

¿ARTEFACTO O INSTRUMENTO? ESA ES LA PREGUNTA

Alejandro Del Castillo Escobedo, Gisela Montiel Espinoza

CICATA-IPN

alejandro.delcastilloescobedo@gmail.com

Campo de investigación: Tecnología Avanzada

México

Nivel: Medio

Resumen. *Existen ejemplos del uso de instrumentos en disímiles situaciones; el ábaco en la primaria o el chelista interpretando una pieza musical. En el aula la tecnología, puede resultar un instrumento para que los estudiantes examinen situaciones y problemas desde diversos ángulos, visualicen, exploren y construyan relaciones matemáticas. La tecnología perturba fuertemente el ambiente de trabajo y nos lleva a modificar los planteamientos clásicos en el salón de clases. El enfoque instrumental busca encontrar remedio a ello ubicando las potencialidades y las restricciones de la tecnología para una nueva actividad matemática que, a su vez, genere una reorganización del conocimiento de los estudiantes. La génesis instrumental estudia la construcción hecha por el estudiante al interactuar con un artefacto, convirtiéndolo en instrumento, así el estudiante se lo apropia haciéndolo parte de su actividad matemática.*

Palabras clave: artefacto, génesis instrumental, instrumento, instrumentación, instrumentalización

Introducción

El hombre, en los inicios de la humanidad, emplea un artefacto para defenderse y atacar a sus enemigos; toma una piedra astillada y la convierte en un instrumento de supervivencia: su primera arma; el mundo se ha transformado vertiginosamente desde la aparición de esa piedra astillada hasta las novedades tecnológicas que hoy tenemos a nuestro alcance.

Los artefactos, como objetos materiales, han sido compañeros de las matemáticas desde tiempos muy remotos. Euclides en el libro IV de sus Elementos indica la forma de dibujar con regla y compás algunos polígonos regulares (Joyce, 1996). En el salón de clases de matemáticas se usan objetos manipulables constantemente. El ábaco, por ejemplo, ha sido usado en las escuelas para ejecutar operaciones aritméticas.

Definiendo conceptos.

Como *máquina* entenderemos un aparato complejo, que se puede considerar que esta relativamente alejado en su interacción con el hombre, pero más consonante con la manufactura industrial o procesos similares.

Una *herramienta* es un dispositivo que originalmente nos provee de una ventaja (generalmente mecánica) al ejecutar una tarea. Entenderemos por herramienta al aparato que está disponible para dar sustento a la actividad humana. Un teléfono celular, un taladro, el lenguaje de los tarahumaras, el lenguaje que usamos nosotros, son ejemplos de herramientas.

Cuando nos referimos a una herramienta y no consideramos al usuario y sus usos, estaremos hablando de un *artefacto*. Para Rabardel (1995, p.49) un artefacto es una "*cosa que habrá sufrido una transformación de origen humano*".

El término de *instrumento* se usa para designar el artefacto en situación, delimitado por un uso, en una conexión instrumental a la acción del sujeto, como medio de éste.

Moreno (2002) expresa que si durante una ejecución ya no podemos distinguir entre el pianista y el piano, se puede afirmar que el piano forma parte del pianista. El artefacto se ha tornado en un instrumento. Si se habla de tecnología, y en particular, de software, se pretende que éste se convierta en un instrumento matemático en las manos del alumno, buscando generar en su cabeza una reorganización conceptual. Cuando el artefacto se torne en instrumento, estaremos ante los efectos estructurantes de la herramienta sobre la acción.

Un ejemplo de lo anterior, mostrado en nuestro cartel, muy artístico por cierto, es cuando Van Gogh utiliza cañas, talladas como una pluma de ganso. La caña *se convierte en el instrumento* de sus dibujos. Le da la *posibilidad* de profundizar sus hojas y de inspirar los contornos. Este *artefacto* le permite imitar el *gesto* ancho de los pintores japoneses, que no utilizan la caña, sino el pincel. Particularmente flexible, la caña da origen a una *manera de hacer*, que traduce todo un vocabulario de *signos*: punteados, plumeados, redondeados y sobre todo los remolinos que se convierten en una de las técnicas principales del pintor. (Exposición Van Gogh 2003, Arles, Francia)

La noción de instrumento es ligada a una tarea, que es asociada a su vez con un objeto. Así el instrumento autoriza al usuario a actuar sobre el objeto. La noción de instrumento aparece en los trabajos de Rabardel y está asociada con dos otros elementos: un objeto y un sujeto. Más tarde Rabardel precisa su definición del instrumento:

“La posición intermedia del instrumento lo hace un mediador de las relaciones entre el sujeto y el objeto. Constituye un universo intermedio cuya característica principal es pues doblemente adaptarse al sujeto y al objeto, una adaptación en términos de propiedades materiales y también cognitivas

y semióticas en función del tipo de actividad en el cual el instrumento se inserta o está destinado a insertarse” (Rabardel, 1995, p.72) .

Para (Trouche, 2005) un instrumento es lo que el sujeto construye a partir de un artefacto. En nuestro cartel mostramos como la gente (albañil) usa el artefacto (cuchara) para varios propósitos y por lo tanto crea sus instrumentos personales. Así el sujeto construye su propio instrumento, él se lo apropia, lo que hace al instrumento reutilizable en situaciones análogas. A través de esta conservación, el instrumento es una forma de capitalizar la experiencia acumulada (cristalizada dicen algunos autores). En este sentido, todo instrumento es conocimiento.

Marco Teórico

La transposición informática

Las computadoras son hoy en día consideradas tan relevantes en la matemática educativa que uno de los seis principios para las matemáticas escolares establecidos por los estándares de la NCTM afirman que la tecnología es esencial en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas; influye en la matemática que es enseñada y amplía el aprendizaje de los estudiantes (NCTM, 2000, p. 24).

En ese documento también se hace una reflexión sobre estos auxiliares de la enseñanza: “*La tecnología no debería ser usada como un reemplazo para las intuiciones y los entendimientos básicos; más bien, podría y debería ser usada para fomentar esas intuiciones y entendimientos*” (NCTM, 2000, p. 24). “*El uso efectivo de la tecnología en el salón de clases de matemáticas depende del maestro ... la tecnología no reemplaza al maestro de matemáticas*” (NCTM, 2000, p. 25).

Nuestra investigación se apoya en lo que Balachef (1994) denomina *transposición informática*, buscando de clarificar qué tipo de objetos de enseñanza se crean en el ambiente computacional, cuando este es desarrollado en el aula y, en consecuencia, qué tipo de aprendizaje surge en los sistemas didácticos. Se trata de un proceso complejo en el que a los contenidos propiamente matemáticos se añaden los de carácter informático correspondiente a la interface.

Balachef (1994, p. 16) define la transposición informática como:

“El trabajo sobre el conocimiento que permite una representación simbólica y la puesta en práctica de esta representación por un dispositivo informático”.

El ambiente informático permite al usuario operar de una forma más directa los objetos matemáticos y sus relaciones, concretando de alguna manera los conceptos matemáticos abstractos.

Clasificar las *restricciones* ligadas a las *potencialidades* en el uso de un software facilita, para el investigador, la realización de un análisis a priori de las distintas formas en que tal software propone realizar un tipo de tareas.

Trouche (1997), distingue tres tipos de restricciones del medio informático: internas, de comando y de organización. Las primeras no se consideran ligadas a la tarea específicamente, ya que vienen predeterminadas (naturaleza del microprocesador, capacidad de la memoria, estructura de la pantalla). Las de comando están asociadas a la sintaxis de los propios comandos, las cuales pueden modificarse —dentro de ciertos límites— para obtener un cierto resultado (ejemplo, la existencia de paréntesis para las funciones). Por último, las de organización que están ligadas al teclado y a la pantalla, es decir, a la estructuración de las informaciones y de los comandos disponibles, también pueden ser modificadas por el usuario para obtener los resultados deseados (por ejemplo, la accesibilidad del símbolo ∞).

El usuario no cuenta con una total libertad para utilizar como él pretende un artefacto dado. Como



lo señalan Luengo y Balachef (1998), su uso está, relativamente, preestructurado por el artefacto en sí mismo. En la figura se observa un utensilio de cocina diseñado para zurdos, ¿Cómo se sirve un vaso de leche (caliente, por supuesto) un diestro?. Y como señala Yerushalmy

(1997), el artefacto abre nuevas posibilidades para el aprendizaje y la conceptualización.

Si hablamos de la potencialidades tenemos que una de las principales potencialidades de un Ambiente de Geometría Dinámica, ambiente que se muestra en el cartel, es la de poder generar y apoyar experiencias cualitativas de dependencia funcional basadas en las metáforas fundamentales del movimiento y el tiempo, para el desarrollo significativo de la idea de función,

haciendo énfasis en la idea de variación o más precisamente de la covariación, esto es, una relación entre dos variaciones.

Por otra parte, Trouche (2002, p. 200) afirma: “*Es sin embargo, difícil separar las potencialidades de las restricciones: las dos están íntimamente mezcladas, toda facilidad que se le ofrece al usuario constituye al mismo tiempo una incitación a realizar un tipo de acción antes que otra*”.

La génesis instrumental

El proceso de un artefacto que se convierte en un instrumento en las manos de un usuario - en nuestro caso el estudiante - se denomina la *génesis instrumental*.

La génesis instrumental, es mostrada en nuestro cartel como una evolución en curso, no trivial y que lleva mucho tiempo. Una relación bilateral entre el artefacto y el usuario es establecida: mientras el conocimiento del estudiante dirige la manera en que el instrumento es usado y en cierto modo forma al instrumento (*instrumentalización*), las potencialidades y las restricciones del instrumento influyen en las estrategias de solución del problema por el estudiante y en las correspondientes concepciones emergentes (*instrumentación*).

Trouche (2004) afirma que un instrumento puede considerarse una extensión del cuerpo, un órgano funcional hecho de un artefacto (o parte de él) y de una componente psicológica (la organización de la actividad con un fin dado). El instrumento es entonces el producto de una historia: El usuario a partir de un artefacto, construye un instrumento, en un entorno determinado, para realizar una tarea específica. Esta historia, que se denomina *génesis instrumental*, es el curso de un complejo proceso que necesita tiempo para relacionar a las características del artefacto (sus potencialidades y sus restricciones) con la actividad del sujeto, sus conocimientos previos y su antiguo método de trabajo.

Como se menciono anteriormente esta génesis contiene dos entidades, una primera que se refiere a la apropiación del artefacto y de sus propiedades: la *instrumentalización*; la otra se refiere en la construcción de los esquemas de uso: la *instrumentación*.

La instrumentalización

En el curso del proceso de instrumentalización, el sujeto se apropia de las propiedades iniciales del artefacto, derivadas de su primera uso. El sujeto se adapta al artefacto. El sujeto puede también construir nuevas funciones del artefacto, así es el artefacto el que se adapta a las necesidades del usuario.

Este proceso que dirige el sujeto, implica varias etapas:

Una etapa de descubrimiento y de la selección de las teclas relevantes (para nuestro cartel, en el Ambiente de Geometría Dinámica (AGD))

Una etapa de personalización (uno ajusta el AGD a sus necesidades personales)

Una etapa de transformación de la herramienta, inclusive con modificaciones no previstas por el diseñador: modificación de la barra de menú, creación de los atajos del teclado, creación de herramientas personales.

La instrumentalización es la expresión de la actividad específica de un sujeto: sobre lo que el usuario piensa en relación para que fue construido el artefacto y cómo debe ser utilizado: la elaboración de un instrumento ocurre en su uso. La Instrumentalización conduce así al enriquecimiento de un artefacto, o a su empobrecimiento (Trouche, 2005, p.148).

La instrumentación

El proceso de instrumentación se refiere a la construcción de esquemas de uso por el sujeto. Los diseños de uso tienen una componente privada, es decir, una construcción consustancial al sujeto. Tienen también un componente social, es decir, resultante de las interacciones del sujeto con los otros usuarios, diseñadores y de las distintas ayudas exteriores. De la misma forma que la utilización de las señales psicológicas influye sobre los pensamientos del sujeto, la génesis instrumental permite hacer evolucionar las concepciones del sujeto relativo al objeto contemplado por el instrumento. Las concepciones evolucionan por la adaptación a las dificultades de las herramientas y también por la consideración de las potencialidades.

El progresivo descubrimiento del sujeto de las propiedades (intrínsecas) de los artefactos va acompañado de la adaptación de sus esquemas, así como los cambios en la significación del instrumento resultante de la asociación del artefacto con los nuevos esquemas.

El nacimiento de estos esquemas, la asimilación de nuevos artefactos a los esquemas (que dan así un nuevo significado a los artefactos), la adaptación de los esquemas (que contribuyen a sus cambios en el significado), constituye esta segunda dimensión de la génesis instrumental: el proceso de instrumentación.

En nuestro cartel y mediante un ambiente SAC (Sistema Algebraico Computarizado) mostramos que el sujeto debe adaptar su percepción a las gráficas que el artefacto le muestra.

Esta investigación hace uso de la tecnología y toma como marco a la Génesis Instrumental y se pretende adquirir elementos de cómo la tecnología se integra al estudiante para que construya conocimiento matemático. A partir de este marco la investigación nos proporciona elementos de estudio de cómo nuestro artefacto, el Ambiente Gráfico Dinámico, se convierte en un instrumento producto de la génesis instrumental, y suponemos de hipótesis que el manejo de este ambiente, basado en los esquemas de uso apropiados, permite esta construcción del instrumento de tal manera que se integra al estudiante.

Metodología

Comprobaremos nuestra hipótesis con el análisis cualitativo bajo la perspectiva del marco teórico ya comentado. En la investigación se estudian situaciones de simulación del movimiento en un ambiente gráfico dinámico con estudiantes del Nivel Medio Superior de un C.B.T.i.s. de quinto semestre. Estas simulaciones junto con el uso de las gráficas, tablas y la dualidad instrumentación-instrumentalización nos dan elementos que permiten la integración del instrumento por el estudiante. Esto es, generar y apoyar experiencias cualitativas de dependencia funcional basadas en las metáforas fundamentales del movimiento y el tiempo, para el desarrollo significativo de la idea de función.

De esta manera se pretende descubrir indicadores de una integración tecnológica al estudiante que le permita cimentar su conocimiento matemático.

Conclusión

Este cartel se acoge al seno de la aproximación instrumental, un marco teórico que abarca elementos de la ergonomía cognoscitiva (Verillon y Rabardel, 1995) y la Teoría Antropológica de lo Didáctico (Chevallard, 1992).

Sólo con los materiales concretos no se generaría aprendizaje de las nociones matemáticas, es necesario que el alumno interactúe con ellos en un ambiente organizado. Esta interacción es objeto de estudio dentro de la Matemática Educativa y nuestro interés en este trabajo.

En este cartel se presentaron cuatro distintos instrumentos y sus correspondientes historias:

Uno enclavado dentro de la actividad humana y que tiene poca relación con el quehacer educativo: La *cuchara* (bellota) de un albañil. El otro relacionado con el pincel de un pintor. Los otros dos, más cercanos a nuestro entorno: un software de geometría dinámica que tiene como finalidad dibujar diagramas geométricos variables sobre la pantalla de la computadora (o de la calculadora); y un software SAC (Sistema Algebraico Computacional) que consta generalmente de tres paquetes de software para manipulación simbólica, resolución numérica, y graficación.

Referencias bibliográficas

Balacheff, N. (1994). Didactique et intelligence artificielle. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 14(172), 9-42.

Chevallard Y. (1992). Concepts fondamentaux de la didactique : perspectives apportées par une approche anthropologique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 12(1), 77-111.

Joyce, D. (1996). *Los elementos de Euclides*. Recuperado el 11 de Octubre del 2008, disponible en: http://www.euclides.org/menu/elements_esp/indiceeuclides.htm.

Luengo, V. y Balacheff, N. (1998). Contraintes informatiques et environnements d'apprentissage de la démonstration en géométrie. *Sciences et Techniques Educatives*, 5(1), 15-45.

Moreno L. (2002, enero). Instrumentos Matemáticos computacionales. En *Memorias del seminario nacional de formación de docentes en el uso de nuevas tecnologías en el aula de matemáticas*. Ministerio de Educación, República de Colombia, Bogotá, Colombia.

- N.C.T.M. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. NCTM. Reston, Virginia.
- Rabardel P. (1995). *Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains*. Paris, Armand Colin.
- Trouche L. (1997). *A propos de l'apprentissage de fonctions dans un environnement de calculatrices, étude des rapports entre processus de conceptualisation et processus d'instrumentation*. Thèse de doctorat. Université de Montpellier.
- Trouche, L. (2002). Une approche instrumentale de l'apprentissage des mathématiques dans des environnements de calculatrice symbolique. En D. Guin y L. Trouche (Eds.). *Calculatrices Symboliques. transformer un outil en un instrument du travail informatique: un problème didactique* (pp. 187-214). Grenoble, Francia.:La Pensée Sauvage.
- Trouche, L. (2004). Managing the complexity of human/machine interactions in computerized learning environments. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 9(3), 281-307.
- Trouche, L. (2005). An instrumental approach to mathematics learning in symbolic calculators environments. En D. Guin, K. Ruthven y L. Trouche (Eds.). *The didactical Challenge of Symbolic Calculators, turning a computational device into a mathematical instrument* (pp. 137-162). Springer Netherlands.
- 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.
- Yerushalmy M. (1997). Reaching the unreachable: technology and the semantics of asymptotes. *International Journal Computer Learning*, 2, 1-25.