Congreso Iberoamericano
LA EDUCACIÓN ANTE EL NUEVO ENTORNO DIGITAL
UNED formaciónib
ISBN 978-84-948417-1-2

Un desafío para las prácticas educativas matemáticas:

Redefiniendo el posicionamiento docente ante la era digital

Cornejo Endara, Rafael Adrián
Departamento de Matemática, Universidad Nacional del Sur, Av. Alem 1253, Bahía Blanca
rcornejo@uns.edu.ar

ISBN 978-84-948417-1-2

1. Resumen

En las últimas décadas se vienen dando cambios sociales importantes producto de los avances tecnológicos. Las aulas no escapan a esta realidad pudiéndose observar una proliferación en la creación de diferentes herramientas educativas. Estos cambios se ven acentuados y acelerados por la masificación de aparatos tecnológicos tales como los Smartphone, que permiten a la mayoría de los ciudadanos contar con diferentes softwares para el trabajo en matemática particularmente. Atendiendo a este contexto, como docente de nivel superior e investigador, me planteo los siguientes interrogantes: ¿Por qué esta proliferación de softwares educativos tiene un impacto mínimo o nulo en las aulas de matemática de nivel superior? ¿Cuáles son los miedos y resistencias que tienen los docentes de esta área del conocimiento para permitir la aplicación de estos programas en sus aulas? ¿Qué podemos proponer desde los marcos teóricos para revertir estas resistencias? En el siguiente trabajo no se pretende dar respuesta exhaustiva a cada una de estas cuestiones. El propósito es realizar una breve descripción y análisis de cómo estos nuevos actantes modifican las relaciones de los alumnos con el saber matemático y algunas prácticas terapéuticas que permitan a los docentes, al menos cuestionarse la posibilidad de permitir su uso dentro de sus aulas. En particular nos centraremos en los procesos de enseñanza de curvas paramétricas mediado por el Software GeoGebra, experiencia realizada en la asignatura Análisis Matemático I, perteneciente al primer año de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Sur.

2. Marco teórico

Para el análisis de la propuesta me he centrado principalmente en cuatro autores, los cuales no solo nos sirven de referencia sino también nos permiten pensar y cuestionar nuestras prácticas como docentes.

Es así que nos interesa analizar nuestras prácticas profesionales desde teorías tales como la de actor red (Latour, 1998). La importancia de esta teoría para nuestro análisis se basa en que los actantes no humanos que se imbrican en las relaciones entre seres humanos tienen actancia. Es decir modifican las relaciones que se establecen entre los diferentes actores de las redes socio-técnicas.

También son importantes los aportes de Bernard Stiegler, que como pensador crítico nos interpela para repensar nuestra relación con los algoritmos y las prácticas que pueden ayudar a generar nuestra individuación profesional. Entendiendo por individuación la generación de categorías que nos diferencian y hacen imposible que los algoritmos puedan abarcarnos.

Como el trabajo parte del análisis de una actividad matemática, y por las características de los objetos de esta disciplina, se nos hace casi imposible no analizar la experiencia a partir de alguna teoría cognitiva. Es por esto que como marco para dicho análisis hemos utilizado la teoría de representaciones semióticas de Duval. Y por el mismo motivo, es decir la especificidad del contenido, adoptamos algunos aportes de Balacheff respecto

ISBN 978-84-948417-1-2

a los quehaceres matemáticos más importantes como son el caso de la validación y el control.

3. Análisis de la Propuesta

En las últimas décadas se vienen dando cambios sociales importantes producto de los avances tecnológicos. Las aulas no escapan a esta realidad pudiéndose observar una proliferación en la creación de diferentes herramientas educativas.

Es así que en los procesos educativos en matemática han hecho su aparición nuevos actantes (Latour, 1998), que modifican la forma en que los alumnos se apropian de los saberes matemáticos. En el siguiente trabajo analizaré las agencias de estos actantes, en el caso particular del contenido curvas paramétricas planas.

Comenzaré definiendo que se entiende por ecuación paramétrica:

> "Consideremos una curva *C* engendrada por un punto móvil M(x,y), las coordenadas serán funciones del tiempo t:
>
> $$x = f(t), \qquad y = g(t)$$
>
> y estas ecuaciones, que representan analíticamente la curva mediante una variable auxiliar o parámetro t, se llaman ecuaciones paramétricas de la curva " (Rey Pastor, 1969)

Una de las actividades más interesantes que se trabajan con estas curvas es la determinación del sentido de recorrido que tiene el móvil.

Lo que me interesa analizar es cómo el software GeoGebra, se constituye en un actante que modifica las redes socio-técnicas tradicional en el área de las matemáticas al estudiar el sentido de recorrido de la curva, y cómo los docentes debemos generar nuevas categorías respecto a los saberes que un alumno debe adquirir para que nos permitan reducir las resistencias de incorporar estas tecnologías en las aulas de nivel superior. Hablamos de generar nuevas categorías (Stiegler, en Ré, 2016) ya que tradicionalmente se considera que un alumno "ha aprendido" el tema si es capaz de determinar el sentido de recorrido. Y para determinar el sentido de recorrido un alumno puede realizar una serie de pasos algorítmicos que con la utilización del software quedan obsoletos. Para esto comenzaré describiendo cómo se constituían tradicionalmente estas redes y cómo han evolucionado con la aparición de este software en particular.

Tradicionalmente para determinar el sentido de recorrido de una curva dada su ecuación paramétrica un alumno podría determinar diferentes puntos (x,y) en el plano cartesiano a partir de reemplazar distintos valores de la variable auxiliar t, generando así tablas de valores que le permitan leer e inferir cómo se va trasladando la partícula a lo largo de la curva en cuestión. Este tratamiento da como resultado el siguiente sintagma:

Sintagma tradicional: Docente-Actividad con ecuaciones paramétricas-Alumno-Calculadora-Tabla de valores-Hoja milimetrada-Docente (H-NH-H-NH-NH-NH-H)

ISBN 978-84-948417-1-2

Gracias a los algoritmos que utiliza el GeoGebra, este permite por ejemplo generar un deslizador y asociar al mismo un punto en el objeto (en nuestro caso la curva *C*), de tal modo que al utilizar el deslizador el punto en la curva se va moviendo, lo que le permite al alumno visualizar la forma en que se desplaza la partícula a lo largo de la curva. Este actante tiene un gran impacto en el sintagma tradicional antes mencionado dado como resultado:

Sintagma Nuevo: Docente-Actividad con ecuaciones paramétricas- Alumno-GeoGebra-Hoja-Docente (H-NH-H-NH-NH-H)

En este caso vemos la sustitución o paradigma (Latour, 1998) de los actantes Calculadora, Tabla de valores y Hoja milimetrada por el actante GeoGebra y Hoja. Esta sustitución de actantes es resultado de la aplicación de algoritmos que el software permite ejecutar de forma rápida y sencilla.

Considero que al observar este paradigma, se evidencia en cierta forma el porqué de tantas resistencias en la implementación de este software por parte de los profesores en la vida cotidiana en las aulas de nivel superior. Ya que el alumno pierde centralidad en la realización de ciertos procesos que tradicionalmente son importantes para los docentes como elementos que permiten analizar los saberes de los alumnos, me estoy refiriendo a la idea de aritmetización del cálculo expuesta por Artigue.

La cuestión es qué nuevas categorías, entendiendo a estas como terapéuticas, podemos generar como docentes para aceptar la utilización del software en el aula y fundamentalmente en los procesos evaluativos a los que sometemos los aprendizajes de nuestros alumnos. Con las prácticas actuales, donde el trabajo matemático con estas curvas se limita a la determinación por medios algorítmicos de los sentidos de recorrido. Esta actividad meramente algorítmica es esencialmente incompatible con permitir la utilización del GeoGebra dentro de las aulas como veremos más adelante.

Algunas de estas categorías tienen que ver con desarrollar nuevas prácticas que podríamos fomentar en las aulas y otras con la generación de nuevos indicadores de aprendizaje que permitan la utilización de software como mediadores entre el saber y nuestros alumnos.

En relación a las nuevas prácticas sería deseable el fomentar el quehacer matemático, es decir, pensar que las labores que realizar nuestros alumnos se asemejen a las tareas propias de la actividad que debe realizar un matemático. Para alcanzar este propósito, considero que es esencial recuperar algunas de estas tareas como son explorar, conjeturar, inferir así como también activar en los alumnos procesos de validación y control (Balacheff, 2000) que llevan adelante los matemáticos a diario en su labor científica.

Cómo impacta esto en el ejemplo que venimos desarrollando. El foco se corre de la determinación del sentido de recorrido y se posa sobre los procesos de validación y las argumentaciones que pueden esgrimir los alumnos respecto al sentido de recorrido, actividades que el software no puede realizar.

Para lograr dichas argumentaciones, es necesario que el alumno recurra a la articulación de diferentes registros de representación semióticos (Duval, 2006) realizando por ejemplo distintos gráficos y analizándolos en conjunto o aplicando conceptos más complejos del cálculo diferencial e integral.

Así, por ejemplo, es indispensable modificar enunciados que se utilizan tradicionalmente para capitalizar y hacer evidente estas nuevas categorías:

ISBN 978-84-948417-1-2

Dada la curva *C*: $\begin{cases} x = 3 + \frac{3}{2}\,t \\ y = 5 + t \end{cases}$, $t \in R$ determinar e indicar en el gráfico el sentido de recorrido.

En esta actividad el docente utilizando las categorías tradicionales podría considerar que algunos indicios de aprendizaje a partir de observar que el alumno ha sido capaz de aplicar los algoritmos que permiten determinar el sentido de recorrido de la curva. Esta actividad considero tiene dos desventajas evidentes:

La primera es que es una actividad que como ya hemos mencionada puede realizar el GeoGebra sin más que la necesidad de que un usuario introduzca los comandos necesarios. Es decir que si se habilita la utilización de un dispositivo tecnológico que disponga del software, el usuario no tiene una labor más trascendente que introducir la curva y aplicar distintos algoritmos que ya están escritos en el programa.

La segunda desventaja es que este tipo de consignas imposibilita el ingreso a una nueva mirada en la cual el GeoGebra se pueda constituir como una herramienta de mediación tecnológica para resolverla. Esta restricción pone nuevamente sobre el tablero la necesidad de repensar y redefinir los indicadores actuales de aprendizaje de nuestros alumnos.

¿Cómo podríamos reelaborar esta consigna para superar estos enfoques reduccionistas?

Dadas las siguientes curvas:

i. $\begin{cases} x = 3 + \frac{3}{2}\,t \\ y = 5 + t \end{cases}$, $t \in R$

ii. $\begin{cases} x = \frac{3}{2}\,\mathrm{tg}(t) \\ y = 3 + \mathrm{tg}(t) \end{cases}$, $t \in [0,2\pi)$

a. Identificar similitudes y diferencias entre las distintas curvas paramétricas. Argumentar matemáticamente sus afirmaciones.
b. Verificar si es que pasan por el punto P(3/2, 4) y hallar, si es posible, los valores de los parámetros en cada caso.

Esta actividad así planteada considero exige al alumno procesos cognitivos más complejos que la anterior en parte porque es el alumno el que tiene que tomar decisiones respecto de cómo proceder frente a los interrogantes que se le plantean, permitiéndonos como docentes el observar la coherencia de dichas decisiones.

Aunque esencialmente lo que se les pide a los alumnos es que hallen el sentido de recorrido de cada curva este pedido no se explicita, pero es la única diferencia que los alumnos pueden hallar entre las dos curvas paramétricas. Al pedir que se argumente matemáticamente las afirmaciones se les exige que no solo sostengan sus juicios con la observación sino que tengan que validar los resultados que el software les muestra, lo cual mantiene el espíritu de esta nueva mirada respecto del quehacer matemático en las aulas.

4. Conclusiones

Estas simples modificaciones en un enunciado tradicional implican que el alumno debe realizar proceso más complejos y no algoritmos que los que tradicionalmente se les exige para resolver la situación problemática planteada, generando terapéuticas que permiten salir de lo algorítmico del programa a utilizar. De esta forma considero que la utilización del software dentro del aula ya no es un riesgo para el proceso de aprendizaje ya que su utilización requiere un saber matemáticamente más rico, por parte del alumno. De hecho la utilización del GeoGebra permite un mayor potencial para el trabajo matemático del alumno, generando aprendizajes más significativos y ricos que los que alcanzamos actualmente sobre este contenido.

Bibliografía

Balacheff, N. (2000). Procesos de Prueba en los Alumnos de Matemáticas. Bogotá: una empresa docente. Universidad de los Andes.

Duval, R. (2006). Un tema crucial en la educación matemática: la habilidad para cambiar de registros de representación. La gaceta de la RSME, 9(1), 143-168.

Latour, B. (1998). La tecnología es la sociedad hecha para que dure. En Domenech, M. y Tirado, F. J. (Eds.), Sociología simétrica. Ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad (pp. 109-142). Barcelona: Gedisa.

Ré, A. (2016). Tecnoestética y sensorium contemporáneo en la producción y recepción de obras (Apuntes sobre Bernard Stiegler) en Poesía de experimentación latinoamericana: arte, ciencia y tecnología 1980-2010.

Rey Pastor, P. y Calleja, T. (8va edición, 1969). Análisis Matemático, Vol I. Buenos Aires: Editorial Kapelusz.