

El rol dinámico de una hoja de signos en la actividad Matemática

Leonardo Javier D'andrea^{1,2}

¹ Universidad Nacional de Quilmes, Argentina.

² dandrealj@yahoo.com

Resumen

En el presente artículo se propone compartir una experiencia áulica referida al diseño y uso de una hoja de signos (matemáticos) para resignificar la labor de los estudiantes y el docente durante la enseñanza y el aprendizaje de Análisis Matemático 1, en el primer año de las carreras de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes, Argentina. Luego de implementar el instrumento durante la resolución de problemas (incluyendo las instancias evaluativas), propuesta basada en la *actividad mediata* definida por Lev Vygotsky, y ante los alcances y las limitaciones que ocurrieron en las primeras experiencias durante los años 2016 y 2017; se analizan los resultados y reformula la iniciativa a partir de la Teoría de la Objetivación y la Semiótica Cultural desarrolladas por el Doctor Luis Radford, centrados en el concepto de *labor conjunta*.

Se comparten las primeras respuestas de los estudiantes y algunas de las observaciones realizadas por el Dr. Radford al conocer la propuesta durante el año 2018, que conducen a reflexiones finales sobre cómo redefinir el empleo del recurso didáctico en la instrucción de la Matemática.

Palabras clave: Teoría Sociocultural; Labor Conjunta; Actividad Mediata; Teoría de la Objetivación; Enseñanza.

Introducción: la propuesta inicial

Desde el segundo cuatrimestre de 2016, con el objeto de resignificar las clases ante las dificultades¹ que se perciben en el aprendizaje durante la cursada de Análisis Matemático 1 en el primer año en las carreras de Ciencia y Tecnología, y enmarcados en la Teoría Sociocultural, se propuso el diseño y uso de una “hoja de signos” por parte de cada estudiante.

La premisa vygotskyana con la que inició la propuesta es otorgar un papel fundamental a la experiencia del alumno, la cual está determinada por el medio social, donde la tarea del docente ya no se basa simplemente en brindar información sino en ser un organizador del medio social educativo, el regulador y controlador de sus interacciones con el educando.

Respecto a la elección de la Teoría Sociocultural como marco teórico, se realizó una revisión de la literatura que permitiera especificar esta teoría de la Psicología Cognitiva a la enseñanza de la Matemática. Uno de los trabajos que formaron parte de los antecedentes fue el artículo donde se describe el aprendizaje del uso de signos en Álgebra desde una perspectiva post-vygotskyana. Entre las ideas más importantes asociadas a la propuesta, Radford (1999) afirma: “los signos que un individuo utiliza cuando resuelve un problema no son pues, en nuestra perspectiva, accesorios a través de los cuales el pensamiento interno se manifiesta en el mundo exterior, sino el *pensamiento mismo materializado*” (p. 32); “las ideas son vistas como interiorización de acciones mediadas” (p. 49); “el pensamiento no es *acarreado* o *vestido* por signos. Al contrario, el pensamiento – conviene insistir – ocurre y existe *en y a través* de signos” (p. 50).

La “hoja de signos” en la actividad mediata

Vygotsky (2012/1978) considera el uso de instrumentos y el uso de signos como dos tipos de actividad mediata (o indirecta) en la resolución de tareas. La propuesta era incluir en el trabajo de la cursada, el diseño y uso de una “hoja de signos” a cargo de cada estudiante en forma individual, y que podría utilizar para orientarse en la resolución de situaciones problemáticas tanto en las etapas de clases teórico-prácticas como evaluativas.

¹ En reuniones de departamento al inicio del año 2016 como del 2017, en la Universidad Nacional de Quilmes desde el Departamento de Ciencia y Tecnología, se reitera la situación del alto número de recursantes tanto en Análisis Matemático 1 como en Álgebra y Geometría Analítica, junto al abandono de la cursada y un porcentaje de aprobación inferior al 30% de los que rinden todos los parciales e integradores.

La teoría vygotskyana afirma que el empleo de signos auxiliares interviene entre el campo sensorial y el sistema motor, posibilitando nuevas formas de conducta; el sistema de signos reestructura todo el proceso psicológico, ya que inicia la transición a las actividades intelectuales superiores. En toda forma elemental de conducta se presupone una reacción directa a la tarea impuesta al hombre, expresada mediante la fórmula $S \rightarrow R$, y la estructura de las operaciones con signos requiere un vínculo intermedio entre el estímulo y la respuesta. Dicho estímulo (signo) de segundo orden introducido en la operación, cumple la función especial de crear una nueva relación: invierte la acción, ya que opera en el individuo y no en el entorno. Además, el término “introducido” refiere a que el individuo debe estar activamente comprometido a establecer dicho vínculo. De esta manera surge un acto complejo y mediato.

La idea vygotskyana de la que partimos es que el uso de medios artificiales, a través de la actividad mediata, puede cambiar profundamente todas las funciones psicológicas tales como la memoria, la percepción y la apercepción, la atención voluntaria e involuntaria, la formación de conceptos, la inteligencia práctica, el lenguaje.

Al inicio de la propuesta, los objetivos fueron: (a) analizar cómo el estudiante construye esa “hoja de signos”, e (b) indagar en qué medida y bajo qué circunstancias ese material auxiliar lo orienta en la comprensión de los contenidos en Análisis Matemático 1.

La propuesta de analizar el diseño de una “hoja de signos” no sólo brindaría la posibilidad de conocer cómo los estudiantes seleccionan la información (proveniente de lo elaborado en la clase y/o de otros medios), sino también reconocer el potencial o las dificultades que surjan en su implementación.

Algunos aportes de la teoría de la semiótica cultural y la teoría de la objetivación

Desde la educación matemática, Radford (2000) enfatiza la idea de una relación estrecha entre actividad y conocimiento. Basado en la teoría vygtskyana acerca de la relación sujeto-objeto, se analiza la distinción sobre la *noción de aprendizaje* entre las perspectivas socio-constructivistas y las perspectivas socioculturales: las primeras lo consideran como un proceso en el que los estudiantes activamente reorganizan sus formas de participación en prácticas de clase; y las segundas perspectivas, lo entienden como proceso activo de adquisición de un conocimiento interiorizado que se presenta como “objeto externo”

históricamente constituido. Creemos que esta observación que realiza Radford (2000), permite llevar adelante la propuesta de acordar con los estudiantes el diseño y uso de la hoja de signos:

En vez de encontrarse con un entorno simplemente facilitador, el alumno se encuentra con un sistema de ideas y signos culturalmente sancionados al cual tiene acceso indirecto, mediado, que trasciende el entorno social de la sala de clase y cuyo “modo de empleo” se encuentra inmerso en relaciones sociales y prácticas culturales propias y a las que el niño accede a través de su implicación en diferentes actividades. El aprendizaje no es, pues, solamente reorganización conceptual, es sobre todo la adquisición de sistemas de ideas y de signos que llevan consigo las estructuras sociales, simbólicas, históricas y otras que, para decirlo en un tono vigotskiano, vienen a “alterar” la biología natural de los procesos psíquicos del individuo, culturizándolos e historizándolos. (p. 65)

Para completar la propuesta de la mediación semiótica, Radford (2004) propone ir más allá de adjudicar a los signos el simple rol de representación del conocimiento. Profundizando las ideas vygotskianas sobre la implicancia de los signos en el desarrollo de las funciones psicológicas superiores, se plantea que desde un punto de vista cognitivo la semiótica desempeña un papel de objetivación del saber.

En la Teoría de la Objetivación, el principio principal es la idea de *labor* basado en el materialismo dialéctico hegeliano, donde la idea fundamental es la constitución dinámica y recíproca entre ser y cultura: la labor va más allá de la satisfacción de las necesidades humanas, “es una *forma social de acción conjunta* que incluye nociones de expresión del sujeto que labora (...) Es a través de la labor o trabajo que los individuos se desarrollan y se transforman continuamente” (Radford, 2014, p. 137).

Por lo tanto, la dialéctica enseñanza y aprendizaje debe comprenderse como una *labor conjunta* y no como dos procesos distintos: “una labor conjunta que ocurre en un espacio socio-político al interior del cual tiene lugar un conociendo (*knowing*) y el volviéndose (*becoming*), esto es volviéndose sujeto en tanto que proyecto histórico-social siempre inconcluso, siempre en movimiento” (Radford, 2014, p.138).

La hoja de signos como artefacto dinámico: tensión entre el pasado y el futuro

Hemos podido en octubre de 2018 hacer llegar vía mail al doctor Radford la propuesta de la implementación de una hoja de signos, y en su devolución realiza un análisis de este

instrumento reconociéndolo como un artefacto que lleva inmerso una tensión entre el pasado y el futuro:

La hoja de signos mira hacia pasado porque de alguna manera es una recopilación y una selección de experiencias que los estudiantes están haciendo con la Matemática; y por otro lado, esta hoja apunta hacia el futuro en la medida que está siendo producida precisamente para organizar a través de ella comportamientos, pensamientos. (Radford, comunicación personal, 28 de septiembre de 2018)

Además, Radford ha caracterizado a la hoja de signos como un artefacto evolutivo, un artefacto dinámico, que va cambiando conforme los estudiantes van aprendiendo: la relación con la hoja de signos tendría que tener una relación dinámica donde coloquemos lo que hemos aprendido, podamos modificarla, ir eliminando y añadiendo cosas, estableciendo nuevas relaciones (Radford, comunicación personal, 28 de septiembre de 2018).

En función a estas ideas, se realiza una encuesta a 18 (dieciocho) estudiantes que cursan, durante el segundo cuatrimestre de 2018, Análisis Matemático 1 del Departamento de Ciencia y Tecnología en la Universidad Nacional de Quilmes, Provincia de Buenos Aires. La totalidad de los encuestados ha implementado el instrumento.

El grupo de cursantes se compone de 11 (once) hombres y 7 (siete) mujeres, cuyo rango de edad se encuentra entre los dieciocho a treinta y cinco años, siendo el promedio 22 (veintidós) años. Solo tres de los estudiantes son recursantes de la materia.

Para analizar el instrumento implementado, seguiremos los dos niveles que describe Radford (comunicación personal, 28 de septiembre de 2018) en su análisis sobre el artefacto: un nivel objetivo o conceptual, referido a las relaciones entre signos que provienen de la manera en que los conceptos matemáticos están relaciones entre sí; y un nivel vivencial, que tiene que ver con la relación subjetiva con la Matemática y a los signos que van dejando traza de ella.

Respecto al primer nivel, hemos seleccionado algunas hojas de signos (*véase* Figura 1) donde se puede percibir claras anotaciones con “fronteras”, sectores o zonas desconectadas, diferenciadas intencionalmente que nos podrían dar cuenta de la parcialidad y la desconexión de los objetos matemáticos, sin establecer alguna relación entre ellos. Algunos interrogantes que surgen son: ¿esto da cuenta del modo de percepción de los saberes

trabajados, como independientes y sin interacción, una comprensión parcializada de los mismos? ¿Se ha trabajado en la clase con los conocimientos como bloques desconectados? ¿Qué tipos de actividades se han propuesto y de qué modo las situaciones problemáticas dan cuenta de conexiones entre los objetos matemáticos?

Si consideramos el concepto de actividad tal como lo plantea Leontiev (1984) en la Teoría sobre la Actividad, basada en la concepción marxista de la teoría materialista del conocimiento, lo que deberíamos analizar es el contacto práctico del docente y los estudiantes con los objetos matemáticos trabajados:

“(…) la actividad, en su forma inicial y básica, es la actividad sensorial práctica, durante la cual los hombres se ponen en contacto práctico con los objetos del mundo circundante, experimentan en sí mismos la resistencia de esos objetos y actúan sobre ellos, subordinándose a sus propiedades”
(Leontiev, 1984, p. 20)

Estas nociones de los procesos de la actividad del sujeto que, según Leontiev (1984), son siempre inicialmente externas y prácticas, para luego adquirir la forma de actividad interna, de actividad de la conciencia; nos dirigen al segundo nivel que mencionábamos, el vivencial: ¿cuál es la relación subjetiva de los estudiantes con los conocimientos durante la cursada?

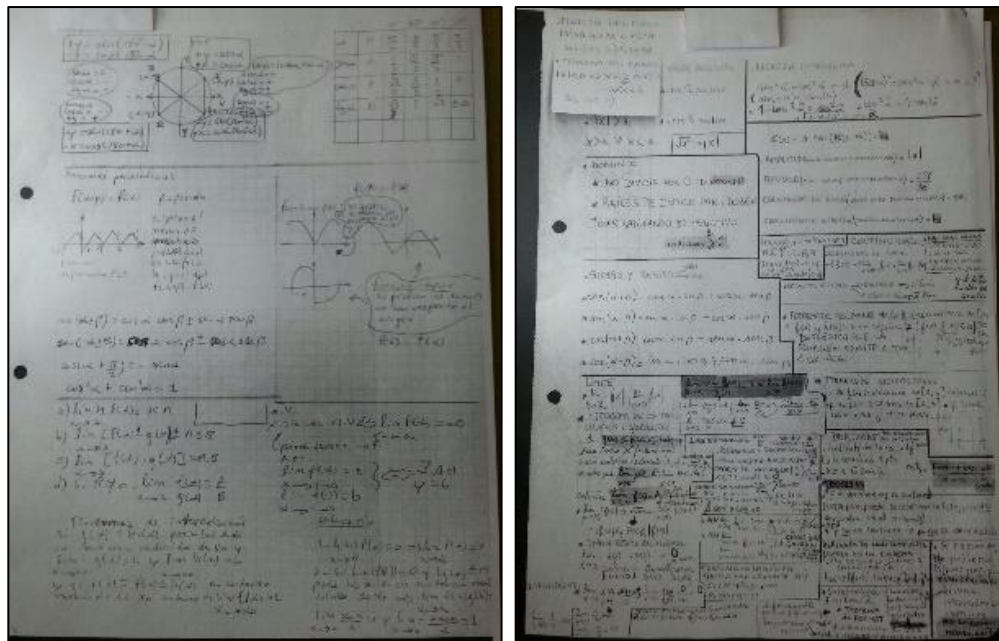


Figura 1: Dos ejemplos de hojas de signos de estudiantes durante 2018

En principio, hemos observado que las carreras que siguen los estudiantes en el curso son variadas: un estudiante de Arquitectura Naval, siete de ellos estudian Licenciatura en

Biotecnología, cuatro cursan Ingeniería en Alimentos, dos estudiantes de la Licenciatura en Informática y tres se encuentran cursando Ingeniería en Automatización y Control Industrial.

Esta diversidad de carreras de Ciencia y Tecnología permite prever y obliga a considerar una amplia y compleja variedad de creencias y acercamientos hacia los saberes matemáticos, donde los jóvenes percibirán a las herramientas que puede brindar la Matemática y, en particular, el Análisis Matemático de un modo muy distinto, según los intereses y los requerimientos de sus futuras tareas profesionales.

Enfocándonos en el diseño y uso de las hojas de signos, más del 60% ha realizado su material con más de tres días de anticipación al parcial, lo cual da cuenta de un interés por diseñar el material que no se reduce a una “obligación” para presentarse al examen, dejando su realización a último momento.

Respecto a qué materiales han utilizado en el diseño, casi el 70% ha elegido el cuaderno o carpeta de clase, 30% uso las guías teórico-prácticas de la cátedra, solo un estudiantes empleó libros de texto y cuatro de los cursantes recurrió a Internet. Nos preguntamos: ¿es reducida la variedad de fuentes elegidas? ¿Han consultado al docente sobre los materiales? ¿Debe incentivarse y de qué manera el uso de libros de texto y/o de internet con el fin de complementar las anotaciones en los cuadernos y carpetas?

Cuando se consulta qué percepción tienen de la utilidad de una hoja de signos, el 95% la considera beneficiosa (véase Figura 2) para la resolución de las actividades (fundamentalmente durante el examen), y un único estudiante considera que no sabe si es útil explicando que depende de cada persona y su uso durante las tareas.

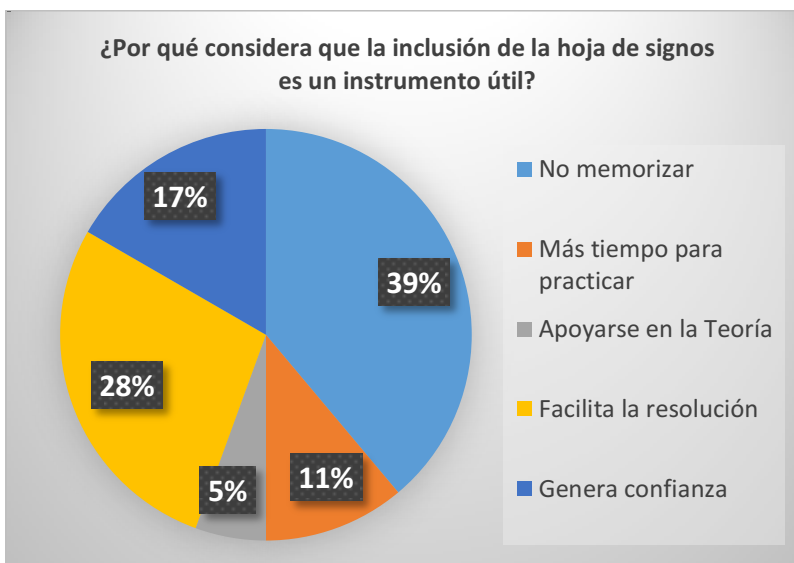


Figura 2: Opinión de los estudiantes sobre la utilidad de la hoja de signos

Posteriormente, hemos consultado si ha influenciado y cómo en el estudio para los exámenes saber que contarían con la hoja de signos. A pesar de que el 95% de los encuestados respondió que es beneficiosa la implementación, un 50% respondió que sí modificó su estudio y entre las razones se mencionan: no estudiar tanto las fórmulas, contar con mayor tiempo para practicar, generó seguridad.

Pero la mitad restante respondió que no modificó sus acciones en la cursada, justificando que igualmente fue necesario practicar, se estudió de la misma manera que sin el instrumento, se necesitó comprender los temas a pesar de contar con la hoja.

Finalmente, cuando consultamos si se debe continuar con la propuesta de diseño y uso de una hoja de signos, la totalidad de los estudiantes responde que sí justificando con las mismas o similares razones mencionadas anteriormente (permite aumentar los tiempos de práctica y reduce el tiempo de memorización, genera confianza y tranquilidad).

Acciones para mejorar la implementación del artefacto

Consideramos que entre las tareas por realizar, en función al análisis del diseño y el uso de la hoja de signos en los dos niveles (objetivo y subjetivo) fundamentalmente desde las respuestas de los estudiantes, se encuentra una auténtica reflexión sobre cómo se lleva adelante la toma de conciencia de los signos.

Esto se debe a que el artefacto y esa toma de conciencia funcionan al interior de la actividad, la actividad humana, que en este caso refiere a la enseñanza y el aprendizaje del

Cálculo en una variable, pero que puede extenderse e implementarse a la instrucción de las ciencias, en particular las ciencias exactas y naturales.

Como lo que se propone es incluir un instrumento donde van apareciendo poco a poco los signos, la relación entre ellos, como así también la manera en que el sujeto va entendiendo a través de esos signos; surge la necesidad de poner la mirada no sólo en la hoja de signos sino también en la forma de trabajo, “formas de colaboración humana” en palabras de Radford (comunicación personal, 28 de septiembre de 2018), que harán que los artefactos adquieran diferentes significados. No será lo mismo el significado de la hoja de signos en la enseñanza tradicional que la que tendrá en concepciones epistemológico-didácticas distintas tal como la Teoría Sociocultural y, más específicamente, la Teoría de la Objetivación.

Algunas acciones que consideramos para mejorar el trabajo son:

- El diseño de la hoja debe formar parte de la labor conjunta. Comunicar a los estudiantes de la realización de este artefacto desde el inicio de la cursada, brindando colaboración y acompañamiento por parte del docente en su diseño durante las clases.
- Se oriente para que los signos que se inscriban guarden relaciones y conexiones entre ellos. Recordar a los estudiantes el uso de mapas o redes conceptuales, cuadros de doble entrada, que puedan dar cuenta de su comprensión de los temas trabajados y las relaciones entre ellos, según las propias percepciones. Brindar espacios en las clases para compartir y debatir partes de sus producciones.
- El trabajo en la cursada y las guías teórico-prácticas se reinscriban basadas en una postura epistemológica-didáctica que responda a una reflexión sobre los objetos matemáticos en función a las carreras que estudian los cursantes. Basándose en la teoría de Hegel, Radford (2014) propone pensar la objetivación como “los procesos sociales a través de los cuales los estudiantes se encuentran frente a formas de pensamiento y acción histórica y culturalmente constituidas y se familiarizan gradualmente con ellas, de una manera crítica” (p. 67).

La idea de “una manera crítica”, implica partir de una epistemología diferente de las epistemologías tradicionales sujeto-objeto: de la pedagogía constructivista, donde el sujeto construye el objeto (el objeto es “suyo”, una prolongación del sujeto), y de la

pedagogía tradicional, donde se da una apropiación del objeto por el sujeto; se propone una noción alejada de la lógica de posesión.

- Se fomenten formas colectivas de aprendizaje a través de pensar la clase como un encuentro y la posibilidad de participación de todos los actores involucrados en el proceso dialéctico de la enseñanza y el aprendizaje. La tarea docente debe consistir en un esfuerzo por hacer que los estudiantes “sean sensibles a la importancia de asumir compromiso de trabajar en su proyecto colectivo que implica participación sostenida y profunda en las actividades y debates del aula” (Radford, 2014, p. 140). Se afirma que los profesores no pueden imponer las formas de ser, aunque sí pueden crear las condiciones para que los estudiantes reconozcan y puedan adoptar actitudes responsables en la tarea áulica.

Referencias bibliográficas

- Leontiev, A. N. (1984). *Actividad, conciencia y personalidad*. México: Editorial Cartago.
- Radford, L. (1999). El aprendizaje del uso de signos en Álgebra. Una perspectiva post-vigotskiana. *Educación Matemática*, 11(3), pp. 25-53.
- Radford, L. (2000). Sujeto, objeto, cultura y la formación del conocimiento. *Educación Matemática*, 12(1), pp. 51-69.
- Radford, L. (2004). Semiótica cultural y cognición. En R. Cantoral y O. Covián (eds.), *Investigación en Matemática Educativa en Latinoamérica*. México.
- Radford, L. (2013). Sumisión, alienación y (un poco de) esperanza: hacia una visión cultural, histórica, ética y política de la enseñanza de las matemáticas. En A. Ramirez y Y. Morales (Eds). *Memorias del I Congreso de Educación Matemática de América Central y el Caribe*. República Dominicana.
- Radford, L. (2014). De la teoría de la objetivación. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 7(2), pp. 132-150.
- Vygotsky, L. S. (2005/1926). *Psicología pedagógica*. Buenos Aires: Aique Grupo Editor.
- Vygotsky, L. S. (2012/1978). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. España: Austral.