

Historia de la actividad matemática: herramienta ampliada desde la resolución de problemas

Liliana Suárez Téllez
y *Blanca Rosa Ruiz Hernández*

Instituto Politécnico Nacional, México
Tecnológico de Monterrey, México
lsuarez@ipn.mx; bruiz@itesm.mx

Resumen

En este trabajo presentamos en cuatro fases la evolución de las herramientas docentes en matemáticas desde un marco de la *resolución de problemas*, concretado en el currículo en los años noventa, hasta la conceptualización de la *historia de la actividad matemática*, que es diseñada para que un docente se apoye en el trabajo de una comunidad profesional para lograr que la diversidad sus estudiantes comprenda las matemáticas y aprenda a usarlas. En la discusión de resultados presentamos algunos de los principales productos generados en el proceso de evolución como son los Paquetes Didácticos de Matemáticas y las Redes de Actividades.

Palabras clave: Comunidad profesional, actividades de aprendizaje, nuevas fórmulas docentes, paquetes didácticos, resolución de problemas.

History of Mathematical Activity: Enlarged Tool Since Problem Solving

Abstract

This paper presents, in four phases, the evolution of tools for the teacher of mathematics since a framework of *problem solving*, materialized in the curriculum in the nineties, toward the conceptualization of the *history of mathematics activity* which was designed for one professor will be supported in his work from a professional community and will be able to bring understands mathematics to the diversity of students. In the discussion of results we present some of the main products generated in the process: Learning Mathematics Packages and Learning Activity Networks.

Keywords: Professional community, learning activities, new teaching ways, learning mathematics packages, problem solving.

1. INTRODUCCIÓN

Un elemento fundamental en las Instituciones Educativas es plantearse el reto de generar una trayectoria formativa robusta para los jóvenes que pasan por sus aulas, pero sobre todo para aquellos que deben cumplir una función prioritaria en la sociedad. Y una sociedad como la actual, o sea con grandes cambios y con grandes retos, requiere que las universidades abran nuevos espacios para repensar esos componentes valiosos y sustantivos para la trayectoria formativa de cada uno de sus estudiantes; congruente con cada una de sus áreas de formación, área de ingenierías, el área de las ciencias sociales y el área de médico biológicas.

Las innovaciones educativas se sustentan a partir de lo que aporta la investigación educativa para que se den estos cambios, porque estamos hablando de que iniciando el siglo XXI, los modelos educativos dan cuenta de la importancia de centrarnos en el aprendizaje más que en la enseñanza para la formación de los estudiantes, porque las investigaciones educativas han dado cuenta de que estos son elementos que aportan a los procesos de construcción de aprendizaje. Las innovaciones surgen como una necesidad o un contexto para asumir los cambios o para proponer los grandes cambios, pero pueden venir impulsados desde las grandes reformas, institucionales o de gobierno; pero también pueden venir

por los pequeños grupos que también quieren transformar su práctica docente, y tienen certeza de hacia dónde quieren apoyar esta transformación, un poco el caso de la RIIEEME (Red de Investigación e Innovación en Educación Estadística y Matemática Educativa), que tiene esta idea de impulsar los cambios y reformas desde abajo. Sin embargo, como diversos autores lo han planteado (Schmidt, *et al.*, 1997 y Suárez *et al.*, 2012), una cosa es el currículum planeado, el que podemos escribir como lo deseable, otra cosa es el currículum que los maestros implementamos como la forma en que estos interpretan y lo hacen llegar a sus alumnos, y otra cosa es lo que los alumnos logran captar como el currículum aprendido. Esto es parte de la teoría, cómo se construye el currículum, cómo lo hacemos y cómo se tiene que seguir haciendo en las instituciones educativas.

Probablemente hay que ir consolidando grupos de trabajo, mecanismos de toma de decisiones, redes responsables. Partimos de considerar que un cambio y una responsabilidad de este tamaño para generar un nuevo programa de estudio tienen que ver con cómo está constituida una Red Responsable; ¿quiénes son los que integran esta Red Responsable? Se espera que sean actores sociales, como empleadores, que digan ¿qué se necesita, qué se hace y cuáles son los retos que se están enfrentando en el campo laboral?; también creemos que debe de estar conformado por especialistas, profesores con amplio conocimiento del área de formación, pero con un gran conocimiento de la parte didáctica pedagógica, porque no basta con saber sino saber enseñar. Generalmente se hace el grupo de trabajo para el rediseño curricular, pero no se hace el grupo de trabajo para una adecuada implementación y darle seguimiento ni se trabaja para su evaluación auténtica. En un caso a ejemplificar, la RIIEEME ha generado proyectos que permiten avanzar en esta concepción del currículum, hay un proyecto que se llama el Modelo Curricular para el área de Matemáticas (Suárez, *et al.*, 2012), y un proyecto que a la par necesita construirse, que es el Uso de los Resultados de Investigación para la Innovación Educativa. Hay experiencias, por ejemplo, con Tuning Latinoamérica que explica cómo define las competencias de los profesionales haciendo participar a todos estos elementos de la Red. Y estos responsables de la Red podrían participar en el currículum planeado que es básicamente responsabilidad de la Institución, en el currículum aplicado y potencialmente aplicado que es responsabilidad del docente y el currículum logrado por parte del alumno.

Lo que necesitamos es una participación docente en la Red Responsable como una comunidad crítica que pueda revisar no solamente las desventajas que han encontrado en estos programas, sino que puedan proponer rutas, proceso y metodologías que lleven a la concreción de los propósitos de formación en los estudiantes, y que esos responsables puedan trabajar conjuntamente en múltiples proyectos educativos como por ejemplo en investigación educativa, diseño curricular, evaluación; y que participen tanto en el diseño en una propuesta del programa o plan de estudios, cómo en su implementación, como en su evaluación.

Una propuesta sin un sustento de conocimientos sólidos, puede ser una propuesta frágil, que no pueda defenderse, que no reúna los elementos, entonces necesitan trabajarse simultáneamente los proyectos que para el rediseño curricular requieran de este elemento. Pero no solamente hay que hacer diseño curricular, hay que trabajar en un conjunto de elementos, por ejemplo: la profesionalización de los profesores, el uso de las tecnologías, proyectos para recuperar aquellos alumnos que requieren potencializar habilidades en especial. Entonces son solamente tenemos que mirar que hay que hacer mejores programas, o solamente hay que mirar los programas; sino los programas forman parte de un elemento sistémico, como una relación sistémica con otros elementos para que haya un buen desempeño de este curriculum. A lo mejor nos puede quedar muy bien escrito pero si no hay un buen trabajo con profesores, se pierde; si no hay un buen manejo de recursos, se pierde; si esta sostenido en el aire, se pierde. Entonces estos profesores que van a formar esta red, han sido conformados por este conjunto de especialistas en diseño curricular, en docencia, en investigación, y es el ejemplo permanente del Seminario Repensar las Matemáticas, del Seminario Repensar la Bioquímica; donde hacemos todo este conjunto de integración de especialistas, de responsables para ir construyendo una Red. ¿Cuál es, por ejemplo, el perfil del docente que se desea para construir un curriculum en matemáticas? Un profesional que conozca la educación matemática, que conozca teorías fundamentales para esta construcción matemática, de cultura, de conocimientos, de aprendizajes.

Finalmente, este proceso de diseño curricular es un proceso cíclico, donde se parte de construir un marco para el diseño curricular, que conocimiento necesitamos tener y perfil de quienes lo haríamos. Diseñar un curriculum, un programa de estudio, las propuestas de seguimiento, de trayectorias, de referencia; usar los materiales adecuados para ello, apo-

yando en la programación y en la gestión de las unidades didácticas en cada uno de los semestres o ciclos que se trabajen. Hacer el seguimiento, y a partir de este seguimiento volver a construir un marco para el rediseño curricular. Entonces sería un proceso que iría en una espiral ascendente, esperando que cada vez sea mucho más enriquecedor. ¿Cómo ocurre todo esto en el marco de la innovación educativa?

Los modelos curriculares, los modelos de profesionalización y los modelos de incorporación de tecnologías tendrían que verse como tres modelos dentro de un gran marco de la innovación educativa para hablar de la transformación. Y cada Red Responsable y cada área profesional, tendría que identificar con el contexto, cuáles son las necesidades de formación para el ingeniero, el médico, el administrador; suma de esas competencias para poderlas construir.

En los apartados siguientes presentamos en cuatro fases la evolución de las herramientas para el docente de matemáticas desde un marco de la *resolución de problemas* concretado en el currículo en los años noventa hasta la conceptualización de la *historia de la actividad matemática* diseñada para que como docente se apoye en el trabajo de una comunidad profesional para lograr que la diversidad sus estudiantes comprenda las matemáticas y aprenda a usarlas. En la discusión de resultados presentamos algunos de los principales productos generados en el proceso de evolución como son los Paquetes Didácticos de Matemáticas y las Redes de Actividades.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

La resolución de problemas matemáticos

La importancia de las actividades de resolución de problemas en las clases de matemáticas como un soporte sobre el que debería descansar el aprendizaje de esta disciplina fue ampliamente fundamenta por la investigación en matemática educativa en México (Santos, 1996) y en el extranjero (Lester, 1994; Puig, 1994) durante de década de los noventa. Estas ideas se plasmaron en documentos curriculares en México, en los principales centros de nivel medio básico y superior (Alarcón *et al.*, 1995; Alarcón *et al.*, 1996; Wenzelburger, 1994), como extranjeros (NCTM, 1989).

La propuesta de resolución de problemas ha recibido interpretaciones diversas en matemáticas. Las descripciones o definiciones de problema que aparecen en los escritos de resolución de problemas también abarcan un espectro amplio. Cada una de estas caracterizaciones presupone un punto de vista teórico, que no siempre se considera explícitamente. Las combinaciones que se pueden hacer con las características dan lugar a concepciones de resolución de problemas con énfasis diversos.

Uno de los enfoques más estudiados es el de Schoenfeld (1992), quien llama resolución de problemas como punto de vista a una concepción en la que resolver problemas no es sencillamente obtener respuestas, sino buscar conexiones, lograr diferentes vías de acceso a éstos, trabajar varios enfoques, generalizar las soluciones y ampliar los problemas a otros campos. Paul Ernest afirma que:

[Dirigir] la enseñanza hacia el enfoque de resolución de problemas requiere de cambios profundos. Este cambio depende fundamentalmente del sistema de creencias del profesor y, en particular, de [su] concepción [...] de la naturaleza de las matemáticas y de los modelos mentales acerca de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas... estos cambios en las creencias están asociados con una autonomía y una reflexión crecientes [por] parte de los profesores de matemáticas.

Así, la práctica de la enseñanza de las matemáticas depende de varios elementos claves, entre los más destacados se encuentran:

- los contenidos o esquemas mentales del profesor, particularmente el sistema de creencias relativo a las matemáticas y a su enseñanza y aprendizaje;
- el contexto social de la situación de enseñanza, particularmente las restricciones y las oportunidades que brinda, y el nivel de los procesos de pensamiento y reflexión del profesor.

Estos factores determinan la autonomía del profesor de matemáticas y por tanto los resultados de las innovaciones educativas —como la resolución de problemas (1989:249).

La relación que existe entre estas habilidades y la resolución de problemas matemáticos como punto de vista, muestra que no basta con disponer de grandes cantidades de información sobre un tema, sino hay que ser flexibles, fecundos en recursos pertinentes, administrar los cono-

cimientos y comprender las reglas del juego, tácitas o declaradas. Es evidente que las habilidades intelectuales de alto nivel no sólo son importantes en matemáticas sino también en física, en historia y en la escritura de un ensayo, aunque las matemáticas, afirma Resnick (1987), son un campo privilegiado para su estudio. Y de esta manera lo confirman los numerosos artículos que resaltan la importancia de estas habilidades en el aprendizaje de las matemáticas (Berlin y White, 1995y Wicklein y Shell, 1995; Anderson, 1994).

Estas afirmaciones señalan al aprendizaje de las matemáticas como una actividad compleja que implica el desarrollo de una cultura matemática, es decir, el desarrollo de un conjunto de ideas, creencias, hábitos, habilidades y actitudes que conforman un punto de vista, un sistema de referencia que comprende el manejo de las herramientas conceptuales de la disciplina matemática (la abstracción, la representación simbólica y la manipulación simbólica) y el uso de estas herramientas en la comprensión del sentido que tienen las estructuras matemáticas que descubre, o impone, el sujeto en las situaciones problemáticas.

A pesar de la importancia reconocida de la resolución de problemas no hay consenso respecto a cómo se debe usar para que contribuya al logro de una educación matemática integral. Lester, en los años noventa destaca la urgencia de proporcionar a los profesores más información bien documentada. Menciona la escasez de trabajos que discutan el papel específico del profesor. Durante los siguientes años la investigación se direccionó hacia la aportación de descripciones de los comportamientos de los profesores, de las interacciones profesor- estudiante y estudiante-estudiante y el tipo de atmósfera del salón de clases que existe. Las propuestas que se describen en el siguiente apartado tiene el propósito de desarrollar un programa sólo para la enseñanza de las matemáticas.

3. METODOLOGÍA

La transición desde un marco de la *resolución de problemas* hasta la conceptualización de *historia de la actividad matemática* transcurrió a lo largo de veinte años de trabajo académico identificando cuatro fases.

3.1. Resolución de Problemas 1996-2001

En esta primera etapa se trabajó un marco de resolución de problemas generando preguntas de investigación en varias direcciones. Torres

(1997) realizó una extensa discusión sobre el tipo de investigación cualitativa para estudiar la complejidad del salón de clases identificando diferentes planos de análisis y caracterizando los roles de los actores y las diferentes modalidades de trabajo en los ambientes de resolución de problemas. Alvarado (1998) se concentró en el papel de las creencias de docentes y profesores como elementos que apoyan y detienen los procesos de construcción de conocimiento matemático. Suárez (2000) aportó, con evidencias empíricas el funcionamiento de tres elementos fundamentales en los ambientes de resolución de problemas: el diseño del problema, es decir de la actividad matemática a proponer a los estudiantes, el trabajo en equipo como un dispositivo que contribuye a la comprensión individual de los estudiantes y la elaboración del reporte como un elemento clave para el desarrollo de la metacognición y que aporta elementos importantes a la evaluación. Como producto de esta etapa se hicieron compilaciones y diseño de problemas como La Red de Problemas que Preparan el Cálculo y Los problemas para comenzar la Clase. Este trabajo investigativo y el diseño de actividades de aprendizaje diferentes a los problemas, establecieron el cimiento para la concepción de los Paquetes Didácticos de la segunda fase de este proyecto.

3.2. Paquetes Didácticos de Matemáticas 2001-2006

El Proyecto 'Paquetes Didácticos para los cursos de Matemáticas', coordinado institucionalmente dentro del Instituto Politécnico Nacional, desde su creación en 2001 declaró como propósito dotar al profesor y al estudiante de materiales de calidad, elaborados usando el conocimiento generado por las investigaciones y aplicado de manera sistemática, que les permitan trabajar conjuntamente para lograr los objetivos institucionales del área de matemáticas. El paquete didáctico es un conjunto de materiales que concretan operativamente los cuatro organizadores del currículo: objetivos, contenidos, metodología y evaluación. En particular, las estrategias didácticas y metodológicas, los conocimientos matemáticos y los elementos teóricos para ampliar la cultura matemática de los estudiantes.

Para el diseño del paquete se consideraron el marco institucional y algunos estándares, tanto nacionales como internacionales y se definieron una gama de experiencias de aprendizaje congruente con las competencias que ahí se establecen. Los materiales necesarios para lograr los ambiciosos, pero pertinentes, objetivos de la educación actual son com-

plejos y requieren de un profesor con una cultura profesional, capaz de aprovechar creativamente el sustento técnico que proporciona el conocimiento profesional, principalmente el que proviene de los resultados de la investigación en educación matemática. Una parte fundamental del proyecto corresponde, entonces, a la familiarización y capacitación del profesor en el manejo del paquete.

Con este proyecto se tuvo una oportunidad para cumplir con los objetivos institucionales pero estamos todavía lejos de contar con indicadores válidos y confiables en algunos de los aspectos fundamentales, señaladamente el aprendizaje de los estudiantes y del desempeño docente. Sin embargo, con estos proyectos se sientan las bases para avanzar en soluciones de fondo a estos aspectos tan descuidados y en los que actualmente se tienen indicadores inadecuados porque dejan de lado la verdadera piedra de toque de la práctica docente: qué puede hacer un alumno con sus conocimientos, qué puede demostrar que sabe cuándo se evalúa su desarrollo en términos de los objetivos de la institución.

3.3. Objetos de Aprendizaje en Matemáticas 2005-2006

Para hacer más accesibles a sus destinatarios principales, los estudiantes, las actividades de aprendizaje que comprenden los Paquetes Didácticos de Matemática y contribuir a fortalecer su aprendizaje autónomo, se comenzó a trabajar en el diseño de Repositorios de Objetos de Aprendizaje que satisficieran los estándares y requisitos tanto desde el punto de vista didáctico como informático. En esta etapa se aprovecharon los constructos, herramientas conceptuales y estándares de la Matemática Educativa para el diseño de las redes de actividades, como la ingeniería didáctica, los estándares del National Council of Teachers of Mathematics, NCTM, y el marco de evaluación del Proyecto Internacional para la Producción de Indicadores de Rendimiento de los Alumnos, PISA. Así mismo se utilizaron las representaciones visuales, como los mapas conceptuales y las redes semánticas para organizar las vistas relacionadas de la estructura disciplinaria, la secuenciación y la evaluación de los aprendizajes.

En una siguiente etapa del proyecto de PDM, Suárez, *et al.*, 2005 y Suárez, *et al.*, 2007, tuvo como objetivo el diseño de los objetos de aprendizaje básicos para construir un gran repositorio de objetos de aprendizaje para sentar las bases para alojar los contenidos del área de Matemáticas. Así se dispondría de un acceso flexible al conjunto inte-

grado de todos los cursos de cada nivel, con la posibilidad de definir trayectorias con criterios diversos aprovechando las relaciones entre los contenidos de cursos distintos. Una oportunidad para sacar partido de la reusabilidad de los Objetos de Aprendizaje (OA).

En este traslado se ha trabajado en el marco para el diseño de los Repositorios de OA, rescatando todo cuanto sea aprovechable del marco de los PDM. Una premisa que se conserva es el uso de los resultados de la investigación cuando sea pertinente.

En esta etapa de desarrollo del marco para el diseño de los Repositorios de Objetos de Aprendizaje (ROA), Chang, Galeana y Ramírez (2006) se ha dado un énfasis especial, en el diseño de actividades de aprendizaje, a la caracterización del tránsito de la interacción hacia la interactividad. En la medida de lo posible, considerando que hay una organización que gestiona la comunicación, se preservan los espacios de interacción virtual entre discentes, docentes y actividad. En las actividades que se incluyen en los PDM se considera una interacción bien definida para que se logren los complejos objetivos del currículo planeado, teniendo como marco una referencia explícita a una formación mediante los Materiales Auxiliares para la Organización del Aprendizaje (MAPOA). “Estos auxiliares sirven como marcos de referencia compartidos que se usan y comentan constantemente durante las experiencias de aprendizaje. En la medida en que, tanto el profesor como los alumnos, se familiaricen con ellos pueden llegar a constituir un lenguaje común, en el que se pueden expresar algunas de las dimensiones de aprendizaje más importantes.” (IPN, 2004: 25). En los OA se explicita la interacción necesaria, según el potencial de interactividad de los dispositivos, para lograr los mismos objetivos complejos.

En este marco se consideran referentes de distintos niveles. La formación de competencias básicas del estudiante, según el nivel correspondiente, es el punto de concurrencia de los diversos agentes que participan en el proyecto. Los MAPOA constituyen una referencia explícita que es preciso compartir con el discente continuamente. Por su carácter de recurso común, es particularmente importante el aprendizaje de estrategias asociadas con un esquema heurístico de resolución de problemas, aunque hay estrategias de uso específico que se asocian con cierto tipo de actividades. Los tutoriales de algoritmos se refieren a ideas potentes y aprendizajes facultadores asociados, inseparablemente, con algún tipo de Tecnología Educativa (TE), como los graficadores, los paquetes que

operan con representaciones y los sistemas de álgebra computacional. Además están, por supuesto, la gama de actividades que se había caracterizado en los PDM y que se redefinen en el contexto de los ROA. En todos los casos, las actividades de aprendizaje llevan asociado un foro, por su potencial de interacción, que define temas de discusión y permite que los discentes propongan temas de discusión.

En los PDM las actividades se interrelacionan entre sí por sus objetivos curriculares. Así se constituyen las redes de actividades para un aprendizaje complejo y bien definido, y se vinculan desde diferentes perspectivas. A partir de ellas, las actividades se pueden secuenciar de varias maneras para cumplir diversos objetivos didácticos, o en distintos niveles cognitivos, dando como resultado la formación de secuencias de aprendizaje. En los ROA estas secuencias de actividades que se establecen pueden ser más dinámicas y personalizadas de acuerdo a los conocimientos y preferencias de los estudiantes tomando como base los referentes establecidos.

El ROA del IPN, destino de los OA que se construyen en el blog, señala las características que deben cumplir los contenidos: 1) contar con una identificación clara para que puedan ser utilizados en diversos contextos educativos, 2) estar adecuadamente ensamblados para que puedan ser fácilmente reutilizables y 3) utilizar estándares ampliamente reconocidos para que puedan ser interoperables entre diferentes LMS (Learning Management System). Todo esto se logra siguiendo normas y recomendaciones internacionales que habilitan al ROA para estar localizado en el mundo, permitiendo así que sus contenidos sean utilizables también en otros países. Las recomendaciones bajo las cuales se sustenta este repositorio son las publicadas por ADL SCORM 1.2, patrón utilizado en el mundo por una gran cantidad de instituciones.

Entre los diversos módulos que se están construyendo en el blog, se encuentra una serie de actividades que tienen sentido como una red para lograr la competencia en la representación algebraica. A continuación se describe cómo está conformada.

Para la construcción de los OA se ha definido un procedimiento que requiere de la participación de una celda de producción. En el Anexo 1 presentamos la descripción de la planeación de un objeto de aprendizaje en matemáticas.

Quedan algunos problemas por resolver en la producción de los materiales multimediales pero los lineamientos están dados. Conforme se

superen estas dificultades se podrá hacer una producción de los OA más eficiente y masiva. En el blog se encuentran AA simples que se integrarán en redes de AA, sobre las representaciones gráfica y numérica, la variación, la estocástica y los sistemas de ecuaciones lineales.

El reto mayor, lo constituye la conformación del proyecto PD-ROA como un proyecto de innovación educativa de acuerdo al Modelo de Innovación Educativa del IPN (Ortega *et al.*, 2007) para, en un tiempo razonable, contribuir a la transformación de una de las funciones sustantivas de una institución educativa: la formación integral de profesionales.

3.4. Historia de la actividad matemática como objeto de aprendizaje para la docencia profesional en Matemáticas 2006 a la fecha

Además del diseño de materiales didácticos para discentes, se inició un proyecto de trabajar en el diseño materiales útiles para docentes a partir de las Historias de la Actividad que se desarrollaron en los PDM.

Las Historias de Actividad Matemática (HAM) no sólo proporcionan al profesor redes de actividades y materiales sobre los que tiene que decidir y planear para definir secuencias que ponga en práctica en su propio curso, sino también cuentan con espacios para discutir justificaciones y documentos que aporten herramientas que le faciliten la planeación de un curso. Las HAM comprenden la caracterización de la actividad según el marco [5], las evidencias del trabajo de los estudiantes y la experiencia de los profesores en problemas de estructura similar. Este trabajo a profundidad con una actividad permitirá pasar después a la construcción de las redes de problemas y secuencias de actividades aprovechando las historias desarrolladas por un conjunto de profesores.

La caracterización clasifica a la actividad de acuerdo a la modalidad de trabajo y experiencia de aprendizaje, herramientas tecnológicas, representaciones y estrategias en el proceso de solución, el producto esperado y la evaluación. De las soluciones posibles del problema, se prefiere aquella que sea más congruente con los objetivos planteados y que llamamos ‘de referencia’, sin dejar de lado las variantes posibles a esa solución. El comentario didáctico de la actividad se refiere al objetivo del problema en términos de las posibles soluciones, a las distintas vías que puede seguir un estudiante para avanzar en la realización de la actividad con la aplicación de las estrategias correspondientes y describe la articulación de las representaciones. El

comentario incluye algunas sugerencias para la interacción con los estudiantes durante la realización de la actividad y para la discusión de las soluciones que se hace con todo el grupo. Por supuesto, el trabajo sucesivo irá conformando historias de problemas, en particular, y de actividades, en general, que se robustecerán cada vez que un profesor las trabaje en clase. Estas historias se harán más detalladas y útiles en la medida en que podamos elaborar los documentos que la constituyen. Esta labor la podremos emprender mejor aprovechando las comunidades de aprendizaje y la red de interacción académica en internet.

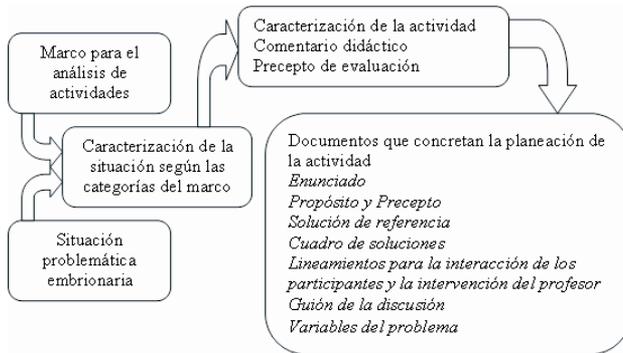


Figura 1. La planeación de un problema

La HAM es abierta y acumulativa, aunque en determinados momentos se hacen cortes para organizar las experiencias y facilitar su consulta para la planeación de las sesiones que incluyan la actividad. Las HAM se robustecerán cada vez que un profesor las trabaje en clase y registre en el blog los resultados de su experiencia. La HA como objeto de aprendizaje comprende objetivos de aprendizaje, en este caso para ejercicio profesional de la docencia, un contenido, el conocimiento de la disciplina desde una perspectiva pedagógica, unas actividades, la elaboración de la HA y criterios para evaluar si se han logrado los objetivos.

Con el establecimiento de las características de las AA se ponen en funcionamiento los elementos del marco para el diseño de contenidos digitales en matemáticas. Se está conformando una comunidad de profesores para el diseño de objetos de aprendizaje con este marco, a partir de los contenidos existentes en los PDM, que estén disponibles para las nuevas modalidades educativas, tanto presenciales como no presenciales, del IPN.

4. ANÁLISIS O DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este apartado se ofrecen dos evidencias de los avances en cada una de las fases descritas en el apartado anterior: Los Paquetes Didácticos de Matemáticas y el diseño de Redes de Aprendizaje.

4.1. Paquetes didácticos de Matemáticas

En la actualidad se cuenta ya con los Paquetes Didácticos, para el profesor y para el estudiante, en versiones impresas y en Internet, de los cursos de Álgebra, para primer semestre, Geometría y Trigonometría, para segundo semestre, Geometría Analítica para tercero y diversos grados de desarrollo de los Paquetes correspondientes a los otros tres cursos del NMS.

Para la difusión de los paquetes entre los profesores del bachillerato del IPN se diseñaron y realizaron talleres sobre el ‘Manejo del Paquete Didáctico de Álgebra’. El seguimiento y evaluación que se haga de los mismos permitirá hacer correcciones para la segunda edición.

4.2. Una red de actividades

El módulo (Figura 2) comienza con una introducción que describe los objetivos de aprendizaje y que ubica las Actividades de Aprendizaje (AA) como parte de una formación que requiere del discente una disposición para responsabilizarse de su aprendizaje, articulando los aprendizajes heterónimo, colaborativo y autónomo, con un énfasis particular en este último.

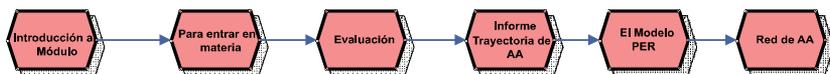


Figura 2. Diagrama general del módulo

Hay una invitación a explorar los MAPOA, como un marco de referencia para responsabilizarse de su aprendizaje aprovechando una gama amplia de organizadores metacognitivos.

El módulo continúa con ‘Para entrar en materia’, uno de los MAPOA, en donde se discute el aprendizaje de la resolución de problemas en el contexto de las habilidades intelectuales de alto nivel y se propone un modelo de aprendizaje esquemático, «Hacer - Reflexionar - Comunicar», que contrasta con el tradicional «Oír, Ver y Reproducir». Se discute también la idea del problema como el mejor medio de establecer una relación fecunda con una disciplina.

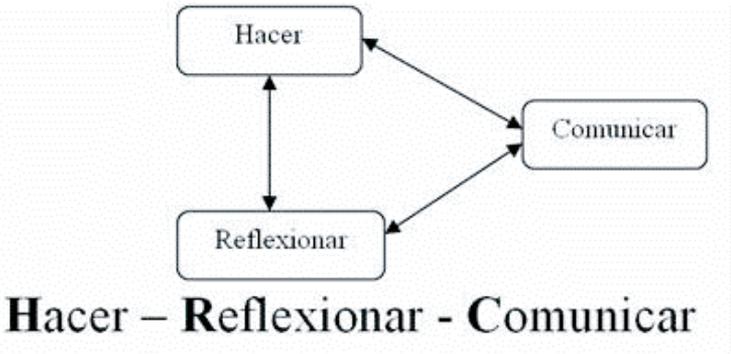


Figura 3. Modelo HRC (IPN, 2004)

Hay después una evaluación que proporciona un informe según un marco específico, así como una trayectoria de Actividades de Aprendizaje (AA) sugerida (Figuras 4 a y b).

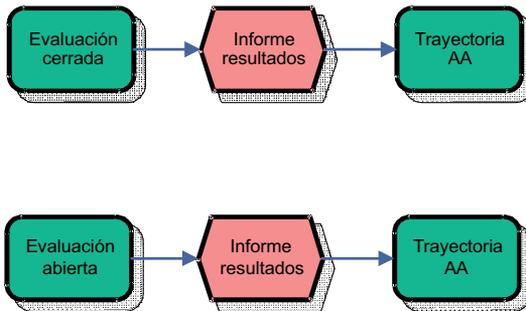


Figura 4a. Diagrama general de la evaluación del módulo

Antes de entrar a la red de AA, hay otro MAPOA, un modelo de organización del aprendizaje PER (Propósito, Estrategia, Resultado) que invita a administrar los dos enfoques que ahí se proponen, el superficial y el profundo, con el objeto de formarse un estilo independiente.

En cada AA del módulo, se comienza con el enunciado de la actividad. En el caso que se ilustra (Figura 5), un problema titulado ‘Moirá y Eris’, se remite a un texto sobre la heurística donde se le propone un esquema de resolución de problemas.

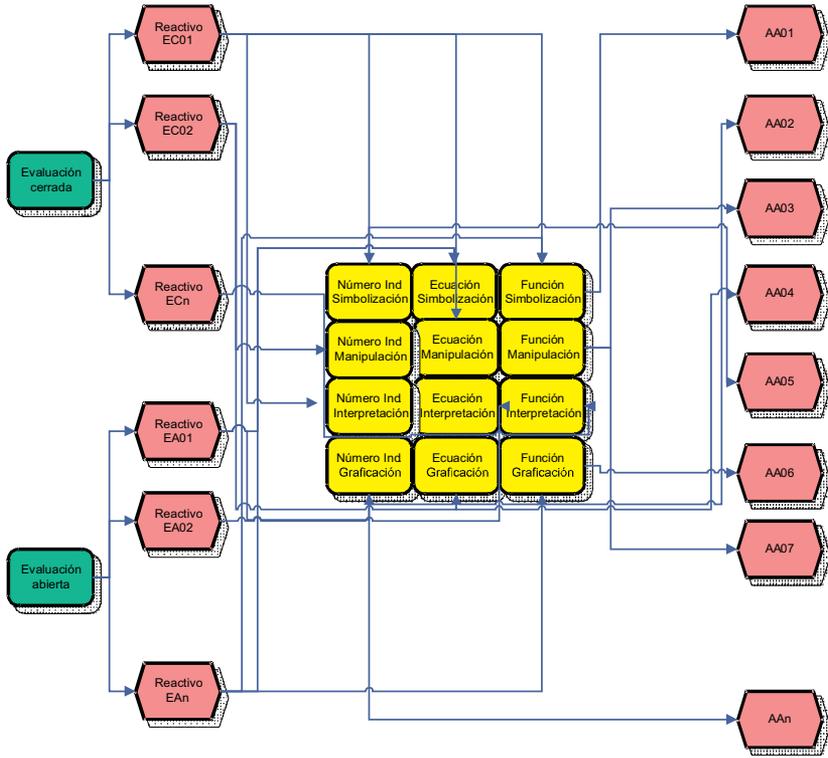


Figura 4b. Diagrama de la evaluación del módulo

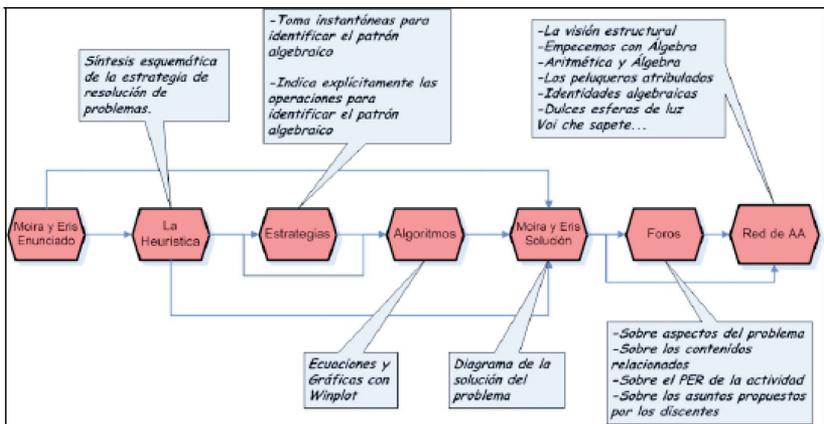


Figura 5. Mapa de una actividad de aprendizaje.

Después se presenta un mapa que le permite elegir una trayectoria para resolver el problema, con recomendaciones para aplicar estrategias y usar algunos recursos, en forma de tutoriales de algoritmos de aprendizajes facultadores vinculados con alguna herramienta tecnológica. Además hay foros que proponen líneas temáticas y permiten que los discentes abran nuevas líneas.

En la resolución de la actividad (Figura 6), el discente cuenta con un diagrama con hipervínculos que le permite escoger la vía de solución con la aplicación de las estrategias en la solución del problema para verificar, en una autoevaluación, si su propia solución es correcta.

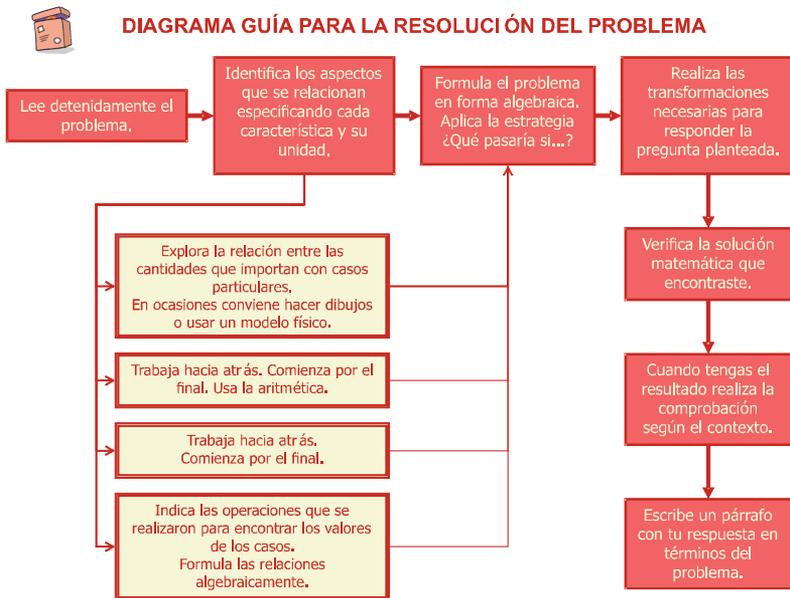


Figura 6. Diagrama de la solución de un problema

El producto que se ofrece a los docentes es la organización de estas historias de las actividades en un blog, con apoyo de las herramientas tecnológicas de la comunicación para ir, entre todos, un repositorio que vaya más allá de la presentación de actividades.

Historias de Actividades

En este blog se realizarán historias de actividades de aprendizaje de Matemáticas y Estadística. En principio, usaremos una estructura que incluye el enunciado, las soluciones, el comentario didáctico, las evidencias, los organizadores, la evaluación y los metadatos.

Mostrando entradas con la etiqueta **P-La población en China**.
[Mostrar todas las entradas](#)

LUNES 19 DE NOVIEMBRE DE 2007

La población en China Enunciado 01

La población en China

La población en China crece muy rápidamente. Las autoridades chinas están preocupadas por las necesidades de alimento, trabajo, educación y salud que tendrán que satisfacer si la tasa de crecimiento sigue siendo aproximadamente la misma. Un modelo que prediga la evolución de la población en el futuro les ayudaría a estimar los efectos de los planes que pueden aplicar.

En 1982 la población china ascendió a 1008 millones de personas. En la

HISTORIA DE UN PROBLEMA

ESTRUCTURA

- 1. Enunciados (22)
- 2. Soluciones (8)
- 3. Comentarios (3)
- 4. Organizadores (3)
- 5. Caracterizaciones (5)
- 6. Metadatos (2)
- 7. Registros y Evidencias (1)
- 8. HMA Cortes (2)
- 9. Dulces esfuerzos de luz (2)
- 10. Déficit y Calles (5)
- 11. P. El hasoprobolista (2)
- 12. P. El granjero (3)
- 13. P. El negro que no se raja (1)
- 14. P. El progreso del peregrino (3)
- 15. P. El varoncito (1)

Figura 7. El blog ‘Historias de Actividades’.

<http://historiasdeactividades.blogspot.com/>

5. CONSIDERACIONES finales

Nuestra perspectiva es la del profesor que quiere enseñar para que todos sus alumnos logren los aprendizajes que los faculten para un uso activo de sus matemáticas. Desde esta perspectiva los ambientes de resolución de problemas han sido potencialmente fecundos y pueden constituir uno más de los muchos recursos que el profesor necesita para organizar los aprendizajes multidimensionales de sus alumnos. Sin embargo, los ambientes de resolución de problemas son complejos e incluyen planes en varios niveles y decisiones frecuentes que conducen a escenarios distintos, lo que nos ha hecho evolucionar hacia la construcción más herramientas para el docente profesional. La posibilidad de organizar los aprendizajes curriculares en estos ambientes depende de la habilidad de los profesores para administrarlos en función de ciertos objetivos. Para lograrlo el profesor necesita incorporar una perspectiva de trabajo que le

permita convertirse en productor de sus propios saberes y prácticas. La Historia de una Actividad Matemática apoyará al docente en el trabajo de una comunidad profesional para lograr que la diversidad sus estudiantes comprenda las matemáticas y aprenda a usarlas.

La idea de historiar el problema contrastando los análisis previo y posterior y, de esta manera, hacer un registro cada vez más robusto de las interacciones posibles, las formas de comprensión y el uso de las matemáticas que hacen los alumnos, se puede complementar muy provechosamente con la investigación de los problemas y las condiciones en que se originaron los conceptos que se ponen en juego. Queremos compartir una visión, lo que incluye la construcción de marcos de referencia y el uso de herramientas conceptuales y tecnológicas, que se incorporan a la práctica docente de manera sistemática. Es una visión que faculta al profesor para que elabore sus propias historias de problemas. De esta manera, el profesor en el ejercicio profesional de la docencia puede incorporar la organización de ambientes de resolución de problemas como un recurso más, que tanto él como sus alumnos sientan como provechoso, para el cumplimiento de sus objetivos curriculares.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias al apoyo recibido en el Proyecto con registro SIP: 20164776 de la Secretaría de Investigación y Posgrado del IPN en México. Así como a los colegas de la Red de Investigación e Innovación en Educación Estadística y Matemática Educativa (RIIEE-ME) con los que juntos hemos colaborado en la evolución de nuestra perspectiva.

Referencias Bibliográficas

- ALARCÓN, Jesús. 1995. **Notas del Seminario ‘Precálculo y Resolución de Problemas’** realizado en el DME-CINVESTAV-IPN. México.
- ALARCÓN, Jesús. 1996. **Planes y programas de estudio de matemáticas nivel medio superior.** IPN. Instituto Politécnico Nacional. México.
- ALVARADO, Desirée 1998. **Las Creencias y Concepciones en un Ambiente de Resolución de Problemas.** Tesis de Maestría del DEM-Cinvestav. No publicada. México.

- ANDERSON, Ronald. 1994. **Issues of Curriculum Reform in Science, Mathematics and Higher Order Thinking Across the Disciplines**. US Government Printing Office, Washington, DC.
- BERLIN, D.; WHITE, A. 1995. **Connecting School Science and Mathematics**. NCTM Yearbook, 1995.
- CHAN, María Elena, GALEANA, Lourdes y RAMÍREZ, María Soledad. 2006. **Objetos de aprendizaje e innovación educativa**. Trillas. México.
- ERNEST, Paul. 1989. The Impact of Beliefs on the Teaching of Mathematics. En Ernest, P. (Ed.) **Mathematics Teaching. The State of the Art**. The Falmer Press.
- IPN. 2004. **Álgebra. Libro para el Profesor**. Instituto Politécnico Nacional. México.
- LESTER, Frank. 1994. Musing about Mathematical Problem-Solving Research: 1970-1994. **Journal for Research in Mathematics Education**, 25(6):660-675.
- NCTM. 1989. National Council of Teachers of Mathematics. **Curriculum and Evaluation Standars for the School Mathematics**. Reston VA: NCTM.
- ORTEGA, Pedro, RAMÍREZ, María Eugenia, TORRES, José Luis, LÓPEZ, Ana Emilia, SERVÍN, Yacapantli, SUÁREZ, Liliana y Ruiz, Blanca. 2007. Modelo de innovación educativa. Un marco para la formación y el desarrollo de una cultura de la innovación. **RIED: Revista Iberoamericana de Educación a Distancia**. 10(1):145-173
- PUIG, Luis. 1993. Elementos del Proceso de Resolución de Problemas. En Filly, E. y Cordero, F. **Memorias del Quinto Simposio Internacional sobre Investigación en Matemática Educativa**. México.
- RESNICK, Lauren. 1987. **Education and Learning to Think**. Washington, DC: National Academy Press.
- SANTOS, Luz Manuel. 1996. **La resolución de problemas**. Grupo Editorial Iberoamérica. México.
- SCHMIDT, William, MCKNIGHT, Curtis, VALVERDE, Gilbert, HOUANG, Richard, & WILEY, David. 1997. **Many Visions, Many Aims, Volume 1: A Cross-National Investigation of Curricular Intentions in School Mathematics**. Kluwer Academic Publishers Dordrecht, The Netherlands.
- SCHOENFELD, Allan. 1985. **Mathematical Problem Solving**. New York, NY: AP.
- SCHOENFELD, Allan. 1992. Learning to Think Mathematically: Problem Solving, Metacognition, and Sense Making in Mathematics. En Grouws, D. (Ed.), **Handbook of Research on Mathematics teaching and learning**. Reston, VA: NCTM.

- SUÁREZ, Liliana, CORDERO, Francisco, DAOWZ, Patricio, ORTEGA, Pedro, RAMÍREZ, Alfonso y TORRES, José Luis. 2005. De los Paquetes Didácticos hacia un Repositorio de Objetos de Aprendizaje: Un reto educativo en matemáticas. Uso de las gráficas, un ejemplo. **RIED: revista iberoamericana de educación a distancia**, 8, (1-2):307-334.
- SUÁREZ, Liliana, ORTEGA, Pedro, DAOWZ, Patricio, RAMÍREZ, Alfonso, RAMÍREZ, María Eugenia, TORRES, José Luis y RUIZ, Blanca. 2007. Un marco para el diseño de contenidos digitales en matemáticas. Extenso publicado en las Memorias de **Virtual Educa 2007**. São José dos Campos, Brasil 2006. En: <http://somi.cinstrum.unam.mx/virtualeduca2007/pdf/208-LST.pdf>
- SUÁREZ, Liliana, ORTEGA, Pedro, SERVÍN, Yacapantli, TÉLLEZ, Josué, TORRES, José Luis. 2005. Paquetes Didácticos de Matemáticas: Integración de la investigación y la innovación tecnológica. **Memoria de Virtual Educa**. México. [en línea]. Disponible en: http://somi.cinstrum.unam.mx/virtualeduca2005/resumenes/2005-03-31456Matematicas_VirtualEduca.doc. Consultado 19.10.2005.
- SUÁREZ, Liliana. 2000. **El trabajo en equipo y la elaboración de reportes en un ambiente de resolución de problemas**. Tesis de Maestría del DEM-Cinvestav. No publicada.
- SUÁREZ, Liliana. TORRES, José Luis y ORTEGA, Pedro. 2012. **Las matemáticas del bachillerato del Instituto Politécnico Nacional**. En Crisólogo Dolores (Ed.) ¿Hacia dónde reorientar el currículum de matemáticas del Bachillerato? Plaza y Valdés Editores. México. 33-35.
- TORRES, José Luis. 1997. **La Metodología de Estudio en un Ambiente de Resolución de Problemas**. Tesis de Maestría del DEM-Cinvestav. No publicada.
- WENZELBURGER, Elfriede. 1994. **Planes y programas de estudio de matemáticas del Colegio de Bachilleres**. CB. México.
- WICKLEIN, Robert y SHELL, John. 1995. Case Studies of Multidisciplinary Approaches to Integrating Mathematics, **Science and Technology Education**. *Journal of Technology Education*. 6, 2.