajo matemático en las aulas de cálculo diferencial.

**Palabras clave:** representaciones sociales, génesis instrumental, nuevas tecnologías.

#### SUMMARY

This paper has two main purposes, first exposes some of the progress of an investigation that is interested to analyze the processes that differential calculus teachers develop in high school to interact with new technologies, specifically with the new generation of calculators Texas Instruments *TI-Nspire CX CAS*, and other externalizing the concern to prioritize in this type of research the technological artifact on the processes of the subject; While it is true that the new element of interaction, the technological artifact requires critical analysis joining the differential calculus classrooms of high school is of utmost importance to consider prospects for qualitative-interpretive research, which have been little known and therefore less debated in the educational environment, such as the perspective of social representations and instrumental genesis of teachers regarding new technologies as this is essential for integration to mathematical work in the classrooms of differential calculus.

**Key words:** social representations, genesis instrumental, new technologies.

#### INTRODUCCIÓN

El momento histórico actual demanda nuevos e innovadores escenarios para la enseñanza y el aprendizaje, el aula ha sido un espacio privilegiado en el que la interacción social docente-alumno y alumno-alumno genera determinado ambiente, en estos escenarios se ha introducido un nuevo elemento de interacción, la tecnología, que en forma de artefacto y que mediante interacciones se transforma en instrumento de enseñanza y aprendizaje, por otra parte es importante señalar que en la historia del cálculo siempre han estado presentes distintas herramientas para ayudar en su construcción, sin embargo los acelerados cambios tecnológicos obligan a reflexionar sobre las representaciones sociales y los procesos de génesis instrumental de los docentes de cálculo del bachillerato respecto a estos nuevos elementos de interacción/mediación y considerar las nuevas situaciones que redimensionan las prácticas pedagógicas.

Los artefactos tecnológicos, son instrumentos que como tecnología moderna, han revolucionado la visión y la práctica de la enseñanza y el aprendizaje del cálculo de nuestro tiempo, pero a pesar de sus grandes aportaciones, han sembrado dudas y grandes polémicas en el campo psicopedagógico de la matemática educativa. Otras dos tecnologías, los libros de texto y el lenguaje presencial (también llamada tecnología mayeútica socrática), sin duda, son las más antiguas y las más

humanas, pues también son instrumentos mediacionales y como tales, son sociales. Reconociendo que estas se mantienen vigentes en la enseñanza y en toda acción humana, que a pesar del paso de los siglos y frente al vertiginoso desarrollo de la imprenta y el internet, como las dos tecnologías educativas más apantallantes, ha sido despreciada por algunos analistas y profesores, sin profundizar en las implicaciones de la cultura educativa. Ya Sócrates puso en el centro de este análisis a la pregunta y a la respuesta como el mejor método didáctico para fomentar la heurística, la reflexión y la formación desde la comprensión de los significados y resignificados de lo humano (López, 2013).

La actual Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS), señala la incorporación de las tecnologías en las clases de cálculo, lo que genera nuevas problemáticas en los procesos de enseñanza aprendizaje, que se añan a la gran diversidad de dificultades que reporta la investigación en matemática educativa respecto a los obstáculos que enfrentan los estudiantes de bachillerato para una adecuada comprensión y aplicación de los conceptos de cálculo; dada su relevancia para el desarrollo del pensamiento matemático y bajo la premisa de que las actitudes, creencias y opiniones de los docentes de cálculo son fundamentales en relación a la integración de las nuevas tecnologías para el trabajo matemático en las aulas del bachillerato; la investigación que realizamos tiene como propósito analizar el conjunto de creencias, opiniones y conocimientos producidos y compartidos por los docentes de cálculo, en relación al artefacto tecnológico, en este caso específico la calculadora TI-*Nspire* CX CAS; así como algunos de los procesos de génesis instrumental que desarrollan al interactuar con el artefacto tecnológico.

El tema que se desarrolla en el presente trabajo representa un esfuerzo de interpretación de los hallazgos en el estudio piloto de la mencionada investigación, y básicamente se organizó con la siguiente estructura: En los antecedentes se plantea la problemática y se expone una síntesis de los trabajos que la han abordado; en las consideraciones teóricas se plantean las teorías de las representaciones sociales y la génesis instrumental; en las cuestiones metodológicas se describe a grandes rasgos el enfoque de investigación, los sujetos participantes, las técnicas e instrumentos para recoger la información. Además se muestran los detalles de la investigación cualitativa, destacándose como técnicas fundamentales el cuestionario tipo encuesta y la observación para el desarrollo del trabajo, se explicita el procedimiento que se empleó para la recolección y sistematización de los datos; en los resultados y discusión se presentan los análisis e interpretación de algunos hallazgos empíricos de una investigación en proceso que desde mediados de 2012 (Ward, 2014) se ha venido realizando en particular lo relativo a la enseñanza del cálculo en bachillerato apoyada con tecnologías telemáticas.

Los resultados empíricos exponen las respuestas de once docentes a cuatro preguntas correspondientes a la utilización de las tecnologías en las clases de cálculo, mismas que son parte de un cuestionario más amplio, también se presentan algunos segmentos de los registros de observación que se refieren a la opinión y actitudes de los docentes respecto a la tecnología, los cuales se realizaron durante el taller de cálculo diferencial e integral para docentes de bachillerato mediante el micromundo TI-*Nspire* CX CAS. Para finalizar el trabajo se dan a conocer algunas de las primeras conclusiones respecto a: las representaciones sociales de los docentes de cálculo del bachillerato sobre las nuevas tecnologías; los procesos de génesis instrumental: instrumentación e instrumentalización; así como del proceso seguido durante esta fase de la investigación y se plantean algunas reflexiones sobre la investigación. Se incluye la literatura citada en donde se enlistan las referencias consultadas durante la elaboración del trabajo.

Adelantamos que uno de los resultados más sobresalientes alcanzados en esta primera fase de la investigación es: la existencia de una representación social (RS) que sostiene a la integración de los artefactos tecnológicos en las clases de cálculo como una herramienta que obstaculiza el

aprendizaje. Pues los docentes participantes han señalado ante todo, que particularmente las nuevas tecnologías de la comunicación y la información aplicadas al ámbito del aprendizaje sea dentro o fuera de aula son herramientas interactivas que contribuyen a complejizar la relación didáctica entre los profesores y los alumnos de bachillerato, específicamente en las clases de matemáticas. En relación a los procesos de génesis instrumental, los docentes presentaron resistencias en la interacción y exploración del artefacto tecnológico para su quehacer matemático.

### **Antecedentes**

El cálculo surgió como producto del trabajo conjunto de matemáticos que contribuyeron para ello, lo importante en este punto, es la necesidad de recalcar que ha surgido como una construcción social, además es primordial señalar la importancia de las herramientas para definir la humanidad, ya que el uso de las herramientas más elementales han condicionado la actividad humana, crean automatismos y procesos rutinarios y no se puede pasar por alto que las matemáticas como actividad humana siempre ha estado condicionada por el uso de herramientas: cordones, reglas, tablas logarítmicas, calculadoras, por mencionar algunas, mismas que han estado presentes en la construcción del cálculo, en la actualidad estas herramientas son las nuevas tecnologías y su inclusión está representando un proceso complejo que requiere de análisis fino, la representación social de los docentes sobre las nuevas tecnologías condiciona su uso e implementación en su quehacer educativo.

Cuando hablamos de nuevas tecnología, solemos referirnos explícitamente a algún aparato manufacturado y paradójicamente, no reconocemos su esencia social que es lo que lo hace humano y con ello, genera y es generado por las (re) significaciones que produce ese instrumento, que es el lenguaje. El lenguaje presencial como discurso sonoro y óptico en clase, muy poco lo comprendemos como tecnología. Bien sabemos que es el ser humano el único que produce tecnología y ésta, al igual que la ciencia, es un producto de la cultura y del desarrollo histórico social. También reconocemos que gracias al lenguaje humano, somos capaces de alterar deliberadamente a la naturaleza misma, y para ello, usamos a la inteligencia, mostrando en ella que al ser humano le es inherente una tecnología propia, que en sí, es el lenguaje mismo en sus diversas manifestaciones comunicativas, o medios de los que se vale para expresarse. Pero el hecho de que casi nunca, el lenguaje hablado sea concebido como dispositivo mediacional (aun cuando no sea un aparato manufacturado por el ser humano) es ante todo un proceso y un instrumento intelectual que juega el papel de mediador frente al mensaje-contenido, que es producido por un hablante y decodificado por quien no solo escucha, sino resignifica ese mensaje del otro dependiendo del contexto y su historia, eso sin duda, lo hace más rico que cualquier instrumento mediacional (como es la calculadora o el simple procesamiento de la información por cualesquier canal) y ese proceso, está vinculado dialécticamente al pensamiento, y ambos, lenguaje y pensamiento, siendo procesos cognoscitivos altamente complejos y sofisticados, son también producto de la historia y la cultura (López, 2013).

Las investigaciones en matemática educativa reportan una gran variedad de problemas en la enseñanza y el aprendizaje del cálculo en el bachillerato, uno de ellos se refiere a las creencias de los docentes, en este sentido Gil y Rico (2003), mencionan que es útil conocer las creencias, opiniones y concepciones de los docentes pues ellas influyen en la enseñanza que imparten, por su parte Contreras, García y Sánchez (2005) mediante un análisis de significados institucionales que realizaron con estudiantes de primero y segundo de bachillerato presentan cinco tipos de significados institucionales del concepto límite, se encontró un predominio del significado métrico-analítico que es el que enfatizan programas y textos, se marca así una enseñanza algorítmica del cálculo, que como lo señala (Ruthven et al., 2009) se debe a una visión centrada en la regla y la seguridad estereotipada que le genera al docente el álgebra, produciendo de esta manera un discurso

unidireccional. Molfino (2009) realizó un estudio en Uruguay, mediante un análisis socio epistemológico analiza la construcción social del concepto de límite: las prácticas sociales asociadas a su institucionalización en su transición hacia un saber escolar, en sus resultados reporta una marcada tendencia a la práctica algorítmica; por su parte Nava y Reyes (2009) realizaron un trabajo en el que analizaron las creencias y conocimientos que tiene un grupo de profesores de bachillerato, acerca de algunos contenidos de pre-cálculo y cálculo, en el reporte señalan que encontraron que los docentes presentan una baja comprensión no sólo de los conceptos de función y de límite, sino de conocimientos básicos, como la división entre cero, las operaciones básicas y la graficación, entre otros.

La integración de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas está propiciando que en las investigaciones de matemática educativa estén tomado fuerza los trabajos que incluyen las tecnologías en la enseñanza y el aprendizaje, esta línea de investigación explora las posibilidades que los medios tecnológicos brindan a la enseñanza de las matemáticas, Dolores (2000) señala que está emergiendo el enfoque computacional en la enseñanza de cálculo. Los ordenadores han hecho posible la visualización dinámica de los comportamientos gráficos de las funciones, se han difundido diferentes software que se han usado en la enseñanza del cálculo, por ejemplo Derive, Cabri, Graphmatica, Geogebra; también se han utilizado calculadoras como las hp, las classpad y las Texas; varios investigadores han reportado trabajos a nivel experimental que logran acercamientos intuitivos al *límite* y la derivada –Balderas (1992, 1993, 1996), Hitt F. y Chávez (1993) –. Aun cuando los resultados en las investigaciones han reportado éxitos en la enseñanza del cálculo, es necesario acercarse críticamente considerando otros factores de la problemática, puesto que, da la sensación de que se prioriza la tecnología sobre el sujeto.

Artigue (2002) y Trouche (2005) estudian la problemática desde el marco de la génesis instrumental que analiza los procesos de instrumentación e instrumentalización que se desarrollan en la apropiación de artefactos tecnológicos para construir objetos matemáticos, advierten así, la necesidad de analizar críticamente los procesos que se desarrollan en ambientes computarizados. En este mismo sentido Guin y Trouche (1999) señalan el proceso complejo de convertir las herramientas en instrumentos matemáticos, el caso de las calculadoras, en donde advierten la necesidad de analizar la actividad de instrumentación, para esto se tienen que conocer las potencialidades y limitaciones del artefacto, lo que requiere que el maestro conozca la calculadora ya que esto activa la conciencia del docente respecto a los diferentes pasos de los estudiantes en el proceso de apropiación del instrumento y a su vez se refuerza el aspecto social de la construcción, enfatizan el rol del maestro para convertir las calculadoras simbólicas en instrumentos matemáticos, trabajo que señalan ha quedado pendiente pues no se han analizado los procesos de instrumentación e instrumentalización que desarrollan los docentes; de igual manera los trabajos sobre creencias y prácticas sociales de los docentes de cálculo del bachillerato enfatizan en la representación de los docentes respecto al conocimiento disciplinar falta dar cuenta de la información, creencias y actitudes (RS) que tienen los docentes a cerca de las herramientas que utilizan en su actividad matemática y su implementación en las aulas.

Como lo afirma López (2012), desde la Psicología Social nos proponemos superar los modelos conductuales, mecanicistas y utilitaristas, cuyo aparato explicativo ha quedado agotado ante las dinámicas sociales que implican complejos procesos de conductas, como la integración didáctica de las nuevas tecnologías para el quehacer matemático en las aulas del bachillerato, ante esta problemática, resulta insuficiente el paradigma conductista para la explicación de los procesos psicológicos, didácticos y sociales que se dan ante este fenómeno.

## Consideraciones teóricas

La interacción con tecnología en el aula de cálculo permite transitar entre las diversas formas de representación de los objetos matemáticos, con lo que se logra vincularlas y construir el concepto; para usar de manera óptima la tecnología en las aulas es necesario conocer primero cómo el docente concibe e interactúa con la tecnología, para luego estar al tanto, de cómo la tecnología se convierte en un instrumento para el que enseña, por ello se considera la articulación de dos perspectivas teóricas: por un lado la justificación de los comportamientos y la toma de posición de los docentes respecto a las nuevas tecnologías como recursos que han de convertirse en instrumentos, es decir la representación social (Moscovici, 1961/1979); y por otra explicar cómo el docente construye un artefacto tecnológico en instrumento para realizar su actividad, es decir el nacimiento de un instrumento (génesis instrumental: Artigue, Trouche, Guin, Monaghan).

### *Representaciones sociales*

Las tecnologías como un nuevo elemento de interacción en el aula de cálculo del bachillerato obliga a voltear la mirada a las formas que los docentes interactúan con ellas, a sus actitudes, creencias y comportamientos respecto a la incorporación en su quehacer, esto conduce a la teoría de las representaciones sociales de Moscovici, cuyas premisas son: considerar que no hay un corte entre el universo exterior y el universo interior del individuo (o del grupo). El objeto está inscrito en un contexto activo, fue concebido por la persona o la colectividad como prolongación de su comportamiento y sólo existe para ellos en función de los medios y los métodos que permiten conocerlo (Moscovici, 1961/1979). En este caso el objeto son las nuevas tecnologías y la representación social de los docentes son lo que ellos piensan que son o deben ser las nuevas tecnologías en el aula, y los medios y métodos para incorporarlas en su actividad.

Las representaciones sociales son la forma en la que los sujetos asumen la realidad concreta, sus fundamentos y sus consecuencias, están compuestas de:

1. *Contenido*, es decir de un objeto, que por sí mismo no existe. Es y existe para un individuo o un grupo y en relación con ellos. Así pues, la relación sujeto-objeto determina al objeto mismo (Abric, 2001).
2. *Estructura interna*; es decir, los elementos constitutivos de la representación, que pueden ser un conjunto de informaciones, creencias, opiniones y actitudes alrededor de un objeto.
3. *Núcleo central*, asociado a normas y valores, es un elemento fundamental de la representación pues determina la significación (sus elementos toman un sentido, un valor) y la organización (establece relaciones entre los elementos que la constituye). El núcleo central es el elemento más estable de la representación ya que garantiza su continuidad.

Para el caso en estudio el contenido de la representación social es la interacción de los docentes de cálculo de bachillerato y las nuevas tecnologías, su estructura interna está formada por la información, creencias, opiniones que tienen los docentes de las nuevas tecnologías, así como las actitudes respecto a su incorporación en su quehacer, y su núcleo central lo constituye el sentido y la valoración que el docente les da a las nuevas tecnologías así como las relaciones que establece con ellas.

Por otra parte López, Cabanillas, Domínguez, Mendoza y Nevárez (2005) señalan que los elementos periféricos de las representaciones sociales desempeñan un papel esencial en las prácticas y las interacciones sociales, ya que sus funciones principales son: la función de constitución de un saber común, se refiere a como los actores sociales adquieren e integran conocimientos de manera comprensible para ellos, les permite entender y explicar la realidad; la función de orientación de

comportamientos y conductas, hace referencia a la definición de los fines, a la capacidad de anticipar y crear expectativas, prescribe comportamientos y practicas; la función de construcción y refuerzo de la identidad, permite elaborar la identidad social e individual, sitúa a los individuos y los grupos en un campo social; y la función de justificación de los comportamientos y toma de posición, justifica los comportamientos adoptados por el grupo social y asume una postura que los distingue respecto de otros grupos.

Las representaciones sociales pueden ser autónomas o no autónomas, es decir como estructura psicológica del sujeto es autónoma y al mismo tiempo es propia de la sociedad, de la cultura, esto es, como estructura social es no autónoma depende de las relaciones e interacciones del sujeto con el entorno; en este sentido, la interacción del docente con las nuevas tecnologías pre-estructura relativamente su actividad e influye en la construcción de sus esquemas (individual), a su vez la incorporación de las nuevas tecnologías modifica la forma de interactuar con los otros.

En este sentido, las nuevas tecnologías en las aulas de cálculo del bachillerato están transformando las prácticas educativas, las formas de interacción en el aula, están construyendo representaciones sociales; los docentes de cálculo de bachillerato son un grupo social, lo social entendido como construcción conjunta de significados de alguna acción o situación, como grupo elaboran una imagen, una opinión, una creencia de la incorporación de las nuevas tecnologías en su clases, esta construcción conjunta está formada a su vez por la identidad de cada sujeto en la que emerge la subjetividad del individuo, en este caso del docente de cálculo del bachillerato, construye una imagen y significa en su quehacer la integración de las tecnologías, misma que articula con la de sus compañeros para crear una creencia conjunta que genera una cultura para el usos de la tecnología en clases.

### *Génesis instrumental*

El uso de la tecnología como un recurso didáctico para examinar situaciones, conceptos y problemas desde diferentes perspectivas está modificando el quehacer educativo en la escuela. Esto ha conducido a la creación de un nuevo marco explicativo *la génesis instrumental* que se fundamenta en la ergonomía cognitiva (Verillon y Rabardel, 1995) y en la teoría antropológica de lo didáctico (Chevallard, 1999). Estudia la construcción que se realiza cuando se interactúa con un artefacto, convirtiéndolo en un instrumento, a través de los *procesos de instrumentación e instrumentalización*, de tal manera que se lo apropia, y lo hace parte de la actividad matemática.

Lo primero a considerar en el enfoque instrumental es la distinción entre artefacto e instrumento, Rabardel (1995) señala que una distinción fundamental entre el artefacto, que es dado y el instrumento, que es una construcción del sujeto; es que los artefactos son proposiciones, se convierte en instrumento cuando el sujeto ha sido capaz de apropiárselo y lo integra a su actividad y los instrumentos son entidades mixtas, compuestas de una parte del artefacto y una parte de esquemas de utilización, para aclarar se presentan las siguientes definiciones:

*Artefacto:* Es material, objeto que tiene o tenía un destino (Monaghan, 2004); herramienta antes de considerar al usuario y sus usos. (Trouche 2004, Guin & Trouche 2002, Drijvers & Trouche 2008).

*Herramienta:* Dispositivo que típicamente proporciona una ventaja al ejecutar una tarea, está disponible para dar sustento a la actividad humana. (Del castillo y Montiel, 2006).

*Instrumento:* puede considerarse como una extensión del cuerpo. Órgano funcional hecho con parte del artefacto y componente psicológica (la organización de la actividad con un fin dado) (Trouche, 2004); es lo que el sujeto construye a partir del artefacto (Trouche, 2005).

En este sentido, un artefacto es un objeto dado y un instrumento es una construcción psicológica, no existe, se forma, es un órgano funcional con dos componentes: artefacto y esquemas; la génesis instrumental es precisamente la construcción del órgano funcional, esto es un proceso complejo que requiere: tiempo, considerar las características del artefacto (potencialidades y limitaciones) y las actividades del sujeto (conocimiento y método de trabajo). Un planteamiento muy interesante de la génesis instrumental es que la constituyen los dos aspectos el individual y el social, considera que el artefacto lleva un elemento social, son producto de la experiencia social. El equilibrio entre los aspectos individuales y sociales dependen de: factores materiales, disponibilidad de los artefactos, de la representación social, la actitud y el uso del artefacto por el docente; la génesis instrumental contribuye a este balance y propone que este se puede dar a través de la combinación de dos procesos, el de instrumentación y el de instrumentalización.

### *El proceso de instrumentación*

El proceso de instrumentación está dirigido hacia el sujeto, un artefacto instrumenta al sujeto, pre-estructura relativamente al sujeto, su actividad influye en los esquemas que va a construir, comprender este proceso supone el estudio de las potencialidades y limitaciones del artefacto. El progresivo descubrimiento de las potencialidades y limitaciones del artefacto va acompañado de la adaptación de esquemas, por lo que el proceso de instrumentación se refiere a la construcción de esquemas, la asociación del artefacto con nuevos esquemas significa al instrumento, el nuevo significado del artefacto genera el nacimiento de esquemas y la asimilación de nuevos artefactos genera nuevos esquemas, estos cambios en el artefacto y los esquemas van proporcionando niveles o dimensiones de génesis instrumental.

El proceso de instrumentación de un artefacto es dirigido hacia el sujeto, conduce al desarrollo de esquemas de acción instrumentada las cuales permitirán al sujeto realizar de manera efectiva determinada tarea a través de las ventajas y limitaciones del artefacto. Este proceso consta de dos fases principales: explosión y purificación.

### *El proceso de instrumentalización*

El proceso de instrumentalización es un proceso dirigido al artefacto, el sujeto se apropia de las propiedades del artefacto, resultado de su uso; el sujeto adapta el artefacto y con ello puede construir nuevas funciones del artefacto, el artefacto se adapta a las necesidades de cada sujeto, por eso es un proceso de diferenciación de los artefactos. La instrumentalización representa la actividad propia del sujeto en la que pone en juego su conocimiento y formas de trabajo, el sujeto utiliza el artefacto según lo que piensa para lo que fue creado y cómo debe ser usado, el sujeto construye el instrumento en el uso, y esto es un proceso que requiere tiempo.

El proceso de instrumentalización es dirigido hacia el artefacto dotándolo de potencialidades. Un instrumento se construye a partir de un artefacto, en nuestro caso la calculadora TI-Nspire CX CAS, el conocimiento matemático y los esquemas de acción instrumentada. En la *Figura 1* se muestran los procesos de la génesis instrumental.

Así, el usuario se forma a través del uso del instrumento y el instrumento lo construye el uso del sujeto, esto señala que los protagonistas de la génesis instrumental son el sujeto y el artefacto mediante una relación dialéctica; (Artigue, 2002) advierte que la complejidad de la génesis instrumental es la articulación de instrumentos lo que requiere de procesos que no son fácil de construir.

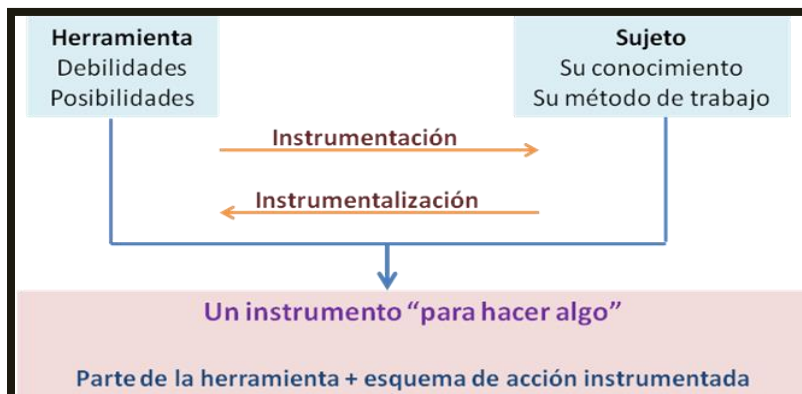


Figura 1.- Esquema de los procesos de la génesis instrumental (Ward, 2014).

## METODOLOGÍA

El presente trabajo de investigación está dirigido a docentes de cálculo del bachillerato, tiene como propósito analizar sus representaciones sociales respecto a las nuevas tecnologías en el aula, dentro del paradigma cualitativo de la investigación, en el marco de la investigación educativa de enfoque investigativo interpretativo, en el que se tiene en cuenta la interacción del sujeto y el objeto, en este caso docentes de cálculo de bachillerato y las nuevas tecnologías.

### Enfoque de investigación

El presente trabajo expone los resultados de una primera exploración a partir de un cuestionario y observación, forman parte de un estudio más amplio, se plantea en un estudio de caso que según (Stake, 1999) *es el estudio de la particularidad y de la complejidad de un caso singular, para llegar a comprender su actividad en circunstancias importantes* dentro de una investigación cualitativa que permita de manera participante, ser un aprendiz dentro del proceso que se llevará a cabo. La investigación se fundamenta en la concepción de la formación de docentes y está identificada con el esquema de reflexión-acción, planteado por (Schön, D. 1998), y por la investigación-acción de (Elliot, E. 1996). En particular, para hacer la interpretación de la relación entre el docente de cálculo de bachillerato y las nuevas tecnologías en la enseñanza de la matemática.

El método de estudio de casos es innovador y contribuye a dar significados y a comprender las relaciones de procesos multifactoriales como los son la enseñanza y el aprendizaje, de igual modo la teoría de las representaciones sociales ofrece una alternativa a la educación para comprender las creencias, actitudes y formas de pensamiento en los actores educativos; su creador fue Moscovici quien afirmaba que lo externo y lo interno de los sujetos no pueden separarse, que es un proceso de construcción con otros que implica la transformación de la cultura, de estructuras y funciones; estos procesos de transformación han de tomarse en cuenta en la representación que tienen los docentes de cálculo de bachillerato de las nuevas tecnologías en el aula y valorar así como influyen en los procesos de génesis instrumental que desarrollan, por lo que el estudio de casos brinda la oportunidad de comprender las relaciones y los significados que intervienen en ellos.

### Sujetos de estudio y contexto de la investigación

Para analizar las representaciones sociales y los procesos de génesis instrumental desarrollados por los docentes de cálculo del bachillerato, se trabajó con docentes de tercer grado de la unidad regional centro del Bachillerato de la Universidad Autónoma de Sinaloa (BUAS), ya que es la unidad que atiende la mayor matrícula en el estado de Sinaloa; el procedimiento fue el siguiente: se



les invito a un taller de cálculo diferencial e integral para docentes de bachillerato mediante el micromundo TI-Nspire CX CAS con duración de 40 horas, impartido por dos licenciadas en matemáticas con maestría en educación y especialistas en el uso de las calculadoras TI-Nspire CX CAS, la invitación al taller fue atendida por once docentes que se mantuvieron durante todo el taller que comprendió dos semanas de trabajo, cabe señalar que los docentes se mostraron en general participativos y entusiasmados, dos de ellos al principio un poco resistentes, sin embargo manifestaron su agrado al finalizar el taller.

### **Instrumentos de recolección de datos**

La sistematización de los resultados en una investigación es muy importante y requiere de trabajo planificado, ordenado, organizado y supervisado sobre todo en la recolección de los datos, cuidando esta parte en este primer acercamiento a la realidad de la investigación, se recurrió a las siguientes técnicas: para las representaciones sociales se recurrió al cuestionario, que de acuerdo con (Abric, 2001) es la más empleada tradicionalmente para ello; también se recurrió a la observación, como apoyo para identificar actitudes, comportamientos y el desarrollo de procesos de génesis instrumental; se realizaron entrevistas informales para corroborar hallazgos y/o profundizar en la problemática.

Los instrumentos utilizados para la recolección de los datos fueron: Bitácora de investigación, en la que se registró el quehacer diario del investigador; diario del investigador, en él se anotaron tanto acciones, sucesos, eventos, como sentimientos y emociones producto del trabajo diario; notas de campo, en las que se registraron detalladamente acciones concretas de la investigación; grabadora, como un apoyo de audio para las observaciones; y tecnológicas, básicamente procesadores de texto, gráficos y animaciones.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados exponen las respuestas de once docentes a cuatro preguntas de un cuestionario más amplio y algunos segmentos de los registros de observación que se realizaron durante el taller de cálculo diferencial e integral para docentes de bachillerato mediante el micromundo TI-Nspire TX CAS; las preguntas que se presentan son las correspondientes a la utilización de las tecnologías en las clases, de igual manera los segmentos de registro de observación se refieren a la opinión y actitudes de los docentes respecto a la tecnología.

El 63.6% de los docentes que participaron en el taller fueron de género masculino y 36.4% de género femenino, 81.8% de ellos señaló su edad, de los cuales el 60% tienen entre 41 y 56 años y el 40% restantes tiene alrededor de 35 años. También se encontró que el 50% de los docentes participantes en el estudio imparten la clase de cálculo en el BUAS, su formación profesional y antigüedad es heterogénea, dos de ellos son licenciados en física, cada uno con tres años impartiendo cálculo en la prepa; un licenciado en matemáticas, con 10 años de antigüedad; un licenciado en matemáticas educativas del nivel medio superior, con 12 años de docente; y un ingeniero civil con 6 años de servicio. La primera pregunta se refiere a los recursos que los docentes de cálculo emplean para la preparación de sus clases, los resultados (*Cuadro 1*) se presentan a continuación:

*Pregunta 1.* De los siguientes recursos, responde nada, poco o mucho según los utilices para la preparación de tus clases:

**Cuadro 1.- Respuestas pregunta 1 (resultados del estudio piloto)**

| Recurso   | No contestó | Nada  | Poco  | Mucho |
|---|-------------|-------|-------|-------|
| Programa de estudios                              | 9.1%        | 0%    | 9.1%  | 81.8% |
| Libro de texto                                    | 9.1%        | 0%    | 45.5% | 45.5% |
| Libro para docente                                | 18.2%       | 36.4% | 36.4% | 9.1%  |
| Libros especializados de cálculo                  | 9.1%        | 18.2% | 18.2% | 54.5% |
| Recursos en línea                                 | 9.1%        | 45.5% | 36.4% | 9.1%  |
| Notas de cálculo de elaboración propia            | 9.1%        | 18.2% | 27.3% | 45.5% |
| Material compartido por otros docentes de cálculo | 9.1%        | 63.6% | 27.3% | 0%    |
| Software especializado en cálculo (especifica)    | 18.2%       | 72.2% | 9.1%  | 0%    |
| Graph, Derive Grapmatica                          |             |       |       |       |
| Otros (especifica)                                | 54.5%       | 18.2% | 27.3% | 0%    |
| Cabri, Power point, Excel, GeoGebra               |             |       |       |       |
| Graficadora software p/symbian                    |             |       |       |       |
| Copias de libros de texto de otros subsistemas    |             |       |       |       |

Del *Cuadro 1* se observa que el recurso didáctico más utilizado por los docentes es el programa de estudios, el 81.1% expresa los utiliza; aproximadamente la mitad de los maestros 54.4% señala utilizar libros especializados de cálculo, mientras que poco menos de la mitad 45.5% dice utiliza libro de texto, llama la atención que el 72.2% indica no utilizar Software especializado en cálculo, sólo un maestro que representa el 9.1% enuncia utilizar los siguientes software: Graph, Derive Grapmatica, de los cuales el primero es un editor gráfico de ecuaciones algebraicas para dibujar curvas matemáticas, los otros dos si corresponden a software especializados de cálculo; respecto a otros recursos utilizados en las clases de cálculo el 27.3% (3 docentes) señalan utilizar poco los siguientes: uno de ellos utiliza, Cabri, Power point, Excel, GeoGebra, hay que señalar que cabri y GeoGebra son básicamente software dinámicos de geometría, mientras que power point es un programa de presentación y Excel es un programa de hoja de cálculo; otro de los docentes apunta la Graficadora software p/symbian, que es una aplicación para celular con sistema operativo symbian; el tercer docente indica que utiliza copias de libros de texto de otros subsistemas. Por otra parte es importante señalar que uno de los docentes no contestó la tabla completa, por lo que se le agregó dicha columna para reportar las respuestas, este maestro indicó que no ha impartido la materia de cálculo por lo que no utiliza ningún recurso de cálculo para preparar sus clases.

Todo esto indica que la representación social del docente de cálculo de bachillerato está anclada en los recursos tradicionales, como el programa de estudios y el libro de texto, pocas veces busca alternativas más innovadoras; esto un tanto contradictorio con las respuestas de la segunda pregunta que indaga sobre la contribución de la tecnología a la actualización del desempeño de los docentes de cálculo y a la motivación del aprendizaje de cálculo en los estudiantes de bachillerato, las respuestas se muestran en el *Cuadro 2*.

*Pregunta 2.* Califica qué tan de acuerdo estás con las siguientes afirmaciones acerca de las tecnologías en la enseñanza del cálculo.

**Cuadro 2.- Respuestas a pregunta 2 (resultados del estudio piloto)**

| Cuestión  | Nada | Poco  | Mucho |
|---|------|-------|-------|
| El uso de herramientas tecnológicas actualiza el desempeño de los docentes de cálculo       | 0%   | 27.3% | 72.7% |
| El uso de la tecnología motiva el aprendizaje de cálculo en los estudiantes de bachillerato | 0%   | 9.1%  | 90.9% |

Del *Cuadro 2* se observa que más de dos terceras partes de los docentes, el 72.7% opinan que el uso de las herramientas tecnológicas actualiza *mucho* el desempeño de los docentes de cálculo, el restante 27.3% señalan que es poca la contribución del uso de herramientas tecnológicas a la actualización del desempeño de los docentes; respecto a la motivación del aprendizaje de cálculo en los estudiantes de bachillerato casi la totalidad de los docentes, el 90.9% expresa que el uso de la tecnología contribuye en mucho, sólo un docente opina que poco. En este marco el empleo de las herramientas tecnológicas, que actualizan la formación docente y ofrecen motivaciones de aprendizajes para los estudiantes, suele venir prescrito y orientado por interacciones facilitadoras, en los entornos educativos.

Aparentemente la representación social de los docentes respecto al uso de las tecnologías es positiva tanto para la actualización de su desempeño como para motivar el aprendizaje de los estudiantes, lo curioso es que en opiniones de ellos sobre las ventajas y desventajas del uso de las calculadoras en las clases de cálculo ninguno mencionó como ventaja su actualización o la motivación de los estudiantes, se centraron en las habilidades de los estudiantes y no mencionaron sus propios procesos, en el *Cuadro 3* se pueden ver algunas de las expresiones que externaron los docentes a manera de lluvia de ideas, al inicio del taller de cálculo diferencial e integral para docentes de bachillerato mediante del micromundo TI-Nspire TX CAS, cuando se les interrogó respecto a las ventajas y desventajas que tiene el uso de una calculadora en el aula, según su experiencia, las respuestas obtenidas fueron:

**Cuadro 3.- Concentrado de opiniones de los docentes respecto a ventajas y desventajas del uso de la calculadora (resultados del estudio piloto)**

| Ventajas   | Desventajas   |
|--|---|
| Ahorra tiempo.<br>Evita cálculos engorrosos.   | Se pierden las habilidades aritméticas.<br>Hay problemas con las fracciones en el primer semestre de álgebra.   |
| Ya no se utilizan las tablas de valores trigonométricos, por lo que se agiliza la resolución de problemas. | Los estudiantes vienen acostumbrados al uso de la calculadora desde la primaria, al llegar al bachillerato no pueden realizar cálculos sencillos.<br>Los estudiantes no saben usar la calculadora científica.<br>Cuando el resultado no es entero, se limitan al primer decimal, no redondean correctamente.<br>El uso evita la profundización del conocimiento.<br>Los estudiantes creen ciegamente que la calculadora piensa y toman por verdad el resultado obtenido.<br>Si el maestro no planea la clase adecuándola al uso de la calculadora, la calculadora se convierte en una desventaja no en un puente.<br>Los estudiantes se vuelven no pensantes.<br>Evita el cálculo mental.<br>Los estudiantes no la llevan, en ese caso piden una prestada y si es diferente a la de ellos, no la conocen y no saben usarla.<br>Las distintas configuraciones del teclado. |

Algunos otros comentarios que surgieron al momento de externar su opinión respecto al uso de la calculadora en el aula: señalaron que es necesario que el maestro tenga competencia en el uso de la calculadora y que es importante que enseñe a usarla, advirtieron que esto en ocasiones se complica por la gran variedad de calculadoras y es difícil conocer todas las configuraciones y funciones, por ejemplo una maestra menciona que ella sólo sabe usar algunas funciones básicas de las calculadoras

expresa que esto es una limitante pues cuando los estudiantes tienen dudas sobre el uso de la calculadora los tiene que mandar con otros profesores.

La representación social de los docentes respecto a las ventajas del uso de la calculadora indican la rapidez para los cálculos y la disminución del tiempo para realizarlos, mientras que la representación social para las desventajas del uso de la calculadora en el aula señala por un lado las del diseño del propio artefacto que tienen que ver con la configuración del teclado y las funciones, y por otro, las carencias de habilidades de los alumnos para utilizarlas; es importante señalar que el docente no hace referencia a sus procesos o su forma de incorporarlas en su práctica docente, es el propio docente el que no se ve o se disuelve en esta nueva situación.

Para indagar la tecnología que incorpora el docente en sus clases se les preguntó sobre la frecuencia con la que utiliza algunas herramientas tecnológicas en su quehacer, las respuestas se muestran en el Cuadro 4.

*Pregunta 3.* Califica según la frecuencia del uso que le das en tus clases a las siguientes herramientas tecnológicas.

**Cuadro 4.- Respuestas pregunta 3 (resultados del estudio piloto)**

| Herramienta tecnológica             | No contesto | Nada  | Poco  | Mucho |
|-------------------------------------|-------------|-------|-------|-------|
| Calculadora científica              | 0%          | 0%    | 36.4% | 63.6% |
| Calculadora simbólica               | 0%          | 81.8% | 18.2% | 0%    |
| Calculadora graficadora             | 0%          | 72.7% | 27.3% | 0%    |
| Software de geometría dinámica      | 0%          | 81.8% | 9.1%  | 9.1%  |
| Software de cálculo formal          | 0%          | 90.9% | 9.1%  | 0%    |
| Software en línea                   | 0%          | 81.8% | 18.2% | 0%    |
| Hojas de cálculo                    | 0%          | 45.5% | 54.5% | 0%    |
| Sistemas algebraicos computarizados | 0%          | 81.8% | 18.2% | 0%    |
| Ninguno                             | 72.7%       | 27.3% | 0%    | 0%    |
| Otros (especifique)                 | 81.8%       | 18.2% | 0%    | 0%    |

Del Cuadro 4 se observa que la herramienta tecnológica más empleada por los docentes para sus clases es la calculadora científica, el 63.6% expresa que las utiliza mucho; casi la totalidad de los docentes, el 90.9% señala no utilizar Software de cálculo formal y el 81.8% coincide en no utilizar calculadoras simbólicas, Software de geometría dinámica, software en línea ni sistemas algebraicos computarizados, el resto de ellos (18.2%) los emplea poco. De alguna manera estos resultados son esperados por sus respuestas a las preguntas anteriores, ya que han expresado que los recursos que más utilizan son los tradicionales, es de esperarse que la herramienta que utilicen se reduzca a la calculadora científica, misma que les ayuda a agilizar los cálculos y que los alumnos no saben utilizar.

Esto coincide con lo observado en el taller respecto a los procesos de instrumentalización de los docentes, algunos presentaban dificultades para operar el teclado, cabe señalar que en el grupo de docentes que participaron en el taller se identificaron dos rangos de edades que interactuaban de distinta manera con la calculadora, cuatro docentes tenían alrededor de 35 años y a ellos les costaba menos trabajo la interacción y se arriesgaban a explorar las posibilidades de la calculadora, mientras que los siete restantes de entre 41 y 56 años necesitaban de ayuda y guía para la interacción con la calculadora; como se muestra en el siguiente fragmento de registro de observación.

**M<sup>2</sup>.**- (Explica con la ayuda de un power point las distintas representaciones de una función y las ventajas y desventajas de cada una de ellas). Una función se puede representar por medio de lengua natural, mediante un enunciado que explicita una relación, por pares ordenados, por tablas, por diagramas de Venn, por gráficas o analíticamente mediante una fórmula; ninguna de ellas nos permite visualizar la función completa, por ejemplo en un conjunto de pares ordenados es imposible enunciarlos todos, una gráfica podemos verla en partes, de forma analítica la podemos modelar toda pero muchas veces las expresiones son muy complicadas. (Solicita a los docentes interactuar con la calculadora TI-Nspire CX CAS para lo que propone ejercicio 1 sobre graficación de funciones). Ahora van a resolver el siguiente ejercicio (Se proyecta diapositiva que se muestra en la *Figura 2*):

**Ejercicios**

- Utiliza tu calculadora en la aplicación de “Gráficos” para graficar las siguientes funciones:
  - a.  $f(x) = x^2 - 1$
  - b.  $f(x) = \sqrt{x^2 - 4}$
  - c.  $f(x) = \text{sen}(2x)$
- Ahora, utiliza la aplicación “Listas y Hoja de cálculo” para ver la tabulación de la función seleccionada.
- Realiza un diagrama de Venn para la función  $f(x) = 2x + 3$  en el intervalo  $(-3,3)$ .

**Figura 2.-** Diapositiva con el ejercicio 1.

(Se les entrega una hoja con la actividad impresa y los docentes se ponen a interactuar con la calculadora)

**D7.-** (Interactúa con la calculadora y explora lo solicitado con otras funciones).

**D9.-** (Explora diferentes alternativas al parecer para atender lo solicitado).

(La maestra del taller explica personalmente a una docente)

**M.-** Entra al menú principal, te vas a gráficos y defines la función.

**D8.-** Ya estoy en gráficos, ¿aquí defino la función? (Señalándole a la maestra su calculadora)

**M.-** Si

**D4.-** ¿Cómo se hace?

**A.-** (Se acerca a explicarle) primero en menú principal, de ahí a gráficos.

**D4.-** Espéreme, (apunta las indicaciones en su libreta dibujando las teclas y luego las hace en la calculadora). De ahí ¿Qué sigue?

**A.-** Define la función en el renglón de funciones y le da enter para que aparezca la función.

**D10.-** (Interactuaba con la calculadora y hacia cálculos en lápiz y papel).

**D5.-** (Seguía las indicaciones e interactuaba sin problemas) ¿Cómo guardo la función?

**M.-** Te vas a menú principal, en archivo das guardar como y le pones nombre al archivo, luego aceptar, funciona como la computadora para los archivos.

**D2.-** (Solicitaba ayuda a su compañero, D5) ¿cómo lo hago? (Realizó el trabajo siguiendo paso por paso las indicaciones de su compañero).

**D6.-** (Se muestra algo resistente) Algunos ejercicios son más fáciles de resolver a pie. (El ejercicio sobre tabulación lo resolvió a lápiz y papel en un principio y luego acudió a la calculadora).

<sup>2</sup> Simbología: M.- maestra responsable del taller, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11.- Docentes asistentes al taller y A.- auxiliar de maestra del taller.

**D1.-** (Interactuó sin problemas, siguió indicaciones y exploro nuevas funciones) Se puede poner la tabla junto con la gráfica, con control T aparece la tabla de la gráfica.

**D3.-** (Siguió las instrucciones). (Registro de observación: R1; 25-06-2012; p.4)

Del fragmento de registro de observación se puede ver la forma en la que los docentes que participaron en el estudio iniciaron su interacción con la calculadora, esto es, su proceso de instrumentalización en la fase de descubrimiento del artefacto que es diferenciado pues cada uno interactúa según la representación que tiene para él la calculadora.

La última pregunta sobre tecnologías hace referencia a la forma en la que la utiliza en clases para los procesos de enseñanza y aprendizaje, en el cuadro 5 se muestran las respuestas.

*Pregunta 4.* En la enseñanza del cálculo, qué tanto utilizas las nuevas tecnologías para los siguientes aspectos del proceso de enseñanza-aprendizaje.

**Cuadro 5.- Respuesta a pregunta 4 (resultados del estudio piloto)**

| Aspecto  | No contesto | Nada  | Poco  | Mucho |
|--|-------------|-------|-------|-------|
| Para la construcción del conocimiento matemático               | 0%          | 45.5% | 45.5% | 9.1%  |
| Para relacionar los conceptos del cálculo con sus significados | 0%          | 45.5% | 36.4% | 18.2% |
| Para aplicar los conceptos de cálculo                          | 9.1%        | 63.6% | 27.3% | 9.1%  |
| Para promover la interacción entre los estudiantes             | 0%          | 36.4% | 63.6% | 9.1%  |
| Otros (explique)   | 81.8%       | 18.2% | 0%    | 0%    |

Del Cuadro 5 se observa que la mayor utilidad que le ven a las nuevas tecnologías los docentes es para promover la interacción entre los estudiantes, el 63.6% expresa utilizarlas poco con este fin; el 9.1% (un docente, el D3) señala utilizar mucho las nuevas tecnologías para la construcción del conocimiento matemático, relacionar conceptos del cálculo con sus significados y aplicar los conceptos de cálculo, esto nos indica que la representación social de los maestros respecto al uso de la calculadora en el aula de cálculo es para promover o favorecer la interacción de los estudiantes.

Las respuestas de los docentes a esta pregunta llaman la atención, pues al parecer no visualizan las potencialidades en las interpretaciones y construcciones conceptuales que pueden favorecer con las nuevas tecnologías en el aula, esto de alguna manera es natural porque como ya se mencionó anteriormente la representación social de los docentes es más como desventaja que como ventaja en las clases, que ellos mismos se resisten a interactuar con ellas y que utilizaban la calculadora para corroborar resultados, después de resolver los problemas planteados en lápiz y papel.

Además durante el desarrollo del taller se observó que los propios docentes tienen dificultades con las interpretaciones de los conceptos de cálculo y que los perciben desvinculados, como se muestra en el siguiente fragmento de observación.

**M.-** (Se presenta la definición intuitiva del límite, que consideran algunos libros de texto de la bibliografía básica del bachillerato, en la que se hace referencia a los límites laterales). Si no fijamos la definición que se presenta en algunos de los textos hace referencia a los límites laterales. (Se proyecta la diapositiva que se presenta en la *Figura 3*).

## Definición intuitiva del límite

El límite  $L$  de una función existe, si el valor al cual se aproxima  $f(x)$  cuando  $x$  se acerca a  $c$  por la izquierda y por la derecha, es el mismo. La notación para el límite de una función se escribe:

$$\lim_{x \rightarrow c} f(x) = L$$

y se lee: "el límite de  $f(x)$  cuando  $x$  se acerca a  $c$ , es igual a  $L$ "

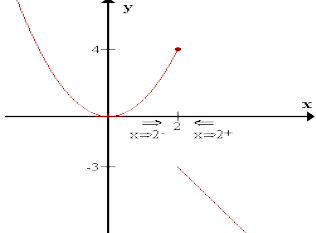


Figura 3.- Diapositiva con la definición intuitiva del límite.

**D6.-** Es la más común, permite que iniciemos el tema con tablas sencillas acercándonos por la derecha y por la izquierda y luego a operarlos algebraicamente para que los alumnos los utilicen en las derivadas. (Se proyecta la diapositiva que se muestra en la Figura 4)

## Definición formal del límite

Sea una función que esté definida en todo punto de algún intervalo que contenga a ' $p$ ', excepto posiblemente en  $x=p$ . El límite de  $f(x)$  cuando  $x$  se aproxima a ' $p$ ' es  $L$  y se denota por:  $\lim_{x \rightarrow p} f(x) = L$  si para todo  $\varepsilon > 0$  existe  $\delta > 0$  ( $\delta$  depende de  $\varepsilon$ ) tal que:

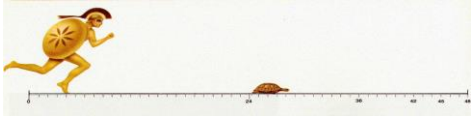
$$|f(x) - L| < \varepsilon \text{ siempre que } 0 < |x - p| < \delta$$


Figura 4.- Definición formal del límite.

**M.-** (Expone la definición épsilon-delta para límite de funciones) La formalización de Cauchy le quita todo movimiento al concepto, esto contribuyó a lo que menciona el maestro D6 sobre el tratamiento algebraico, sumamente difícil con fluxiones o variaciones. Es cierto que esta formalización no se ve en bachillerato, pero se llega a ella después de los problemas de la tangente y de la velocidad instantánea, gracias a este concepto se pueden definir las derivadas y las integrales.

**D11.-** Entonces, ¿Se relacionan?

**M.-** Si, la derivada y la integral son límites, son aproximaciones, la derivada es la pendiente de la tangente a una curva y la integral es el proceso matemático por el que se calculan áreas entre el eje X y una curva. (Se explica la interpretación geométrica de la definición épsilon-delta, los maestros logran relacionarla con los problemas de la recta tangente y la velocidad instantánea).

**D6.-** Empieza a tener sentido el épsilon, pero esto no lo podemos ver con los alumnos de bachillerato.

**M.-** De acuerdo, pero se puede lograr más que un concepto intuitivo y sobre todo que se logre dar sentido a la aproximación. (Se analizan algunas graficas continuas y discontinuas, se menciona que hay dos tipos de discontinuidad).

**D6.-** Discontinuidad removible y no removible o esencial (Identifica sin problemas en las gráficas las funciones continuas y las discontinuas).

**M.-** ¿Qué implicaciones tiene el límite en la continuidad de las funciones?

**D6.-** Si no existe el límite, es discontinuidad no removible (señala las gráficas en ese caso). Si existe el límite puede ser discontinuidad removible.

**D1.-** Pero en el análisis funcional es más fácil lo de continuidad.

**D6.-** Claro que no, las condiciones de continuidad las da el límite, mientras no tiene sentido, no se puede más que con la gráfica que no se despegue.

**D11.-** ¿Cuáles condiciones de continuidad?

**D6.-** Que la función está definida, que exista el límite y que sean iguales.

**D11.-** ¿Cómo? Espéreme necesito escribirlas, pero cómo lo escribo, maestra (voltea a ver a la maestra, la maestra se acerca y le escribe las condiciones de continuidad)

**M.-** Tiene que cumplir con las tres, sino no es continua.

**D1.-** Ya ve, es más fácil nada más con el gráfico en el análisis funcional.

**D11.-** Pero el límite tiene que ver con la continuidad de funciones, no sabía. (Se muestra sorprendida) Hasta ahora, en la prepa me paso de noche. (R3; 27-06-2012, p.20)

Del registro se observa como los propios docentes desconocen las interpretaciones y los significados de los conceptos de cálculo, lo que hace más difícil que los promuevan en el aula con o sin tecnología, además la representación social que tienen de las nuevas tecnologías puede obstaculizar aún más su incorporación al trabajo del aula y con ello perder la oportunidad de favorecer la construcción de conceptos, interpretaciones y significados matemáticos.

## CONCLUSIONES

Las representaciones sociales en los docentes de cálculo de bachillerato respecto a las nuevas tecnologías en el aula al parecer son negativas, para ellos representan más obstáculos que ventajas pues no dejan pensar a los estudiantes, las configuraciones son heterogéneas y es muy difícil ayudar a los estudiantes a utilizarlas cuando a ellos mismos se les dificulta emplearlas pues para los docentes las calculadoras son un recurso tecnológico que les permite la comprobación de resultados o en el mejor de los casos disminuir el tiempo para realizar cálculos.

Aparentemente uno de los temores más grandes de los maestros es que las calculadoras obstaculizan el aprendizaje de los estudiantes pues ya no quieren realizar ninguna operación, la génesis instrumental pone en el centro el conocimiento matemático, el artefacto nunca va a sustituir la construcción del sujeto, precisamente el descuido en los procesos de instrumentación e instrumentalización ha contribuido a que no se utilicen las calculadoras o artefactos tecnológicos para potenciar el saber matemático, es importante señalar que entre más dominio tenga el sujeto de las matemáticas mejor convertirá el artefacto en un instrumento para su quehacer y esto se observó en el taller con un docente (D6), el docente de mayor experiencia, presentó en un principio mucha resistencia a iniciar la interacción con la calculadora pero se dio cuenta que su conocimiento lo ayudaba a explorar nuevas rutas y realizar rutas propias.



Por otra parte, la teoría de las representaciones sociales contribuye a dar cuenta de los procesos de instrumentación e instrumentalización, pues las creencias y actitudes de los docentes respecto a las nuevas tecnologías marcan la manera en la que interactúan con ellas, además hacen visible al sujeto al considerar su opinión y acciones en relación con este nuevo elemento de interacción que está entrando en su quehacer educativo; representan una mirada complementaria a la génesis instrumental que posiblemente fortalece la explicación de este fenómeno complejo de convertir un artefacto tecnológico en un instrumento para su actividad, así como para interpretar las significaciones de los docentes.

Entonces, no sólo debemos entender por tecnología a los dispositivos materiales producidos por la inteligencia humana, cosa que si bien es cierto lo hemos aprendido del sentido común y/o de las ingenierías y de sus enfoques clásicos de las ciencias naturales y exactas, debemos reconocerla como una herencia cultural sumamente valiosa y decisiva para las condiciones en las que ahora debemos facilitar el aprender, el aplicar y el generar conocimientos científicos; pero insistimos que la tecnología no sólo se reduce a dispositivos artificiales, sino que las tecnologías son ante todo lenguajes diversos, cuyo principal atributo es otorgar no sólo significados y significantes, sino sobre todo resignificaciones a la existencia misma, propias de la vida subjetiva de toda cultura, que a fin de cuentas es eso lo que permite la objetividad que la civilización y la cultura en general, pretenden alcanzar.

Cabe hacer mención del Psicólogo ruso S.L. Vygostki (1930), basado en la Psicología Científica hace casi un siglo, demostró que el Lenguaje (y sus leyes semióticas), es un proceso intelectual superior, que ante todo es un instrumento humano mediacional. Es decir, el lenguaje, además de ser un proceso ontológico cognoscitivo individual de suma importancia, es ante todo un proceso social: es la cultura misma. Por lo tanto, desde una mirada instrumental, es también una tecnología que gracias a la creatividad humana y a su naturaleza histórica; en palabras de los filósofos Marx y Engels (1845), y de algunos científicos de la psicofisiología como lo es el caso de Iván Pavlov (Nobel en 1904), *el lenguaje representa metafóricamente la envoltura material del pensamiento*.

Por lo tanto, uno de los desafíos de esta línea de investigación, es recuperar los diversos lenguajes y sus tecnologías, su ventaja y pertinencia social, cultural y educativa, para que hablemos en primer lugar de lo humano y de social en contextos y prácticas socioculturales determinadas, luego pensemos al para qué de esas tecnologías, de tal manera, que cuando hablemos de integración tecnológica, ubiquémosla en su dimensión humana cuyas resignificaciones e implicaciones son altamente superiores al hecho de visualizarlas como simple instrumento o artefacto innovador, como a muchos ciudadanos les sucede hoy día.

### LITERATURA CITADA

- Abric, J. C. (2001). *Prácticas Sociales y representaciones*. Ediciones Coyoacán, S. A. de C. V. México, D.F.
- Artigue, M. (2002). Learning mathematics in a cas environment: the genesis of a reflection about instrumentation and the dialectics between technical and conceptual work. *International Journal of Computers for Mathematical Learning* 7, pp. 245–274.
- Artigue, M. (2006). *Ingeniería didáctica. Cuadernos de investigación y de formación matemática*. Año 1. Número 2. Universidad de Costa Rica.

- Balderas, P. E. (1992). Aprendizaje de conceptos del cálculo mediante la graficación en computadora; Memorias de la VI Reunión Centroamericana y del Caribe sobre Formación de Profesores e Investigación en Matemática Educativa, Vol. 2, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca Mor., México. D. F.
- Balderas, P. E. (1993). Experiencias con el uso de un graficador en la enseñanza del Cálculo en la Escuela Nacional Preparatoria. *Educación Matemática*, 5(3), 125-141.
- Balderas, P. E. (1996). La enseñanza del Cálculo por computadora. *Perfiles educativos*, abril-junio, núm. 72. UNAM. México, D.F.
- Chevallard, I. (1999). El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico. *Recherches en Didactique des mathématiques*, Vol. 19, n° 2, pp. 221-266.
- Contreras, Á., García, M. y Sánchez, C. (2005). Significados institucionales y conflictos semióticos del límite de una función en la educación matemática. *REVISTA EMA*, VOL. 10, N° 2, - VOL. 10, N° 3, 413-439.
- Del castillo, E. A. y Montiel, E. Gisela. (2006) ¿artefacto o instrumento? Esa es la pregunta. CICATA-IPN. México.
- Dolores, C. (2000). Una propuesta didáctica para la enseñanza de la derivada. El futuro del cálculo infinitesimal. Capítulo V: ICME-8 Sevilla, España. Cantoral R. (coordinador). Grupo Editorial Iberoamérica. México D. F. pp. 155-181.
- Drijvers, P. y Trouche, L. (2008). From artefacts to instruments. A theoretical framework behind the orchestra metaphor. *Research on Technology and the Teaching and Learning of Mathematics*. In Glendon, W. B. and Kathleen, H. (Ed.), *Cases and Perspectives*, (pp. 363-391). The Pennsylvania State University: National Council Teacher of Mathematics.
- Elliott, J. (1996). El cambio educativo desde la investigación acción. España: Morata.
- Gil, F. y Rico, R. (2003). Concepciones y creencias del profesorado de secundaria sobre enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), 27 – 47.
- Guin, D. y Trouche, L. (1999). The Complex Process of Converting Tools into Mathematical Instruments. The Case of Calculators. *International Journal of Computers for Mathematical Learning* 3(3), 195–227.
- Guin, D. y Trouche, L. (2002). Mastering by the teacher of the instrumental genesis in CAS environments: necessity of instrumental orchestrations. In, E. Schneider (Ed.), *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, Vol. 34(5), pp. 204–211.
- Hitt, F. y Chávez H. (1993). Estructuras, modelos y procesos cognoscitivos sobre la visualización en la enseñanza del Cálculo Diferencial usando la microcomputadora; Memorias del IV Simposio Internacional sobre Investigación en Educación Matemática celebrado en la Universidad Autónoma de Cd. Juárez Chih., pp. 111-139, Edición de Filloy/Herrera/Hitt, Departamento de Matemática Educativa del CINVESTAV del IPN, México.
- López, F., Cabanillas, R., Domínguez, M., Mendoza, I. y Nevarez, L. (2005). Las representaciones sociales de los profesores universitarios sobre la tecnología educativa como herramienta de

- aprendizaje. VII Congreso Mexicano de Investigación Educativa (COMIE). Hermosillo, Sonora.
- López, F. (2012). *Pensamiento social sobre profesores universitarios y normalistas en Sinaloa*; coeditada por la Universidad Autónoma de Sinaloa y la Universidad Pedagógica Nacional, unidad 251. México.
- López, F. (2013). La cultura tecnológica, artefactos, lenguajes y re-significaciones en educación. Semanario de la Voz del Norte. Disponible en: <http://www.lavozdelnorte.com.mx/semanario/2013/04/14/la-cultura-tecnologica-artefactos-lenguajes-y-re-significaciones-en-educacion> Consultado en diciembre de 2014.
- Marx, K. y Engels, F. (1965). *The German Ideology (1845)*. London.
- Molfino, V. (2009). Los procesos de institucionalización del límite: un análisis socioepistemológico IPN – Cicata Programa de Doctorado en Matemática Educativa.
- Monaghan, J. (2004). Teachers' activities in technology-based mathematics lessons. *International Journal of Computers for Mathematical Learning* 9: 327–357.
- Moscovici, S. (1961/1979). *El psicoanálisis, su imagen y su público*. Editorial Huemul S. A. Buenos Aires, Argentina.
- Nava, A. y Reyes, G. (2009). Creencias y conocimientos acerca de pre-cálculo y cálculo de un grupo de profesores de bachillerato. El cálculo y su enseñanza. Cinvestav del Instituto politécnico Nacional, México, D.F.
- Pavlov, I. P. (1955). *Selected works*. Moscú: Foreign Publishing House. [Traducción al español: *Actividad nerviosa superior. Obras escogidas*. Barcelona: Fontanella. 1973].
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains*, Armand Colin.
- Ruthven, K., Laborde, C., Leach, J., Tiberghien, A. (2009). Design Tools in Didactical Research: Instrumenting the Epistemological and Cognitive Aspects of the Design of Teaching Sequences. *Educational Researcher*, 38(5), 329-342.
- Schön, D. (1998). *El profesional reflexivo. Cómo piensan los profesionales cuando actúan*. España: Paidós.
- Stake, R. E. (1999). *Investigación con estudio de casos*. Segunda edición. Ediciones Morata. Madrid, España.
- Trouche, L. (2004). Managing the Complexity of Human/Machine Interactions in Computerized Learning Environments: Guiding Student's Command Process Through Instrumental Orchestrations, *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 9(3), 281-307.
- Trouche, L. (2005). An instrumental, approach to mathematics learning and symbolic calculators, turning a computational device into a mathematical instrument, 137-162. Springer Netherlands.

Vigotsky, L. S. (1930). Prólogo a la edición rusa del libro de W. Köhler (1921), *Intelligenzprüfungen an Menschenaffen*. [Traducción al español: *Obras Escogidas*, 1979, T.1. Madrid: Visor, 1991.

Verillon, P. y Rabardel, P. (1995). Cognition and Artifacts: A Contribution to the Study of Thought in Relation to Instrumented Activity. *European Journal of Psychology of Education*, 10(1), 77-101

Ward, E. (2014). Representaciones semióticas y génesis instrumental en la conceptualización del límite en docentes de bachillerato. Tesis de Doctorado en Educación. Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

## Síntesis curricular

### **Fidencio López Beltrán**

Psicólogo por la UAS (1986); Maestro y Doctor en Pedagogía por la UNAM (1995-2000). Desde 2004 es miembro del SNI-I-CONACyT e integrante honorífico del SSIyT del COECyT-Sinaloa. Profesor del posgrado en Educación de la Facultad de Ciencias de la Educación y colaborador del Doctorado en Ciencias Sociales: ambos en PNPC. Líneas de investigación: Representaciones Sociales en Profesores, Ambientes de aprendizaje, Educación y Familia. Participa en el CA en psicología y gestión educativa; desarrolla trabajo colegiado académico institucional y es evaluador de proyectos de investigación de los Fondos Mixtos de CONACyT, PIFISEP-IES y PROFAPI-UAS. Autor de 4 libros y 9 capítulos individuales; coautor de 9 libros colectivos; registra 25 artículos especializados individuales, 7 en coautoría y diversas publicaciones de divulgación científica. Actualmente es PITC Tit C de la Facultad de Psicología de la UAS y es asesor del posgrado de la UPES.

### **Silvia Evelyn Ward Bringas**

Licenciada en Matemáticas por la UAS, Maestra en Educación en el campo de la intervención pedagógica y el aprendizaje escolar por la Universidad Pedagógica Nacional y Doctora en Educación por la UAS; ha sido diseñadora y coordinadora de cursos de formación continua en matemáticas para profesores de primaria y bachillerato. Ha realizado varios trabajos sobre la formación matemática de profesores de primaria y bachillerato, así como integración de las nuevas tecnologías en las clases de matemáticas. Desde 2006 ha venido fungiendo como evaluadora de proyectos educativos de desarrollo institucional en México. Ha participado como profesora de posgrado y asesora en proyectos de desarrollo institucional de la UPES. Actualmente se desempeña como Coordinadora Académica de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la UAS.