

## RECURSOS DIDÁCTICOS DEL Y PARA EL PROFESOR DE MATEMÁTICAS. UNA EXPERIENCIA DE FORMACIÓN CONTINUA EN LA MODALIDAD EN LÍNEA Y A DISTANCIA

Avenilde Romo Vázquez y Jean-Philippe Georget  
Instituto Politécnico Nacional.  
Universidad de Caen  
avenilderv@yahoo.com.mx, jean-philipe.georget@unicaen.fr

México  
Francia

**Resumen.** Dentro de un programa de maestría en Matemática Educativa en la modalidad en línea y a distancia del Instituto Politécnico Nacional de México, la cual es cursada por profesores de matemáticas en servicio, se realizó un curso cuyo objetivo principal era diseñar recursos didácticos para el profesor de matemáticas. El curso se basó principalmente en el trabajo de Georget (2009), en el cual se presentan herramientas que permiten proponer y evaluar un recurso didáctico. En este reporte se presenta un primer análisis de algunos de los elementos que conformaron dicho curso así como reflexiones sobre su organización didáctica y la manera en que ésta podría modificarse.

**Palabras clave:** educación a distancia, educación continua, experimental

**Abstract.** We have proposed an online mathematics education course to teachers of mathematics at Polytechnic Institute of Mexico. The aim of this course was to design didactic resources from and for teachers of mathematics. The course was based on research developed by Georget (2009). In this work Georget proposes theoretical and methodological tools to design and to evaluate didactical resources. In this communication we presented a first analysis on some elements of this course and some reflections on her didactic organization and the way in which we can to modify it.

**Key words:** virtual teaching, continuous education, experimental

### Diseño y objetivo del curso

El objetivo general del curso era el de analizar y producir un recurso didáctico para el profesor de matemáticas, dicho recurso es considerado como la actividad o el conjunto de actividades didácticas que están acompañadas de un análisis de la(s) actividad(es) mismas y de su implementación en el aula de matemáticas. Para lograr este objetivo se consideró tanto la experiencia de los profesores al diseñar y proponer actividades en su práctica cotidiana como las herramientas teóricas y metodológicas propuestas en Georget (2009). El curso consistió de cinco actividades principales: 1) Resolución de un problema y escritura de una guía pedagógica para implementarlo en el aula. 2) Diseño de un recurso didáctico. 3) Lectura de un documento basado en Georget (2009) donde se presentaban las herramientas teóricas y metodológicas para el diseño y evaluación de recursos didácticos. 4) Presentar, a partir de la retroalimentación recibida en la actividad 2 y de la lectura hecha en la actividad 3, un rediseño del recurso didáctico de la actividad dos. 5) Presentar el recurso a un profesor de matemáticas, no participante en el curso, solicitándole una evaluación de dicho recurso, para lo cual se ofreció una guía basada en las herramientas teóricas presentadas en la actividad 3.

Nos parece importante señalar que si bien el curso adoptó el término de recursos didácticos en un sentido muy amplio, en la referencia bibliográfica principal (Georget, 2009) se consideran particularmente las actividades abiertas de búsqueda y prueba. Georget adapta las categorías

utilidad, utilizabilidad (utilisabilité, en francés) y adaptabilidad así como aceptabilidad que habían sido definidas para los EIAH (Entornos informáticos para el aprendizaje humano) para el análisis de este tipo de actividades vistas como recursos didácticos. Asimismo propone diferentes tipos de potenciales, de investigación, didáctico, de debate y de resistencia, para estas actividades.

La organización del curso que hemos descrito brevemente intentaba considerar la experiencia de los participantes del curso y presentar elementos teóricos-metodológicos para el diseño de recursos didácticos. Algunas preguntas que emergieron en el diseño del curso fueron, ¿cómo considerar la experiencia de los participantes del curso, profesores de matemáticas, para el diseño de recursos didácticos? ¿Y cómo presentar las herramientas teóricas-metodológicas de manera que éstas puedan integrarse a la práctica de los participantes?

### Recursos del y para el profesor

Uno de los objetivos del curso era reflexionar sobre la actividad del diseño desde el profesor, ¿cómo el profesor diseña estas actividades? Y sobre todo, ¿cómo una actividad, problema, tarea pueden ser transformados en recursos didácticos? ¿Qué tipo de herramientas teóricas y metodológicas favorecen dicha transformación? Para situar esta reflexión consideramos que era necesario enfrentar a los profesores a una misma tarea, que permitiera estudiar y analizar un tipo de recursos, elegimos las actividades de investigación y prueba, debido a que éstas fueron objeto de estudio en Georget (2009). Así la primera actividad consistió en la resolución del problema de las cuerdas: *Se colocan  $n$  puntos sobre una circunferencia. ¿Es posible determinar el número de todas las cuerdas que pueden trazarse?* La consigna por si misma no constituye un recurso didáctico, para que lo sea, es necesario describir la naturaleza del problema, los objetivos y su relación con el programa de estudio, la manera en que convendría implementarse, posibles dificultades e incluso proponiendo sugerencias de modificación. Por lo que en la actividad I los participantes del curso debían primeramente resolver la actividad y luego proponer una “guía pedagógica” en la que describieran la actividad desde el punto de vista del profesor y su implementación en el aula, especificando la manera de presentarlo a los estudiantes, posibles adaptaciones para su implementación, el trabajo esperado por los estudiantes así como declarar las intervenciones que se considera debe realizar el profesor para que el problema pueda ser resuelto por los estudiantes. Producir una guía pedagógica es una tarea, que no consideramos compleja desde el diseño, aunque no se esperaba que ellos presentaran un análisis profundo de la actividad y de su implementación. Para nuestra sorpresa, muchos de los participantes se centraron en la presentación de la actividad pero desprovista de los elementos que podían convertirla en recurso didáctico, es decir no se detallaban por ejemplo los objetivos pedagógicos ni su relación con el programa de estudios. Nos parece que esto puede explicarse porque al momento de pedir esta

actividad, las herramientas teóricas no se habían presentado y que la consigna de actividad era abierta. Se esperaba que para la segunda actividad, donde claramente se pide el diseño de un recurso didáctico, se esperaba que los participantes eligieran una actividad y la volvieran una primera versión de un recurso didáctico.

Estas dos actividades no fueron enfrentadas como se esperaba, consideramos que es muy probable que el profesor de matemáticas no esté habituado a compartir las actividades y recursos que diseña para su clase. Los objetivos pedagógicos y su relación con el programa pueden parecerle transparentes y no ve la necesidad de explicitarlos. Lo cuestionable es que los participantes del curso, además de ser profesores en servicio, cursan una maestría en Matemática Educativa y esta formación no se ve reflejada en la forma de realizar la actividad 2.

### Utilizabilidad y adaptabilidad dos categorías para el análisis de recursos didácticos

En el trabajo de Georget (2009) el objetivo principal es el de generar una comunidad de práctica de profesores de matemáticas, para lograrlo recurre a diferentes aproximaciones teóricas, Comunidad de Práctica (Wenger, 1998), Doble Aproximación (Robert y Rogalsky 2002) y Entornos Informáticos para el Aprendizaje Humano (EIAH, en adelante) Tricot et al. (2003). Es esta última aproximación en la que Georget se sitúa para sugerir tres conceptos y sus interrelaciones, utilizados para la evaluación de los EIAH, para evaluar la ergonomía de los recursos didácticos propuestos por profesores. Para difundir dichos conceptos entre los participantes del curso, se realizó un documento de síntesis, el cual fue traducido del francés al español, por los autores de este reporte. Presentamos a continuación elementos de este documento de síntesis en los cuales se definen: utilidad, utilizabilidad y adaptabilidad así como aceptabilidad. Un primer elemento considerado es la evaluación de los EIAH, la cual es definida por Tricot, citado en Georget de la siguiente manera:

La evaluación de la utilidad proviene del dominio general de la pedagogía, de las didácticas y más generalmente de la evaluación tal que ella es habitualmente concebida en la enseñanza y en la formación. Se trata de evaluar si existe una adecuación entre el objetivo del aprendizaje definido por el profesor (o el diseñador) y el logro de ese objetivo. (Tricot, p. 393 citado en Georget, 2009)

Georget se basa en lo anterior para sustentar que la evaluación de un recurso puede ser equiparada con la de un EIAH y señala: “La evaluación de la utilidad de un EIAH, y más ampliamente de un recurso, consiste entonces en evaluar su adecuación en relación a los deseos de los autores o de un documento rector (*cahier des charges*).” (Georget, 2009, p.43). Georget parte de la noción de utilizabilidad de un EIAH definida en Tricot, Plégat-Soutjjs, Camps, Amiel,

Lutz y Morcillo (2003):

[ella] designa la posibilidad de utilizar el EIAH: su manejabilidad. La utilizabilidad de un EIAH se juega a nivel de su interfaz (su coherencia, su legibilidad, la manera en la que representa sus posibles acciones, etc.) de navegación (la coherencia, la simplicidad, la exhaustividad de los desplazamientos posibles, etc.) y su coherencia con el objetivo y escenario didácticos. Ella es también función de la adecuación entre los objetivos del diseñador y los del usuario (Tricot et al. 2003, p. 393, citado en Georget, 2009).

Basado en esta definición muestra la pertinencia de utilizarla en al evaluación de recursos didácticos:

[...] el interés del concepto reside y se trata de evaluar las posibilidades de manipular la herramienta o el recurso por los individuos. Relacionado con un recurso destinado a los profesores, se puede por ejemplo considerar el tiempo necesario para que el profesor lo consulte y pueda evaluar el interés para su práctica. La evaluación de la utilizabilidad comprende también un criterio que nos parece particularmente importante para el estudio de los recursos propuestos para los profesores, este de la adaptabilidad. En el contexto de los sitios Web, puede definirse así: *“la adaptabilidad de un sistema tiene que ver con su capacidad para reaccionar según el contexto, y según las necesidades y preferencias de los usuarios. Dos sub-criterios participan en el criterio Adaptabilidad: Flexibilidad y la toma en cuenta de la experiencia del usuario”* (Bstien et al. 1998 citado en Georget, 2009). Los autores precisan que:

El criterio Flexibilidad tiene que ver con los medios a disposición de los usuarios para personalizar la interfaz con la intención de dar cuenta de sus estrategias o costumbres de trabajo y las exigencias de la tarea. El criterio Flexibilidad corresponde también a las diferentes posibilidades que tienen los usuarios para lograr un objetivo dado. Se trata, en otros términos, de la capacidad de la interfaz para adaptarse a acciones variadas de los usuarios. [...] El criterio La toma en cuenta de la experiencia del usuario tiene que ver con los medios utilizados para respetar el nivel de experiencia del usuario (ibid.).

Relacionando este criterio con la hipótesis de coherencia de las prácticas, el autor señala:

[...] es necesario permitir al profesor utilizar los recursos y adaptarlos a su propia práctica y personalizarlos. El uso de las tecnologías informáticas para proponer recursos parece estar adaptado a esto. Por ejemplo, es posible hacer que aparezca en un primer tiempo un recurso reducido, proponer sus desarrollos en su segundo tiempo, permitir la creación de un documento compuesto a partir de otros pre-existentes. Más aún, es necesario que un

artefacto facilite esta composición. Además, un profesor, desde que él utilice varias veces un recurso podrá desear, por ejemplo, marcar los problemas ya hechos, agregar diversas aclaraciones o notas relacionadas a éstos, agregarle el o los enunciados del problema que él ha utilizado en su clase, agregar sus propios problemas, compartir algunas de sus notas con otros profesores, etc. ¿Puede el profesor saber si tal o tal problema es frecuentemente elegido por los otros? ¿Puede agregarlos a su propio espacio de trabajo con el objetivo de utilizarlos fácilmente? ¿El profesor puede crear fácilmente algunos documentos impresos para él y para sus estudiantes? Para resumir, ¿el recurso puede adaptarse al profesor y a su práctica, puede integrarse fácilmente a su práctica? (Georget, 2009, p.44)

Definimos la aceptabilidad de un EIAH como el valor de la representación mental (actitudes, opiniones, etc. Más o menos positivas) a propósito de un EIAH, de su utilidad y utilizabilidad. Esta representación mental puede ser individual o colectiva. El valor de esta representación condicionará la decisión de utilización del EIAH. La aceptabilidad puede ser sensible a factores muy diversos como la cultura y los valores de los usuarios, sus afectos, sus motivación, la organización social y las prácticas en las cuales se inserta más o menos bien el EIAH (Tricot et al. 2003, citado en Georget, 2009).

Georget señala que la aceptabilidad permite reconocer si un individuo se interesa en un recurso desde el punto de vista de su utilidad y su utilizabilidad. Dos evaluaciones relacionadas a los EIAH son propuestas por Tricot, por inspección y empírica, la primera a cargo de un experto y la segunda por el usuario, éstas se reconocen como complementarias. Georget señala que estas evaluaciones pueden tener lugar en la Didáctica de las matemáticas donde la evaluación por inspección puede corresponderse a lo que se conoce como análisis a priori. Este análisis se efectuaría sobre el recurso antes de aplicarlo a un grupo, reconociendo el nivel al que se desea aplicar, los objetivos pedagógicos que persigue, los tipos de tareas que se proponen, las técnicas de las que pueden disponer los estudiantes para resolverlas, algunas que puedan ser generadas por ellos a partir del recurso mismo. Es decir, validar la pertinencia del recurso didáctico para ser implementado en el aula. Mientras que la evaluación empírica tendría que ver más con un análisis a posteriori. Es decir, una vez que el recurso ya se ha implementado, se analiza cómo fue enfrentado por los estudiantes, cuáles fueron los objetivos logrados y cuáles no. Se reconocen sus potencialidades y límites a partir de la implementación. Estos dos tipos de análisis son complementarios y permiten evaluar el diseño e implementación de un recurso.

Consideramos que estos conceptos teóricos, utilidad, utilizabilidad, adaptabilidad y aceptabilidad pueden volverse operacionales para la evaluación de recursos por parte de los profesores. En la

actividad 4 del curso se pidió que se presentará nuevamente el recurso diseñado en la actividad 2 pero esta vez su descripción debería aparecer en términos de los conceptos antes presentados. A manera de ejemplo, presentamos a continuación uno de los recursos propuestos por uno de los participantes del curso.

### Ejemplo de un recurso propuesto por participante

En la actividad 4 se incorporan las categorías de análisis utilidad, utilizabilidad, adaptabilidad y los diferentes tipos de potenciales, aunque éstos aparecen más discretamente. Presentamos a continuación, a manera de ejemplo, una de las actividades propuestas por uno de los participantes del curso:

Se construye con palillos secuencias de triángulos equiláteros, la longitud de cada lado corresponde a la longitud de un palillo, como muestra la siguiente figura:

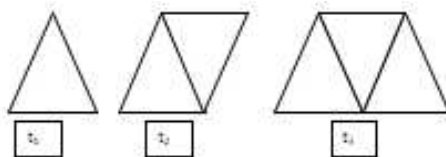


Figura 1. Figura que presenta el profesor para ilustrar su consigna

- ¿Cuántos palillos necesitamos para construir una secuencia de  $n$  triángulos equiláteros?
- Si en lugar de construir secuencias de triángulos equiláteros, construyéramos cuadrados; ¿puedes deducir cuántos palillos debemos utilizar para construir una secuencia de  $n$  cuadrados?
- ¿Puedes deducir cuántos palillos se utilizarán para construir secuencias similares pero de  $n$  pentágonos? ¿Y de  $n$  hexágonos?
- A partir de las secciones anteriores, ¿es posible deducir alguna generalidad?, ¿cuál?

Notemos que la actividad propuesta es abierta, vista así podría decirse que queda bajo la responsabilidad del profesor que la implementa en el aula. Sin embargo, la propuesta va acompañada por objetivos pedagógicos:

- ❖ Promover la búsqueda de generalidades a partir de secuencias de polígonos regulares.
- ❖ Que los estudiantes identifiquen la constante de una sucesión aritmética.
- ❖ Que los estudiantes logren encontrar la expresión de sucesiones aritméticas.
- ❖ Propiciar instancias de trabajo grupal y de debate, así como también de argumentaciones y de refutaciones ante los resultados logrados.

Así como por una evaluación del recurso utilizando las categorías propuestas por Georget (2009), como se muestra a continuación:

- ❖ Considero que el recurso presentado es útil, puesto que los objetivos pedagógicos planteados pueden ser logrados al implementar esta actividad en el aula. Los estudiantes a partir de la búsqueda, discusión con sus pares y la manipulación de recursos materiales (programa informático, palillos o el esbozo de figuras con papel y lápiz) van a ser capaces de encontrar regularidades que les van a guiar para identificar la constante de la sucesión aritmética, construir la su expresión e incluso descubrir las generalizaciones que se encuentran implícitas en la actividad. A partir de las consideraciones explicitadas el docente puede hacer uso del recurso y conducir la clase de forma tal que los objetivos pedagógicos puedan ser logrados en su totalidad.
- ❖ El recurso es utilizable, puesto que el docente puede adaptar su implementación con recursos materiales que considere pertinente, la consigna de la actividad es clara, entendible, es posible modificar alguna parte de la consigna según el criterio del docente para adaptarlos a su práctica.
- ❖ Es adaptable a la modalidad del trabajo que tenga el docente en clase (más allá de que se sugiera organizar al grupo de estudiantes en subgrupos de trabajo, es posible que la actividad sea propuesta para trabajarla de manera individual). Esta actividad permite que los estudiantes la adapten a diversas modalidades de búsqueda, ya sea haciendo uso de algún programa informático de geometría, como la manipulación con materiales concretos como pueden ser palillos, varillas, etc. así como también haciendo uso de la construcción de secuencias poligonales con papel y lápiz.

Notemos que las categorías son utilizadas para describir el recurso didáctico, aunque éstas pueden profundizarse, ya aparecen elementos que muestran la relación entre los objetivos de la actividad y su relación con el programa. Se analiza la viabilidad de implementación, la cual está centrada en los recursos materiales, “*el milieu*” que posibilitan su realización. La organización del grupo se privilegia contra la determinación de variables didácticas que orienten la implementación. Por ejemplo, no se precisa la cantidad de casos que podrán ser explorados para iniciar la generalización ni tampoco cómo se espera que ésta se construya. Sin embargo, consideramos que esta actividad del curso permite iniciar la incorporación de categorías propuestas para la evaluación del recurso que será contrastada por la evaluación de un par. De manera general podemos decir que las herramientas presentadas permiten en un trabajo de academia o de comunidad de práctica, generar recursos didácticos del y para el profesor. Algunas constataciones que un primer análisis del curso nos

permite generar son las siguientes:

- ❖ Poco uso de conocimientos didácticos abordados en cursos anteriores.
- ❖ Una descripción pobre o nula de los contextos locales así como referencias al programa.
- ❖ Reacciones muy pobres hacia los resultados de investigación presentados.

Consideramos que los trabajos presentados en este curso requieren de un análisis profundo para poder evaluar la organización didáctica del curso pero sobre todo para alimentar la reflexión sobre el diseño de recursos didácticos de y para profesores de matemáticas.

### Referencias bibliográficas

Georget, J-P., y Labrousse, B. (2012). Expérimentation d'une ressource pour une situation de recherche et de preuve entre pairs. preuve entre pairs. En J-L. Dorier y S. Coutat (Eds.) *Enseignement des mathématiques et contrat social: enjeux et défis pour le 21e siècle – Actes du colloque EMF2012* (pp. 838–848). Ginebra: Universidad de Ginebra 3

Georget J-P. (2010). Apport de l'ergonomie des EIAH pour l'analyse et la conception de ressources. En A. Kuzniak y M. Sokhna (Eds.) *Revue Internationale Francophone. Numéro spécial 2010. Actes du Colloque Espace Mathématique Francophone. Enseignement des mathématiques et développement : enjeux de société et de formation* (pp.843-852) Dakar: Université Cheikh Anta Diop de Dakar Dakar

Georget, JP (2009). *Activités de recherche et de preuve entre pairs à l'école élémentaire : perspectives ouvertes par les communautés de pratique d'enseignants*. Francia: IREM

Molina, G., Romo, A y Rosas, A. (2011). Una formación para el profesor de matemáticas en el Programa de Matemática Educativa del IPN. En G. Buendía (Ed.) *Reflexión e investigación en matemática educativa* (pp.31-42). Mexico: Lectorum.

Robert, A. y Rogalski, J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche. *Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et de la technologie* 2(4), 505–528.

Tricot, A., Plégat-Soutjis, F., Camps, J.-F., Amiel, A., Lutz, G., & Morcillo, A. (2003). Utilité, utilisabilité, acceptabilité : interpréter les relations entre trois dimensions de l'évaluation des EIAH. En C. Desmoulins, P. Marquet & D. Bouhineau (Eds.) *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain* (pp. 391-402). Paris: ATIEF / INRP.

Wenger, E. (1998). *Communities of Practice, Learning, Meaning and Identity*. Cambridge: University Press.