



Herramientas de metacognición en la formación de un docente competente para enseñar a los estudiantes del Siglo XXI

Noemí Hilda **Carione**

Instituto Superior del Profesorado “Joaquín V. González”

Argentina

nhcarione@gmail.com

Miguel Ángel **Martínez**

Instituto Superior de Formación Docente y Técnica N° 24 de Bernal

Argentina

lavalle1003@gmail.com

Resumen

Nuestros estudiantes de la escuela secundaria están inmersos en ese universo que hoy se llama nuevas juventudes. Los especialistas en el tema plantean determinadas aptitudes que ellos deberían desarrollar para poder incorporarse exitosamente en el mundo de los adultos. Entre ellas pensamiento crítico, iniciativa y creatividad, y resolución de problemas y conflictos. Para llevar a cabo acciones que colaboren en la adquisición de estas aptitudes, necesitamos un docente que esté involucrado él mismo en procesos de metacognición, para que pueda acompañar el de sus estudiantes. Existen herramientas metacongnitivas que facilitan el aprendizaje significativo, nos permiten conocer más sobre nuestro “proceso de conocer” y en consecuencia el de nuestros alumnos. Seleccionamos para este trabajo dos de ellas: los mapas conceptuales, y los diagramas heurísticos. Nos parece interesante compartir una situación que parte de la utilización de ambas herramientas: la enseñanza del límite de una función en la formación de formadores.

Palabras clave: autorregulación, metacognición, mapa conceptual, UVE de Gowin, límite.

Competencias para el siglo XXI

Nuestros estudiantes de la escuela secundaria están inmersos en ese universo que hoy en día se da en llamar nuevas juventudes. Esa es una realidad que nadie puede ignorar y por

supuesto, mucho menos la institución escuela. Una descripción muy clara de esa realidad la manifiestan Margulis y Urresti (1998) “(...) en la ciudad moderna las juventudes son múltiples, variando en relación a características de clase, el lugar donde viven y la generación a que pertenecen y, además, la diversidad, el pluralismo, el estallido cultural de los últimos años se manifiestan privilegiadamente entre los jóvenes que ofrecen un panorama sumamente variado y móvil que abarca sus comportamientos, referencias identitarias, lenguajes y formas de sociabilidad. Juventud es un significante complejo que contiene en su intimidad las múltiples modalidades que llevan a procesar socialmente la condición de edad, tomando en cuenta la diferenciación social, la inserción en la familia y en otras instituciones, el género, el barrio o la microcultura grupal”.

Es por ello que los especialistas en el tema plantean determinadas aptitudes que deberían desarrollar nuestros estudiantes para poder incorporarse exitosamente en el mundo de los adultos. Entre esas aptitudes debemos señalar: la comunicación, la resolución de problemas y conflictos, el pensamiento crítico, la iniciativa y la creatividad, el análisis y la comprensión de la información, la interacción social, el trabajo colaborativo, la ciudadanía responsable, la valoración del arte, el cuidado de sí mismo, el aprendizaje autónomo y el desarrollo personal.

En la actualidad, existen en las escuelas diversos programas que trascienden la búsqueda de logros académicos, y se centran en el desarrollo de competencias emocionales y sociales para que el paso de los estudiantes por la escuela no signifique solamente la adquisición de competencias cognitivas, sino que también adquieran aquellas competencias que les permitirán hacerle frente a la vida con éxito, y que contribuyan a su bienestar personal y social.

Se debe tener en cuenta que el desarrollo de estos programas redunda en una mejora académica como efecto secundario o colateral de su aplicación.

Estos proyectos se centran en el desarrollo de competencias y habilidades y no en profundización de las carencias existentes.

Tanto los jóvenes como los adolescentes deberían ser considerados como recursos a desarrollar y no como problemas para resolver. A ello apuntan los programas que se desarrollan en esas escuelas. Y, a partir de ello, se pretende constituir ciudadanos responsables que contribuyan positivamente al desarrollo de la sociedad. Debemos hacer notar que esos programas se centran en el desarrollo de competencias socioemocionales en los adolescentes, y que es una línea de trabajo propositiva, ya que se propone fomentar el desarrollo de determinadas competencias, más que de prevenir la aparición de determinados problemas (tales como la drogadicción, el alcoholismo, el embarazo adolescente), aunque no los ignora o soslaya.

De esta manera estamos reconociendo en los jóvenes y adolescentes sus derechos, sus capacidades, aceptando sus aportes como un bien muy valioso y auspiciando la toma de decisiones. La inclusión de estos programas pretende contribuir con el bienestar de los estudiantes y hacer de la escuela un lugar que contribuya al bienestar psicosocial de los adolescentes y que, no dudamos, mejorará y brindará un bienestar mayor a la sociedad del futuro. A esta situación la podríamos centrar dentro de lo que se llama el empoderamiento de los jóvenes y adolescentes.

Ahora, si bien consideramos que el docente de Matemática es responsable de contribuir al desarrollo de todas las aptitudes planteadas, entendemos que algunas de ellas son más específicas y es por ello que nos centraremos en atender a aquellas que tienden a la autorregulación del

aprendizaje:

Pensamiento crítico, iniciativa y creatividad

Se espera que el egresado pueda adoptar posturas personales luego de analizar cualquier situación o problemática determinada. Para ello tendrá que contar con las competencias que le permitan, a partir de sus conocimientos, analizar de manera rigurosa la información con la que cuentan. Esta aptitud no surge de manera espontánea, y para que pueda usarla de manera sistemática, ya sea en su vida cotidiana o en su trabajo, deberá haberla ejercitado en situaciones de aprendizaje previstas para tal fin. También es necesario que se generen climas áulicos propicios y en los cuales el error sea tomado como un elemento más de aprendizaje, ya que tanto la iniciativa como la creatividad suponen ensayos que seguramente pasarán por etapas marcadas por el error.

Análisis y comprensión de la información

Esta aptitud permitirá al egresado realizar búsquedas de información de distintas fuentes y elaborar conclusiones, que a su vez podrá transferir a nuevas situaciones. Esto implica que poseerá las competencias y/o conocimientos para seleccionar, relacionar y sistematizar para, finalmente evaluar sus propios resultados y también los ajenos.

Resolución de problemas y conflictos

Esta aptitud se relaciona con la resiliencia que el egresado pueda llegar a tener para enfrentar las distintas situaciones de la vida y pueda resolver y superar los conflictos. Se espera que identifique el problema, busque causas y posibles soluciones en un ámbito de diálogo y aceptación de toda propuesta fundamentada.

La autorregulación del aprendizaje: meta de instituciones y docentes

Lograr el aprendizaje autorregulado de los estudiantes es una meta que para poder alcanzarla exige la construcción de un proceso sostenido en el tiempo, con acciones específicas que tiendan a ello y con distintas características según la edad de los implicados en ello.

También es importante que este proceso se lleve adelante involucrando a toda la Institución, si fuera posible. Obviamente esto dará mejores resultados que esfuerzos individuales aislados.

Como en este trabajo queremos centrarnos en el aprendizaje autorregulado, aquí planteamos algunas de sus características:

- Los alumnos persiguen metas de aprendizaje, son estratégicos, detectan cuando las metas son valiosas y se las apropian, es decir planifican para lograrlas.
- Los alumnos se comprometen con una participación activa, conocen y emplean diferentes estrategias de manera adecuada.
- Consideran que son académicamente eficientes, son positivos frente a tareas y situaciones de aprendizaje. Poseen motivaciones internas y metas intrínsecas aunque no descartan las extrínsecas.
- Controlan el tiempo, el esfuerzo y el ambiente para que sean favorables, sienten afectos que lo inducen a la tarea. No se distraen fácilmente. Saben lo que los distrae y lo evitan.
- Se dan cuenta si no entienden correctamente, si necesitan ayuda y controlan si los resultados que obtienen tienen sentido (se autoevalúan).

- La intervención del docente puede o no favorecer a la autorregulación del aprendizaje. Los contextos que favorecen la creatividad, colaborarán con la autorregulación. También influirá positivamente el docente que genere o apunte la confianza de cada alumno en sus propias posibilidades.

Herramientas para la metacognición

Para poder llevar a cabo estas acciones, es evidente que necesitamos un docente “mejor formado”, con mayores cualidades y elementos para que pueda enfrentar exitosamente su tarea. Para ello es fundamental que esté involucrado él mismo en procesos de metacognición para que pueda acompañar el de los estudiantes.

Consideramos que la manera en que se trabaja, en general, en el ámbito de la formación docente muchas veces deja situaciones sin resolver y no tiende hacia la constitución de un profesor de Matemática sólido, que pueda considerarse capaz de formar a sus estudiantes de manera autónoma y autorregulada. Tal vez y sin intentar realizar un análisis de las múltiples causas posible de este hecho, consideramos que: “la investigación es una actividad casi inexistente en el quehacer docente, es más, es casi desconocida e impensada como actividad de aula”. Según Paula Carlino (2007): “(...) Uno de los aprendizajes que hice (...) es que la buena enseñanza requiere investigación. Investigación que ha de nutrirse de otras investigaciones, de la reflexión sobre el quehacer cotidiano, del diálogo con otros docentes, del diseño creativo de situaciones didácticas consistentes con principios teóricos, de la experimentación en el aula, de la reconstrucción por escrito de lo ocurrido en clase para poder analizarlo y revisarlo”. Desde nuestra postura reflexiva de repensar la labor que desempeñamos como docentes y mirando críticamente nuestra práctica cotidiana, y enmarcada en las investigaciones más recientes, creemos en la imperiosa necesidad de confrontar los elementos teóricos con las prácticas cotidianas, y avanzar en el desarrollo de las potencialidades de nuestros estudiantes. Sabemos que no es una tarea fácil, pero es necesario revisar nuestras concepciones sobre el proceso de enseñanza y reflexionar sobre las distintas estrategias para lograr que los estudiantes construyan su propio universo conceptual.

Existen herramientas metacongnitivas que facilitan el aprendizaje significativo, nos permiten conocer más sobre nuestro proceso de conocer y en consecuencia el de nuestros alumnos. Seleccionamos para este trabajo dos de ellas: los mapas conceptuales, introducidos por Novak y los diagramas heruísticos o de conocimiento UVE introducidos por Gowin.

La selección de los **mapas conceptuales** se centra en que, según Novak (1988): “(...) dirigen la atención, tanto del estudiante como del profesor, sobre el reducido número de ideas importantes en las que deben concentrarse en cualquier tarea específica de aprendizaje. Un mapa conceptual también puede hacer las veces de “mapa de carreteras” donde se muestran algunos de los caminos que se pueden seguir para conectar los significados de los conceptos de forma que resulten proposiciones. Una vez que se ha completado una tarea de aprendizaje, los mapas conceptuales proporcionan un resumen esquemático de todo lo que se ha aprendido.”

Los mapas conceptuales pueden ser una estrategia valiosa a la hora de planificar un bloque, un eje, un descriptor y también una clase. Ayuda en la selección de los conocimientos de más valor, identificarlos cuidadosamente y relacionarlos jerárquicamente.

Lo primero que se debe hacer es identificar los conceptos más amplios e integradores –que tendrán un primer nivel de jerarquía y los más específicos que ocuparán niveles inferiores. La

ubicación de los niveles permitirá realizar una correcta selección de actividades y materiales de enseñanza, de modo que el estudiante no se sienta desorientado frente a algún concepto por no tener los conocimientos previos necesarios. De esta manera se facilitará el trabajo con la zona de desarrollo próximo.

Es una buena estrategia, para qué en algún momento del año el docente guíe a los estudiantes a confeccionar el mapa conceptual de los aprendizajes, ya sea a modo de evaluación o para realizar cruzamientos y conexiones entre los conceptos y propiciar un aprendizaje integral.

La utilización de mapas conceptuales pueden complementarse con **la UVE de Gowin** (cuyo nombre responde al diseño básico del diagrama). Según Chrobak R. (2008) “(...) facilita profundizar la estructura y el significado del conocimiento que se pretende comprender y, por otro lado guían el proceso de producción de nuevos conocimientos. También estos diagramas permiten a docentes y alumnos desentrañar la naturaleza constructivista del conocimiento.”

La UVE plantea una cuestión central, buscará un marco conceptual filosófico y una reflexión metodológica para llegar a un nexo entre ambos aspectos teórico y práctico.

Ambas herramientas sitúan al docente ante un proceso de metacognición sobre la enseñanza de un concepto seleccionado, y como consecuencia colaborará en la construcción de los procesos de aprendizaje autónomo de sus alumnos, ya que les dará razones de significatividad, secuencias lógicas, estructuras y fundamentos del aprendizaje.

Plantearemos primero una UVE como herramienta metacognitiva del docente para analizar el proceso educativo

UVE para analizar el proceso educativo que se pondrá en juego en el plan instruccional

Como primera medida proponemos la construcción de una UVE para poder reflexionar sobre nuestra propia postura en el proceso de enseñanza-aprendizaje

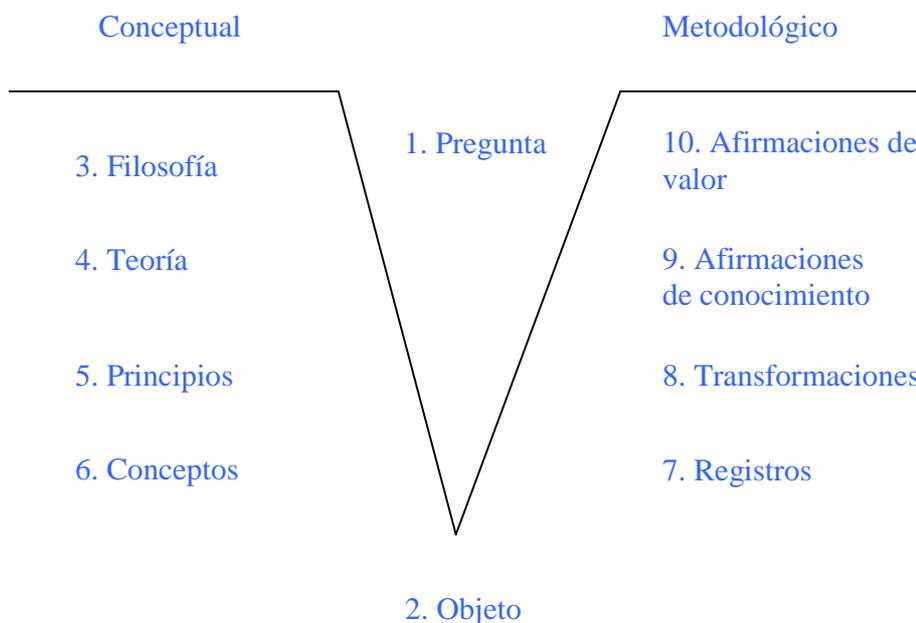


Figura 1. UVE de Gowin.

1. Pregunta: ¿Pueden los profesores reflexionar críticamente sobre su labor de aula a partir de los resultados del proceso de enseñanza-aprendizaje?

2. Objeto: Programa de investigación que pretende poner de manifiesto los aspectos que hacen a una tarea reflexiva en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

3. Filosofía: Para que los conocimientos que se pretenden enseñar a los estudiantes adquieran la fuerza necesaria que derriba las confrontaciones y potencia la perdurabilidad en el tiempo, es necesario que estén impregnados de significatividad, que el estudiante los valore como altamente significativos. Evidentemente el estudiante debe contar con la fortaleza que le provee el tener conocimientos previos, que en esta coyuntura de someterlos a la revisión crítica, debería permitirle realizar una reestructuración de su estructura cognitiva.

4. Teoría: Teoría de asimilación de Ausubel, con los aportes de las estrategias de aprendizaje de Novak y Gowin. Psicología cognitiva.

5. Principios: Nos parece pertinente tener en cuenta los siguientes principios:

La educación modifica el resultado de la experiencia, brindándoles a las personas la construcción de nuevas y mejores posibilidades para enfrentar su vida cotidiana. Todo acto educativo relaciona cinco elementos: el que aprende, el que enseña, el contenido a desarrollar, el contexto y la evaluación.

Los individuos sienten, piensan y actúan.

Se puede considerar que hay dos formas extremas de pensar al aprendizaje: como aprendizaje significativo (no repetitivo, no rutinario, no arbitrario, con sentido) o como aprendizaje memorístico (repetitivo, rutinario, arbitrario, sin encontrarle sentido)

Las emociones pueden tener influencia sobre distintos aspectos del aprendizaje, favoreciéndolo u obstaculizándolo.

Los individuos piensan a partir de conceptos, para modificarlos, enriquecerlos o recrearlos.

El aprendizaje significativo requiere de 3 condiciones esenciales: la predisposición del que aprende para relacionar el material de manera intencional, que el material a aprender sea potencialmente significativo y que el que aprende posea una estructura de conocimientos fundada en conceptos y proposiciones relevantes, que a la vez constituyen la base del anclaje.

La estructura cognitiva está jerárquicamente organizada y el proceso fundamental del aprendizaje significativo es la incorporación de nuevos conceptos y proposiciones a dicha estructura (subsumption). Este proceso hace que las ideas se incluyan desde las más generales a las más específicas. Se debe tener en cuenta que este proceso es dinámico y evolutivo y que, por lo tanto, las construcciones son provisionarias.

No se puede dejar de considerar la influencia que tiene el contexto, tanto sobre el propio aprendizaje, como sobre la posibilidad de su transferencia a nuevas situaciones.

Al planear las actividades de aula se debe partir del conocimiento de la estructura del nuevo contenido a enseñar y de la relevancia que este aporta. Ello permitirá la organización psicológica de la instrucción para asegurar que el aprendizaje sea significativo.

Se debería utilizar a la evaluación para confirmar el avance en la construcción de los conocimientos (punto de partida para seguir construyendo) y dejar de lado las pruebas

estandarizadas, que parecería que sólo apuntan a registros estadísticos y provocan la competitividad entre los estudiantes.

Esa evolución en el concepto de evaluación debería buscar bases epistemológicas sólidas que la fundamenten y que justifiquen la validez de su utilización.

El compromiso epistemológico del estudiante influye en su aprendizaje.

Asignarle a la teoría el valor relevante de ser el motor de la investigación, y no relegar a esta a una simple aplicación de métodos estandarizados.

Aprovechar la información estadística y las inferencias que de ellas se deduzcan, pero partiendo de la base de una cuidadosa interpretación epistemológica de los resultados analizados.

La organización de las actividades debería privilegiar una epistemología constructivista que permitiría, mediante la utilización de preguntas, concatenar la teoría, los principios y los conceptos con los registros, las transformaciones de los registros y las afirmaciones de conocimiento y valor.

Los mapas conceptuales y los diagramas UVE pueden ser una fuente inestimable para representar la estructura de las conceptualizaciones de los estudiantes.

6. Conceptos: Aprendizaje significativo. Diferenciación progresiva. Reconciliación integradora. Subsumción. Aprendizaje supraordinado. Herramientas metacognitivas. Evaluación. Concepciones espontáneas. Material significativo.

7. Registros: Registros de las grabaciones de las entrevistas clínicas realizadas luego de la enseñanza de un determinado contenido. Registro de las soluciones propuestas por los alumnos para resolver distintas situaciones problemáticas. Registros de las producciones de mapas, gráfico, esquemas y diagramas. Registro de los instrumentos de evaluación de los alumnos y de los resultados de dichas evaluaciones.

8. Transformaciones: Análisis de los registros realizados. Comparación entre las posiciones declamadas por los profesores y su impacto en los resultados de aprendizaje. Análisis de los instrumentos de evaluación y de los resultados de las evaluaciones. Interpretación de los informes estadísticos y proyección de sus resultados. Análisis e interpretación de las entrevistas.

9. Afirmaciones de conocimiento: Determinar qué concepciones epistemológicas y didácticas sustentan los profesores. Identificar los obstáculos que deben sortear los docentes para adoptar una postura crítico-reflexiva. Percibir la necesidad de diseñar instrumentos de evaluación que prioricen la valoración de la construcción del conocimiento, y pongan en evidencia la significatividad de los nuevos conceptos.

10. Conocimiento de valor. Un aspecto clave que se lograría con esta posición reflexiva es que se transformaría en una fuente de inspiración para la construcción de distintas estrategias metodológicas para lograr el aprendizaje conceptual del estudiante. Una reflexión crítica puede ser un excelente punto de partida para la planificación de nuevos programas de instrucción. Al ser coherentes con este proceso de reflexión permanente se trasmite al alumno la necesidad de evaluación permanente del propio hacer, teniendo como horizonte la autonomía personal.

Utilización de las estrategias para la enseñanza del límite

A modo de ejemplo presentamos el desarrollo de un tema correspondiente a los contenidos curriculares de las materias: Análisis Matemático I de un Instituto del Profesorado y Cálculo I de la carrera de Ingeniería.

Entre los distintos contenidos matemáticos, el concepto de límite es uno de los que presenta más dificultades tanto para ser enseñado como para ser aprendido. Los autores de este trabajo hemos observado que cuando los estudiantes deben recurrir a dicho concepto, como paso previo para el aprendizaje de otros contenidos matemáticos, dicho concepto no resulta significativo para ellos.

Michèle Artigue (1995) manifiesta que "Las dificultades de acceso al cálculo son de diversa índole y se imbrican y refuerzan en redes complejas. Por lo tanto es posible reagruparlas en grandes categorías". A partir de esa concepción, organiza las dificultades en grupos diferentes, pero cuyos nudos centrales son:

- La propia complejidad intrínseca matemática que tienen los objetos básicos del Cálculo Diferencial.
- La conceptualización y formalización de la noción de límite, y su tratamiento en la enseñanza.
- La ruptura entre el Álgebra y el Cálculo Diferencial, es decir la brecha que se pone de manifiesto entre el pensamiento analítico y el algebraico.

Estamos utilizando un pre–juicio que nosotros mismos tenemos con respecto al aprendizaje del concepto elegido para trabajar y es que, en general, el alumno no realiza un aprendizaje significativo de la definición de límite. Esto lo basamos en la experiencia de varios años, en los que como docentes, luego de introducir la definición del límite de una función en un punto de acumulación del dominio, los alumnos no pueden resolver un sencillo ejercicio de límite, usando dicha definición.

Mediante las entrevistas clínicas intentaríamos confirmar esas dificultades y el nivel de ¿resistencia? que presentan para ser superadas por conceptos propios de la disciplina. Además, también estaríamos evaluando la solidez del entramado en el que deberán anidar y madurar los “nuevos” conocimientos que se irán aprendiendo.

Las entrevistas clínicas se realizaron con alumnos que ya tenían aprobada la materia.

El eje de las entrevistas se sostuvo en la comparación de la noción intuitiva de límite, que posean los entrevistados, con la definición formal del mismo.

Entrevistas realizadas

1) Explica con tus palabras qué significa hallar el límite de una función en un punto.

Alejandro: es saber qué es lo que sucede en ese punto, pero no exactamente en el punto. Es como un punto al que me puedo acercar por derecha o izquierda, pero no metiéndome en él.

Andrea: es como si miráramos desde afuera hacia el punto.

Paula: el límite para $x \rightarrow a$ de $f(x)$ es acercarse por derecha e izquierda, y obtengamos un valor L sin llegar a “pararse” en el punto.

2) Es posible hallar el límite de una función en un punto que no pertenezca al dominio de la función. ¿En qué casos sí y en qué casos no?

Alejandro: no se podría analizar en un punto que esté “lejos” del dominio. (Entendió que ahora había que usar un lenguaje más técnico, y no usar sus “propias palabras”)

Andrea: sí, me estoy acercando al punto y no me interesa lo que pasa en él.

Paula: es un punto “abierto” al que me estoy acercando.

3) ¿Qué es un punto de acumulación?

Alejandro: un punto perteneciente a un conjunto cerrado y acotado.

Andrea: debe pertenecer al intervalo. Tiene que ver con el concepto de entorno ¿reducido? No, entorno simplemente, porque el punto debe pertenecer al conjunto.

Paula: no debería ser el extremo de un intervalo. Parece ser que los extremos de los intervalos no pueden ser puntos de acumulación.

4) ¿Recordás la definición formal de límite?

Los tres balbucean algunos elementos de la definición, pero confiesan que a pesar de haberla visto no la recuerdan.

(Si no la recuerda se la daremos para que pueda continuar)

a es un punto de acumulación del dominio de f y $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = L \Leftrightarrow \forall \varepsilon > 0, \exists \delta > 0 / \forall x \in D_f, 0 < x - a < \delta \Rightarrow f(x) - L < \varepsilon$
--

Los tres acuerdan que no se la acordaban.

Leyendo la definición, compárala con la explicación que diste en la primera pregunta.

Alejandro: Nosotros sólo hablamos de entorno reducido, no le prestamos atención a la aproximación del límite de la función y las imágenes de los valores próximos al punto en cuestión.

Andrea: ¡Qué vergüenza!, pensar que la sabía tan bien. Lo que ocurre, es que esa definición la aprendimos prácticamente de memoria, y esa es una memoria como periférica, que no queda archivada con las cosas “importantes”.

Paula: nos quedamos cortos con nuestra apreciación, realmente la memoria nos traicionó. Claro, los “errores mínimos” permitidos nos aseguran la proximidad del valor límite de la función en el punto.

Considerando que la significatividad del aprendizaje es un proceso cognitivo, pone en evidencia la necesidad de aprovechar los tiempos “personales” para su construcción. No todas las personas abordan desde las mismas estructuras el análisis conceptual de los objetos que se pretenden asimilar a su campo de conocimiento.

No ha habido investigaciones rigurosas sobre la naturaleza representacional de las concepciones alternativas de los alumnos, a pesar de que la mayoría de los especialistas consideran importantísimo darles un tratamiento privilegiado a la hora de diseñar un plan de

instrucción. Es que las concepciones alternativas de los alumnos deberían poder interpretarse en el marco de sus teorías implícitas, construidas a partir de procesos que tienen un carácter esencialmente asociativo e inductivo. Estas concepciones, según algunos autores, se corresponden más con modelos mentales que con esquemas reflexivos, y que aparecen en la memoria reciente del alumno. Nadie puede negar que para poder interpretar al mundo es necesario detectar sus regularidades (aunque muchas veces ellas no se manifiesten de forma explícita), y de esa manera estar en condiciones de predecir y controlar el entorno que nos rodea. En realidad, no se percibe que haya grandes diferencias entre la manera de pensar del alumno y la del científico. Pero, es evidente que la práctica escolar privilegia la adquisición de reglas prácticas que le permiten, al alumno, enfrentar en forma aparentemente “exitosa” las situaciones problemáticas. Según Pozo y Gómez Crespo (1996) “(...) si quieren aprender la ciencia que se les enseña deben utilizar procesos explícitos o deliberados para generar representaciones igualmente explícitas, con lo que el proceso de cambio conceptual requeriría una *explicitación progresiva* de esas representaciones y procesos”. Entendemos que es necesario percibir la necesidad de repensar cómo es que se aprende o, en otras palabras, plantearse la necesidad de involucrarse en un proceso metacognitivo.

Realizamos un mapa conceptual del límite de una función que jerarquizará los contenidos para su enseñanza y a la vez establecerá vinculaciones.

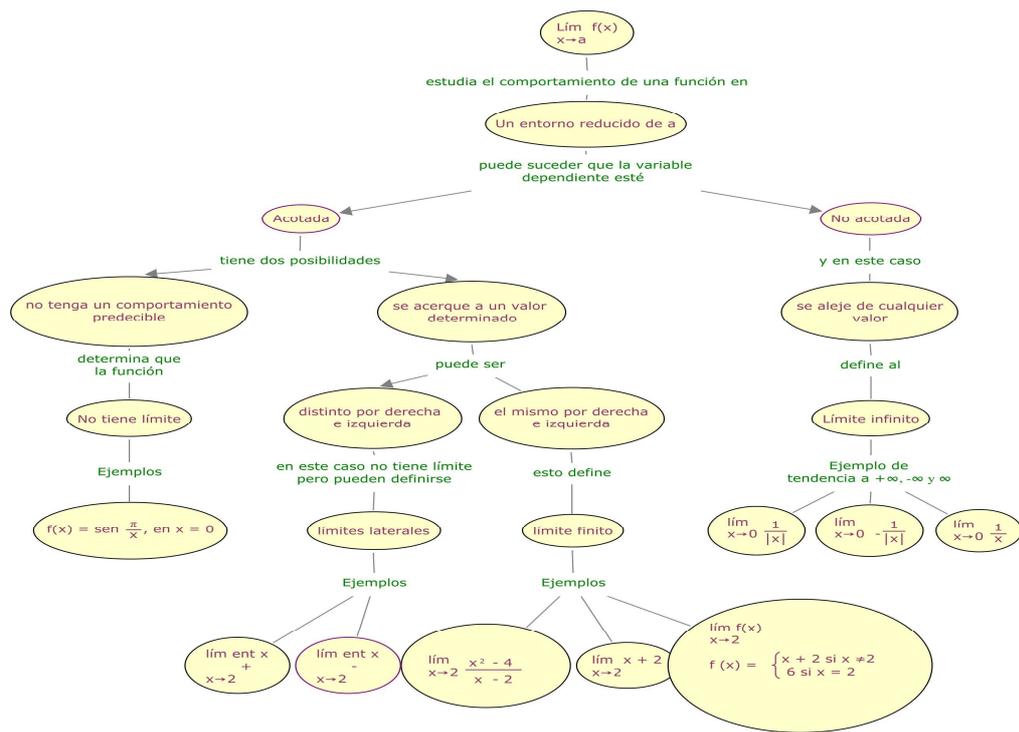


Figura 2. Mapa conceptual del límite de una función.

Una vez jerarquizados los contenidos, se construye una UVE para el contenido: cálculo del límite de una función en un punto.

Pregunta: ¿Qué valor debería tomar una función de una variable independiente, en un punto de acumulación de su dominio?

Objeto: Cálculo del límite de una función en un punto.

Filosofía: Frente a la necesidad de dar respuesta a una situación desconocida que genera una sensación de desequilibrio, se requiere realizar un planteamiento crítico en el que se pondrá en duda lo que sea demasiado obvio, y se aceptará el desafío de investigar lo desconocido.

Teoría: Cálculo diferencial.

Principios: Límite funcional. Tendencia. Acotación de los errores.

Conceptos: infinito, infinitésimo, límite, entorno, entorno reducido, continuidad, punto de acumulación, punto aislado, valor absoluto.

Registros: Mediante tablas adecuadas, quedarán registrados los cálculos de las imágenes de la función en puntos próximos al punto en el que se quiere calcular el límite. Hallar las diferencias (en valor absoluto) entre los valores de la imagen de la función en las proximidades del punto y el límite. Procederemos de la misma forma con los valores de abscisa.

x	2,1	2,02	2,004	...	1,999	1,92	1,9
$f(x) = \frac{x^2-4}{x-2}$	4,1	4,02	4,004	...	3,999	3,92	3,9

La “lógica” indicaría que el valor del límite de la función $f(x)$ cuando x “tiende” hacia 2 es 4.

$ f(x)-4 $	0,1	0,02	0,004	...	0,001	0,08	0,1
$ x-2 $	0,1	0,02	0,004	...	0,001	0,08	0,1

Transformaciones: Aprender, mediante los cálculos de las aproximaciones registrados en las tablas, la tendencia de la función hacia el valor límite. Comparando las diferencias (en valor absoluto) de las imágenes y el valor del límite y el error permitido.

Si el error permitido al calcular la imagen es igual a ϵ , ¿cuál es el error en el valor de la abscisa respecto de $x = 2$.

$$\left| \frac{x^2-4}{x-2} - 4 \right| < \epsilon \Rightarrow \left| \frac{x^2-4x+4}{x-2} \right| < \epsilon \Rightarrow |x-2| < \epsilon \Rightarrow |x-2| < \delta \Rightarrow \epsilon = \delta.$$

Vale decir, para aproximar la función al valor límite con un error máximo ϵ , es suficiente “tomar” valores de x suficientemente “cerca” a 2, de manera tal que la diferencia con él sea menor que el mismo ϵ . Vale decir que el intervalo al que pertenecen los valores de abscisa aceptados es $(2 - \epsilon, 2 + \epsilon)$.

Con lo que queda analizada y descubierta la proximidad que brindan esos valores calculados con la abscisa del punto en donde se calcula el límite.

Afirmaciones de conocimiento: Reconocer al límite como el valor que “debería tomar” la función para una determinada abscisa, aunque, muchas veces, la función no esté definida en ella. Que ese cálculo se puede “mostrar” a partir de un conveniente “acercamiento” al punto a través de la función analizada, y que lo único que condiciona el cálculo es el error permitido para las aproximaciones.

Afirmaciones de valor: Mostrar la necesidad de buscar un camino lógico y adecuado para confirmar los resultados supuestos. Organizar la actividad y poder comunicarla con un lenguaje claro y preciso. Valorar al cálculo razonado como una excelente fuente de información para la

predicción de resultados. En el ida y vuelta entre los distintos lenguajes, y frente a la necesidad de fundamentar los argumentos, se produce la retroalimentación.

Conclusión

El docente tiene una nueva escuela a transitar, inmersa en el universo de las nuevas juventudes. Muchas veces esa nueva escuela no cuenta con la formación de “nuevos docentes” que acompañen a los alumnos, tanto en los aspectos académicos como en la adquisición de las aptitudes necesarias en la vida personal, social y laboral para el Siglo XXI . Por esto es fundamental brindar a los alumnos de los institutos de formación docente herramientas de metacognición ya que sólo un docente que reflexione sobre su propia construcción del conocimiento y sobre el conocimiento mismo, podrá trascender los contenidos a enseñar y hacer que los estudiantes ensayen nuevos escenarios poniendo en juego competencias que necesitarán en otros ámbitos, como por ejemplo: conectar hechos, jerarquizar situaciones, fundamentar y seleccionar teorías que respalden sus posiciones como ciudadanos.

Referencias y bibliografía

- Alaggia, H, Bressan, A., & Sadosky, P. (2005) *Reflexiones teóricas para La educación matemática*. Buenos Aires: Libros del Zorzal.
- Brousseau, G. (2007) *Iniciación al estudio de las situaciones didácticas*. Buenos Aires: Libros del Zorzal.
- Chrobak, R. (2008). *Metodología de Enseñanza de las Ciencias*, Universidad Nacional Del COMAHUE, Neuquén.
- Kilpatrick, J., Gómez, P., & Rico, L. (1995) *Educación Matemática*. México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Margulis, M., & Urresti, M. (1998). La construcción social de la condición de juventud . En H. Cubides, Ma. C. Laverde, & C. E. Valderrama (Eds.), *Viviendo a toda: Jóvenes, territorios culturales y nuevas sensibilidades*. Santafé de Bogotá, Fundación Universidad Central, Departamento de Investigaciones y Siglo del Hombre Editores.
- Novak, J., & Gowin, D. (1988) *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.
- Porlán Ariza, R. (1996). *Cambiar la escuela*. Buenos Aires: Magisterio del Río de la Plata.
- Pozo Municio, J. (1994). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Ediciones Morata.
- Pozo Municio, J. (2008) *Aprendices y maestros*. Madrid: Alianza Editorial.
- Schnotz, W., Vosniadou, S., & Carretero, M (2006). *Cambio conceptual y educación*, Buenos Aires: Aique.
- Vernaud, G. (1990). *La teoría de los campos conceptuales en Recherches en Didactique des Mathématiques, Volumen 10, 1990*.