

EN BÚSQUEDA DE LAS COMPETENCIAS TECNOLÓGICAS EN LA FORMACIÓN DE FORMADORES EN MATEMÁTICAS

Yuri Morales López

Escuela de Matemática

Universidad Nacional

Costa Rica

ymorales@una.ac.cr

Resumen

En este artículo se pretende un acercamiento hacia cuáles deben ser las competencias tecnológicas que deben estar presentes en los currículos de los futuros docentes en matemática. Para esto, se analizan distintas propuestas, tanto nacionales e internacionales, sobre lo que significa la tecnología en nuestra realidad y, con base en esto, se pretende ofrecer al lector una panorámica global sobre este tipo de competencias.

Palabras clave

Competencias tecnológicas, enseñanza, aprendizaje, matemática, currículo, formación de docentes.

Abstract

This article seeks a rapprochement towards what should be the technological competencies that must be present in the curriculum of future teachers in Mathematics. To do this, it analyzes different proposals, both local and international, about the implications of technology in our reality and, based on this, it is intended to provide the reader with an overview on such competencies.

Keywords

Technological Competencies, Teaching, Learning, Mathematics Curriculum, Teacher Training.

1. Introducción

La realidad nacional e internacional muestra que el impacto de la tecnología es cada vez mayor en todos los sectores de la sociedad. Estos sectores, a su vez, urgen de profesionales capacitados en el uso de la tecnología como una herramienta para potenciar sus habilidades y así ofrecer mayores aportes en sus labores.

En este sentido, Costa Rica es un país que puede ofrecer al mundo profesionales de este calibre, siempre y cuando las políticas de inversión en educación, investigación y tecnología estén acordes con las necesidades en equipo y de profesionales capacitados. Asimismo, no sólo se trata de una inversión económica en estas áreas prioritarias, sino que se trata de una gestión equilibrada entre las posibilidades que ofrece nuestra economía y un replanteamiento de lo que se desea como país.

En el sector educación, las políticas deben dirigirse a inversión en infraestructura, equipo, becas, entre otros, y al mismo tiempo, políticas sensatas de inversión en investigación educativa e innovación tecnológica.

En este momento, parece claro que poseer tecnología no significa saber cómo utilizarla y, cada vez, más académicos parecen encontrar en ésta una esperanza de dotar de mayor calidad a todos los sectores de la educación. Lo que aún no parece estar claro es que para aprovechar esos recursos se deben plantear estrategias para conocer cómo incorporarlas al currículo nacional, cuál es el impacto que éstas pueden tener y, además, cuál es el papel de los profesionales especializados en la incorporación de la tecnología en el sector educativo; a criterio del autor, uno de los retos es, también, asimilar que el mayor nicho para generar un cambio en todos los sectores de la educación costarricense es el lugar donde son formados los docentes: las universidades.

Las problemáticas relacionadas con este tema se ven reflejadas, por ejemplo, en estudios como el I Informe del Estado de la Educación Costarricense (2005) donde se afirmó que, desde un punto de vista institucional, uno de los problemas involucrados en las posibilidades de los jóvenes por permanecer en secundaria es la escasez en los logros en la formación de formadores.

Indiscutiblemente, la enseñanza de la matemática en secundaria no escapa a estas situaciones; en el ámbito nacional, han surgido investigaciones relacionadas con la formación de docentes en esta área; por ejemplo, Chaves (2003) trabajó sobre la percepción de los actores y determinó, entre otras, la siguiente problemática: el empleo de herramientas tecnológicas (en la formación de formadores) no juega un papel preponderante; a su vez, este autor señala que un programa que obvie el impacto tecnológico en la sociedad “corre el riesgo de quedarse rezagado y sus egresados tendrán serios problemas para incorporarse exitosamente a una sociedad

demandante de conocimiento tecnológico” (Chaves, 2003, p. 102).

Autores como Barrantes (2003) sugieren que las universidades deben revisar sus planes de estudio en la formación de formadores y adecuarlos a los nuevos requerimientos acorde con lo que se espera de esta disciplina en la enseñanza media. De lo anterior se desprenden dos preguntas fundamentales: ¿cuál es el cambio necesario dentro del quehacer en la formación de formadores de matemáticas? Y, ¿qué papel juega la tecnología en este nuevo orden?

Una pista podría encontrarse en lo que afirmó Ruiz en el 2001: “En matemáticas, para dar un ejemplo, las nuevas tecnologías permiten **reorganizar el currículum** debilitando énfasis calculatorios y promoviendo los aspectos conceptuales, las aplicaciones, las interrelaciones con otras áreas científicas o tecnológicas, etc.” (pp. 142-143). Esto, en sí, puede puntualizar el hito a seguir: el currículum.

Las tendencias a nivel internacional actualmente apoyan esta posición; la necesidad de homogenizar criterios en lo que respecta a la calidad de la educación y las oportunidades de los futuros profesionales se ha visto traducida en programas específicos como: El proyecto *Tuning* (2001) para Europa y *Tuning* para América Latina (2004), el Programa para la Evaluación de Alumnos de la OECD (PISA, 2006), entre otros.

Estos se han convertido en algo más que una serie de programas; en el ámbito internacional, hoy son aceptados como una metodología mediante la cual, la educación sea comparable, y aún más relevante, se dirijan esfuerzos para alcanzar los mejores estándares en la calidad de la educación. Es en este sentido que la tendencia apunta a una reorganización curricular basada en las competencias.

Retomando lo anterior, en este trabajo se pretende esclarecer cuáles pueden ser las competencias tecnológicas que deben estar presentes en los currículos de los futuros docentes en matemática. Para esto, se analizan distintas propuestas, nacionales e internacionales sobre lo que representa la tecnología en nuestra realidad y, con base en esto, se pretende ofrecer al lector una panorámica global sobre este tipo de competencias.

2. Competencias tecnológicas para la educación matemática

2.1 ¿Qué se entiende por competencia?

Existe una amplia literatura donde se ha tratado de definir lo que significa una competencia; López y Flores (2006) mencionan como un ejemplo que existen

autores que han presentado hasta veinte definiciones distintas para lo que se puede entender por una competencia; en general, éstas hacen mención a conceptos como conocimientos, aplicación, destrezas, actitudes y aspectos de la vida.

Otra fuente es el informe de *Tuning* para América Latina (2004-2007) donde se mencionan las competencias que los portadores de un título deben ser capaces de alcanzar. En este sentido, las competencias pueden ser caracterizadas porque se pueden adquirir mediante un proceso (y son susceptibles a desarrollarse) y están relacionadas con las capacidades; no se está predefinido para poder desarrollar una competencia y no se trata, solamente, de lo que un individuo puede hacer en un trabajo específico.

En este mismo informe se definen las competencias como “una combinación de atributos respecto al conocer y comprender (conocimiento teórico de un campo académico); el saber cómo actuar (la aplicación práctica y operativa a base del conocimiento); y al saber cómo ser (valores como parte integrante de la forma de percibir a los otros y vivir en un contexto)” (*Tuning* para AL, 2007, p.25).

Como se desprende de la definición anterior, una competencia no significa que todo deba ser valorado como una habilidad, sino que, también están en juego factores como los conocimientos o saberes y la sociedad. Tal vez, estas últimas consideraciones son más cercanas al concepto que expresa el Proyecto *Tuning* para Europa: “las competencias representan una combinación dinámica de conocimiento, comprensión, capacidades y habilidades” (González y Wagenaar, eds, 2006, p. 37).

Dado esto, también se puede mencionar que, comúnmente, se definen dos tipos de competencias: competencias generales las cuales son competencias presentes en todos los cursos y en todas las titulaciones (se definieron 27 competencias genéricas para América Latina ver la Tabla 1); concretamente son competencias que todo profesional debe poseer; por otro lado, las competencias específicas, las cuales se reflejan en un programa específico (la Tabla 2 muestra las 23 competencias específicas para el área de la Matemática).

Tabla 1. 27 competencias genéricas de *Tuning* para América Latina.

1) Capacidad de abstracción, análisis y síntesis	2) Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
3) Capacidad para organizar y planificar el tiempo.	4) Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión.
5) Responsabilidad social y compromiso ciudadano.	6) Capacidad de comunicación oral y escrita.

7) Capacidad de comunicación en un segundo idioma.	8) Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
9) Capacidad de investigación.	10) Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.
11) Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas	12) Capacidad crítica y autocrítica.
13) Capacidad para actuar en nuevas situaciones.	14) Capacidad creativa.
15) Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.	16) Capacidad para tomar decisiones.
17) Capacidad de trabajo en equipo.	18) Habilidades interpersonales.
19) Capacidad de motivar y conducir hacia metas comunes.	20) Compromiso con la preservación del medio ambiente.
21) Compromiso con su medio socio-cultural.	22) Valoración y respeto por la diversidad y multiculturalidad.
23) Habilidad para trabajar en contextos internacionales.	24) Habilidad para trabajar en forma autónoma.
25) Capacidad para formular y gestionar proyectos.	26) Compromiso ético.
27) Compromiso con la calidad.	

Fuente: Extraído de *Tuning para AL*, 2007, pp.44-45.

Tabla 2. 23 competencias específicas para el área de Matemática según *Tuning para América Latina*.

1. Dominio de los conceptos básicos de la matemática superior.	2. Capacidad para construir y desarrollar argumentaciones lógicas, con una identificación clara de hipótesis y conclusiones.
3. Capacidad para expresarse correctamente, utilizando el lenguaje de la Matemática.	4. Capacidad de abstracción, incluido el desarrollo lógico de teorías matemáticas y las relaciones entre ellas.
5. Capacidad para formular problemas en lenguaje matemático, de forma tal que se faciliten su análisis y su solución.	6. Conocimiento de la evolución histórica de los conceptos fundamentales de la matemática.
7. Capacidad para iniciar investigaciones matemáticas, bajo la orientación de expertos.	8. Capacidad para formular problemas de optimización, tomar decisiones e interpretar las soluciones en los contextos originales de los problemas.
9. Capacidad para contribuir en la construcción de modelos matemáticos, a partir de situaciones reales.	10. Capacidad para utilizar las herramientas computacionales de cálculo numérico y simbólico para plantear y resolver problemas.
11. Destreza en razonamientos cuantitativos.	12. Capacidad para comprender problemas y abstraer lo esencial de ellos.

13. Capacidad para extraer información cualitativa de datos cuantitativos.	14. Disposición para enfrentarse a nuevos problemas en distintas áreas.
15. Capacidad para trabajar con datos experimentales y contribuir a su análisis	16. Capacidad para comunicarse con otros profesionales no matemáticos y brindarles asesoría en la aplicación de las matemáticas en sus respectivas áreas de trabajo.
17. Capacidad para trabajar en equipos interdisciplinarios.	18. Capacidad para presentar los razonamientos matemáticos y sus conclusiones, con claridad y precisión y de forma apropiada para la audiencia a la que van dirigidos, tanto oralmente como por escrito.
19. Conocimiento básico del proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas.	20. Dominio de la matemática elemental, es decir, la que se debe incluir en a enseñanza pre-universitaria.
21. Capacidad de participar en la elaboración de los programas de formación matemática en los niveles preuniversitarios	22. Capacidad para detectar inconsistencias.
23. Conocimiento del Inglés para leer, escribir y exponer documentos en inglés, así como comunicarse con otros especialistas.	

Fuente: Extraído de *Tuning* para AL, 2007, pp.241-242.

En el próximo apartado se rastreará, específicamente, la habilidad en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación, y los resultados obtenidos en *Tuning* para América Latina respecto a los académicos, graduados, estudiantes y empleadores.

Por otro lado, aunque se desea, en este trabajo no es posible profundizar en las distintas concepciones sobre los currículos basados en competencias y todas sus relaciones con áreas específicas; por esta razón, en los próximos apartados nos enfocaremos en las competencias tecnológicas en el área de la Enseñanza de la Matemática. (Para profundizar en el concepto de las competencias y competencias específicas en Matemática, ver *Puig (2008)*, *OECD (2003)*, *Proyecto 6X4 (2008)*)

2.2 Sobre las distintas competencias tecnológicas en la Educación Matemática

Como se mencionó anteriormente, una de las competencias generales definidas en *Tuning* para América Latina es la habilidad en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación; en los resultados obtenidos en la investigación relacionada a *Tuning* se determinó que tanto en los grupos de estudiantes y graduados, así como el grupo de los empleadores consideraron que esta competencia es una de las más importantes y de las que presenta mayor distancia con los logros alcanzados; solamente el grupo de los académicos consideraron que (siendo importante esta competencia) su distancia con los logros no es alta. Es decir, el grupo de los académicos es el único que considera que la incorporación

de la tecnología en la educación ha sido satisfactoria.

Lo anterior es una buena señal para especular que la percepción de lo que el universitario académico considera que se logra en el aula con el uso de la tecnología no es compartida por los otros sectores. ¿Es esto un indicador de que no se ha sistematizado el proceso de la incorporación de la tecnología en las aulas universitarias, ni en la formación de docentes, mediante herramientas de investigación? Esta hipótesis, también, puede estar marcando una escasa madurez en el sector de la educación superior respecto al uso de la tecnología como herramienta; igualmente, queda pendiente reflexionar sobre cuál es el impacto de esta percepción en la calidad de la educación. Lo anterior también puede indicar que algunos estudiantes están adquiriendo ciertas competencias y destrezas en ambientes computacionales lúdicos – *massively multiplayer online role-playing game* (MMORPG) como *Lineage 2*, *World of Warcraft* y *Sims* – y en ambientes relacionados con comunidades virtuales, como *HI-5*, *FaceBook* y *Myspace*, que parecen ser de interés para los empleadores y que la academia parece no aceptar como válidas. De esta manera, muchos empleadores podrían desear que su personal tenga destrezas y conozca cómo desenvolverse en ambientes virtuales, que conozca cómo interactuar con otros y, lo más importante, que sea productivo inclusive, *on line*.

En este sentido, el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA, 2006) es más abierto respecto al tema de competencias tecnológicas en áreas específicas; por ejemplo, se menciona el uso de la tecnología como una habilidad general y profundiza en un instrumento especializado que incluye emplazamiento, desenvoltura y actitudes; además, se realizan estudios relacionados con el momento para aprender a utilizar la tecnología computacional (Ver OECD, 2005).

Tomando en cuenta estos resultados, a continuación se analizan algunas posiciones respecto a estas competencias en la carrera de Enseñanza de la Matemática tratando de construir, simultáneamente, una percepción coherente con las necesidades en la educación superior en Costa Rica.

En primera instancia, Quintanilla (2000) definió las siguientes competencias tecnológicas respecto a los docentes en formación: el conocimiento y utilización de los equipos informáticos estándar; conocimiento y uso funcional y creativo de los programas informáticos instrumentales estándar y de páginas Web de referencia; de tratamiento de la información: búsqueda, adquisición y procesamiento. En este caso, es necesario señalar que en la propuesta de Quintanilla (2000) no se incluye explícitamente competencias relacionadas con CSCL (*Computer Supported Collaborative Learning*). Esta última es relevante, pues existen estudios como Ruiz, Jorrín y Villagrà (2007) donde demostraron mediante una serie de análisis comparativos que los estudiantes no solamente pueden construir competencias sobre aprendizaje colaborativo, sino que, además, se estimulan competencias tecnológicas relacionadas en el área de la investigación.

Por otra parte, López y Flores (2006) señalan que las competencias que los futuros docentes deben poseer respecto al uso de las tecnologías están más relacionadas con su labor de aula, ejemplificando y viviendo los posibles usos. Estos autores resaltan las siguientes competencias:

- a) *Competencias básicas en el uso de las TIC*. Elementos necesarios para el manejo y divulgación del conocimiento.
- b) *Competencias en el uso de las TIC para la navegación*. Elementos necesarios para la comprensión y gestión de recursos mediante redes (Internet).
- c) *Competencias en el uso de las TIC como medios de comunicación*. Elementos relacionados con la comunicación por correos, foros, blogs y construcción de Wikis.
- d) *Competencias en el uso de las TIC como medios para el aprendizaje*. Herramientas para mediación y formación continua.

El estudio realizado por Godoy (2006) sobre competencias tecnológicas y rendimiento académico de los estudiantes universitarios es fundamental pues, es uno de los que, de forma causal, trata de explicar el impacto que tuvo la incorporación del uso de las tecnologías en los currículos de educación superior (en este caso en Venezuela); en este trabajo se utilizó un índice de habilidades en TIC construido por SEUSSIS PROJECT (2003) llamado *ICT Skills Index (ISI)* el cual es una escala de puntuación para medir las habilidades de los estudiantes respecto a distintas herramientas.

Este estudio logró determinar que los tipos de *software* prioritarios (para cualquier estudiante de educación superior) son los orientados al: diseño Web, manejador de presentaciones, bases de datos, programas para elaborar gráficos, hojas de cálculo, bases de datos bibliográficas en línea, navegadores Web, programas de correo electrónico, aplicaciones para Chat, y procesadores de texto. Entre los resultados más relevantes de éste, sobresale el hecho de mostrar que los estudiantes que enfrentan pequeñas situaciones del e – learning obtienen un valor más alto en el *ICT Skills Index* y, por otro lado, se logró confirmar que “involucrarse en buenas prácticas educativas relacionadas con la tecnología, influye positivamente sobre el número de aplicaciones *software* que se pueden manejar” (Godoy, 2006, p. 669).

Por otro lado, en un trabajo realizado por Silva, Gros, Garrido y Rodríguez (2006), respecto a los estándares tecnológicos para la formación inicial docente en Chile, se establecieron 6 dimensiones en las que deben circundar, según los autores, las propuestas de competencias en la formación de formadores:

1. La primera (básica-mínima) relacionada con el manejo y uso propiamente operativo de hardware y software,
2. diseño de Ambientes de Aprendizaje entendida como la habilidad y/o destreza para organizar entornos de enseñanza y aprendizaje con uso de tecnología,
3. vinculación TIC con el Currículo, donde se da importancia a realizar un proceso

de aprendizaje, desde las necesidades de los sectores curriculares (norma curricular) que permita contextualizar los aprendizajes,

4. evaluación de recursos y aprendizaje, centrada en las habilidades para evaluar técnica y críticamente el impacto de uso de ciertos recursos y organización de entornos de aprendizaje,

5. mejoramiento profesional entendido como aquellas habilidades y destrezas que permiten a los docentes, dar continuidad a lo largo de la vida, a procesos de aprendizaje de y con TIC,

6. ética y valores orientada a elementos legales y de uso ético de recursos.(p. 7)

En un trabajo posterior, Garrido, Gros y Rodríguez (2008), mencionan que en este tipo de enfoque, al menos deben existir cuatro grandes áreas temáticas o grupos de competencias: pedagógica, colaboración y trabajo en red, aspectos sociales y aspecto técnicos. En la propuesta principal, Silva, Gros, Garrido y Rodríguez (2008) lograron establecer 16 estándares distintos, agrupados en 5 nuevas dimensiones (área pedagógica, aspectos sociales, éticos y legales, aspectos técnicos, gestión escolar y desarrollo profesional) y que contienen 78 indicadores respecto al uso de las TIC en la formación inicial docente.

2.3 Aproximando las competencias tecnología del futuro docente de enseñanza de la matemática.

Con base en los aportes anteriores, a continuación se brinda una primera oferta sobre algunos temas que se deben incluir en relación con las competencias tecnológicas necesarias para la formación de los docentes en matemática; todo esto buscando una apropiación de la herramienta por parte del futuro profesor.

Para esto, se hace necesario contar con los aportes de un último proyecto llamado *Proyecto 6x4 UEALC* que en su informe final presenta un trabajo de Verdejo (2008), quien se enfoca hacia la evaluación por competencias. Aunque este documento contiene elementos significativos sobre las mismas, en éste se realiza una explicación sobre su diseño; en la medida de lo posible, se trató de aplicar este modelo para la construcción de la siguiente propuesta, la cual es el producto principal de este trabajo.

Competencias tecnológicas básicas

1. El docente explica los principales conceptos asociados a las TIC y, en especial, al ordenador.
2. El docente manipula adecuadamente las funciones del ordenador.
3. El docente conoce funciones de administración de archivos en un sistema operativo.
4. El docente construye documentos para la comunicación de ideas pasadas en

procesadores de texto, hojas de cálculo y WYSIWYG en sus versiones *On* y *OffLine*.

5. El docente maneja información relacionada con bases de datos en hojas de cálculo.
6. El docente conoce el concepto de redes de comunicación como la Internet.
7. El docente maneja motores de búsqueda especializados en estas redes.
8. El docente domina el concepto de WEB 1.0, 2.0 y 3.0, y sus herramientas relacionadas (Blogs, wikis, chats, IP – comunicaciones, entre otros).
9. El docente conoce cómo compartir sus ideas en estas redes.

Competencias tecnológicas relacionadas con diversidad y ética computacional

10. El docente puede diferenciar entre software propietario y libre.
11. El docente reconoce la importancia del uso de materiales con derechos de autor.
12. El docente es capaz de proponer ofertas sobre el uso de *software* educativo de carácter libre.

Competencias tecnológicas relacionadas con la administración del proceso educativo

13. El docente es capaz de usar las hojas de cálculo como herramientas para manejar información respecto a su quehacer.
14. El docente es capaz de utilizar los procesadores de texto como una herramienta para la presentación de información relacionada a su quehacer (exámenes, informes, planes, minutas).

Competencias tecnológicas relacionadas con la administración pedagógica del proceso educativo

15. El docente conoce el papel de la tecnología en el currículo nacional.
16. El docente es capaz de proponer estrategias para la incorporación efectiva de la tecnología como elemento de mediación pedagógica.
17. El docente puede valorar el impacto de otras propuestas.

Competencias tecnológicas relacionadas con metodologías en el proceso educativo

18. El docente sabe incorporar metodologías como WebQuest.
19. El docente analiza la incorporación de la tecnología en modelos basados en la resolución de problemas.
20. El docente puede plantear estrategias basadas en Computer Algebraic Systems (CAS), software de geometría dinámica (SGD), software estadístico y software orientados a la modelización de fenómenos.

Competencias tecnológicas relacionadas con comunidades virtuales y el Blended Learning

21. El docente conoce los conceptos del e-learning y el Blended – learning.
22. El docente puede estimular el trabajo colaborativo on-line.
23. El docente conoce la jerarquía sobre la creación de identidades en la virtualidad.

Competencias relacionadas con software específico

24. El docente puede crear construcciones en los SGD y problematizar las visualizaciones.
25. El docente puede utilizar los CAS como herramientas para la simplificación de cálculos.
26. El docente es capaz de esbozar diagramas de flujo respecto a rutinas basadas en métodos numéricos.
27. El docente es capaz de comprender rutinas preconstruidas para el análisis de datos y aproximaciones a soluciones en temas de matrices, ecuaciones, diferenciación e integración numérica).

2.4 Relación de las competencias tecnológicas propuestas con las competencias específicas definidas para el área de Matemática por *Tuning* para América Latina.

Las competencias planteadas anteriormente fueron la culminación de un proceso de reflexión, diseño y construcción por parte del autor. Con el objetivo de evaluar su importancia y pertinencia en los currículos de formación en esta área se han seleccionado las competencias enumeradas de la 18 hasta la 20. En este apartado se explica de qué manera se concibieron y construyeron algunas de ellas y su relación con las 23 competencias específicas planteadas en el Proyecto *Tuning*; en los siguientes párrafos se explican algunas de estas relaciones.

Se puede empezar ilustrando las competencias relacionadas con metodologías en el proceso educativo. En primer lugar, al proponer que **el docente sabe incorporar metodologías como el WebQuest** se prepara un escenario en el cual el profesor pueda atender, desde aspectos cognitivos hasta propuestas metodológicas. Por ejemplo, la competencia específica en el área de la matemática relacionada con el conocimiento de la evolución histórica de los conceptos fundamentales de la matemática (N°6 - tabla 2) podría plantearse a través de este tipo de trabajo; para esto, se hace necesario que el currículo se adapte para estimular nuevas destrezas en el estudiante; además, se hace necesario que el futuro docente sea capaz de implementar metodologías basadas en el uso de redes y respetando los principios de socialización.

De esta manera, esta competencia tecnológica también puede estar relacionada o puede estimular la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinarios (N°17 - tabla 2) donde, por ejemplo, el profesor se haya enfrentado a una serie de situaciones contextualizadas. Además, conocer cómo plantear estas metodologías puede estimular la capacidad para presentar los razonamientos matemáticos y sus conclusiones, con claridad y precisión y de forma apropiada para la audiencia a la que van dirigidos, tanto oralmente como por escrito (N°18 - tabla 2). De igual importancia, también se puede planificar formas de potenciar el conocimiento del Inglés para leer, escribir y exponer documentos en inglés, así como comunicarse con otros especialistas (N°23 - tabla 2); ver tabla 3.

Tabla 3

Competencia sobre la incorporación de metodologías relacionadas con las competencias N°6, N°17, N°18 y N°23 de las competencias específicas para el área de Matemática según *Tuning* para AL.

El docente sabe incorporar metodologías como el WebQuest			
Conocimiento de la evolución histórica de los conceptos fundamentales de la matemática	Presentar los razonamientos matemáticos y sus conclusiones, con claridad y precisión y de forma apropiada para la audiencia a la que van dirigidos, tanto oralmente como por escrito	La capacidad de trabajar en equipos interdisciplinarios	Conocimiento de inglés para leer, escribir y exponer documentos en inglés, así como comunicarse con otros especialistas

En segundo lugar, la propuesta relacionada con que el docente sea **capaz de analizar la incorporación de la tecnología en modelos basados en la resolución de problemas** tiene, en comparación a la anterior, mayor correspondencia (pero no mayor o menor relevancia) sobre aspectos relacionados a la componente de investigación. Es decir, habilidades como la capacidad para contribuir en la construcción de modelos matemáticos, a partir de situaciones reales (N°9 - tabla 2) pueden potenciarse mediante el análisis del uso de la tecnología para describir situaciones específicas. Desde luego, un punto esencial es que, tener como eje la resolución de problemas también es decidir cuándo es conveniente, o no, su uso; esto puede estimular la capacidad para comprender problemas y abstraer lo esencial de ellos (N°12 - tabla 2) esto también guarda estrecha relación con capacidad para utilizar las herramientas computacionales de cálculo numérico y simbólico para plantear y resolver problemas (N°10 - tabla 2).

Simultáneamente, se consideraron las siguientes competencias: capacidad para construir y desarrollar argumentaciones lógicas, con una identificación clara de hipótesis y conclusiones (N°2 - tabla 2), capacidad de abstracción, incluido el desarrollo lógico de teorías matemáticas y las relaciones entre ellas (N°4 - tabla 2), capacidad para

iniciar investigaciones matemáticas, bajo la orientación de expertos (N°7 - tabla 2), destreza en razonamientos cuantitativos (N°11 - tabla 2), disposición para enfrentarse a nuevos problemas en distintas áreas (N°14 - tabla 2) y la capacidad para trabajar con datos experimentales y contribuir a su análisis (N°15 - tabla 2).

En la medida en que se construyeron las competencias anteriores, surgió la necesidad de construir, además, un “par” que proporcionara información respecto al uso de software especializado en álgebra, geometría y/o estadística: el docente puede plantear estrategias basadas en *Computer Algebraic Systems* (CAS), software de geometría dinámica (SGD), software estadístico y software orientados a la modelización de fenómenos.

Para esta competencia es necesario, no solo un manejo computacional básico, sino que, se hace necesario capacidades para expresarse correctamente, utilizando el lenguaje de la Matemática; la capacidad de abstracción, incluido el desarrollo lógico de teorías matemáticas y las relaciones entre ellas; capacidad para formular problemas en lenguaje matemático, de forma tal que se faciliten su análisis y su solución; capacidad para contribuir en la construcción de modelos matemáticos, a partir de situaciones reales, capacidad para comprender problemas y abstraer lo esencial de ellos; disposición para enfrentarse a nuevos problemas en distintas áreas y por último, la capacidad para trabajar con datos experimentales y contribuir a su análisis (N°3, N°4, N°5, N°12, N°14, N°15 - tabla 2, respectivamente).

En la práctica, la utilidad de estas relaciones sería inmediata, pues, es obvio que se pretende un contexto en el que se prepare al docente en herramientas tecnológicas, pero, que a la vez sea capaz de comprender estas en un entorno educativo formal; Es decir, que sea capaz de entender y “manipular” situaciones que enfrenten al estudiante ante retos y no solamente ejemplos. No se trata de enfrentar al estudiante ante retos donde se involucre como objetivo principal el uso de uno de estos *software*, sino, que pueda proponer e investigar actividades enriquecidas con estos.

Si se supone por un momento que se desea incorporar el uso de SGD en ciertos cursos de una carrera de enseñanza de la Matemática con el fin último que el futuro docente cuente con estas herramientas, entonces se puede prever que, al menos se deben sistematizar tres etapas mínimas: uso técnico, estrategias básicas y nuevas estrategias.

Aunque, en cierto modo, se puede pensar que estas etapas son bien conocidas, la problemática radica en que, a criterio del autor, algunos de los programas de formación para los formadores de matemática, suponen mayor énfasis en las dos primeras etapas. En resumen, el otorgar mayor significado a estas etapas reproduce ambigüedades en currículos inyectados de tecnología por sí misma y en el segundo caso, la tecnología favoreciendo estrategias de un modelo curricular fragmentado y antagónico a las necesidades actuales.

Consecuentemente, no es posible demandar estrategias novedosas a un grupo de estudiantes que enfrenta varios años de estrategias vinculadas a la formación magistral. Es aquí donde se debe poner la mirada en aportes novedosos relacionados con SGD como los de Connor, Moss y Grover (2007), Fuglestad (2007), Cho, Song y Kim (2007), Zodik y Zaslavsky (2007), Jungwirth (2006), Santos y Páez (2007), Guven y Kosa (2008), Todd y Wiechmann (2008), Falcade, Laborde y Mariotti (2007), Larios (2006), Uicab y Oktaç (2006), Kyttälä y Lehto (2008) congruentes con estrategias basadas en la resolución de problemas y enriquecidas con uso de tecnologías.

Además de exponer y ejemplificar estas estrategias al estudiante, se suponen, desde ajustes en la práctica docente universitaria, hasta rediseños en los currículos en las carreras de los futuros formadores en matemática.

Puesto que el currículo de muchas de estas carreras está orientado por los contenidos, es necesario dar espacio a los componentes prácticos del área temática, sin dejar de lado la importancia de conocer la teoría que sustentan las aplicaciones. Una actividad inherente a este tipo de programas educativos universitarios debe ser los proyectos a mediano y largo plazo con el objetivo de promover la investigación junto a la historia y las herramientas tecnológicas.

Como cierre de este apartado y como parte final de esta propuesta se exponen algunas de las tareas que, a criterio del autor, deben ser inmediatas en el quehacer actual de muchas de las carreras de enseñanza de la Matemática, en lo que al uso de las TICs como herramientas se refiere:

- Evaluar la pertinencia de rediseñar los currículos bajo las perspectivas de los currículos por competencias.
- reformulación de los currículos de tal manera que sean susceptibles a cambios en las estrategias metodológicas basadas en la resolución de problemas, la historia y la tecnología como herramienta;
- armonizar los currículos de tal manera que la tecnología no reproduzca yerros ya detectados y sean integrales con las competencias en áreas como: matemática pura, matemática aplicada y la educación;
- en muchos casos, iniciar con los procesos de evaluación de los alcances y el impacto que puede tener un currículo fortalecido con tecnología en los futuros docentes.
- adoptar procesos de acreditación nacional e internacional;
- impulsar la investigación efectiva en el uso de herramientas tecnológicas (tanto en términos de matemática aplicada como de carácter educativo) durante tiempo efectivo de las carreras y no solamente en los cursos de estrategias educativas;
- redimensionar y delimitar las etapas donde se pretende la aprehensión de *software*, el uso de *software* para la investigación y la matemática aplicada o el uso del *software* como herramienta didáctica. Para el autor, uno de los principales

errores que se han cometido en los currículos ha sido confundir la utilidad que tiene un software para la investigación en matemática aplicada con su utilidad pedagógica. Es decir, se piensa erróneamente que si un software es útil para aproximar series, resolver ecuaciones diferenciales, integrales, geometría dinámica, estadística, entre otros, entonces tiene, *a priori*, un alto valor didáctico, y viceversa.

- Asimismo, es necesario un rediseño de escenarios de aprendizaje mediante el uso de las herramientas tecnológicas, bases de datos y la Internet como herramientas de investigación, comunicación y divulgación de resultados.

3. Discusión y conclusiones

Como se mencionó, la literatura y las investigaciones señalan que la problemática sobre el tema de la incorporación tecnológica aún se encuentra vigente, inclusive, en los programas internacionales de educación superior. Se debe seguir promoviendo la sistematización de conocimiento respecto a esta incorporación, sus posibles impactos y la especialización de docentes y, además, se debe experimentar con situaciones concretas. En este sentido, se concuerda con Silva y otros (2006), al afirmar que:

El desafío para la formación es pasar de esta etapa general a una más específica, en la cual se provea a los futuros docentes de un manejo operativo de la tecnología, de conocimientos, herramientas y actitudes que le permitan aprovechar al máximo las potencialidades de ésta para la mejora de los procesos de enseñanza, desarrollando un aprendizaje más efectivo de los alumnos. (p. 14)

Por otro lado, debe comentarse que existe una estrecha relación entre esta propuesta y el concepto de currículo basado en competencias, por lo que, naturalmente, no se puede omitir que el impacto (provechoso o no) de las tecnologías depende en gran medida de la propuesta curricular vigente. Como se mencionó, los programas internacionales (*Tuning*, PISA, 6X4, entre otros) ofrecen una buena perspectiva sobre ¿hacia dónde debe dirigirse o “reorganizarse” los currículos nacionales?

En fin, este trabajo pretende incrementar la comprensión de la tecnología como un recurso útil en un currículo basado en competencias. Además, se desea que éste se convierta en un punto de partida para la discusión en la academia sobre lo que pueden representar las competencias tecnológicas en la educación de docentes en Matemática y, consecuentemente, definir, entre todos, cuáles son las competencias necesarias y cómo contextualizarlas dentro de los distintos centros de formación de formadores en esta área. Asimismo, cuáles de éstas pueden ser consideradas como específicas, transversales, generales, según un programa o carrera determinada. Esta es una razón más por la que es preciso la puesta en escena de proyectos e investigaciones relacionadas con estos temas.

En este momento, la principal tarea pendiente en muchas carreras es conformar un grupo de trabajo para la evaluación académica inicial en el tema del uso de herramientas tecnológicas en el contexto de la formación de formadores en matemática, con el objetivo de ajustar y perfeccionar este tipo de propuesta. Además, es necesario iniciar con procesos de validación tanto en el sector académico, como en los sectores conformados por los educandos, graduados, los profesionales en servicio y los empleadores.

En este caso, todos somos responsables de lograr un consenso sobre lo que para nosotros representa un docente que pueda aprovechar los recursos tecnológicos; como lo mencionan Beneitone y otros (2007) “la definición de estas competencias es responsabilidad de los académicos, en consulta con otros grupos interesados en el tema. Al definir competencias y resultados del aprendizaje, se desarrollan puntos de referencia consensuados, que sientan bases para la garantía de la calidad” (p.16).

Referencias y bibliografía

Barrantes, H. (2003). Formación del profesorado en matemáticas en Costa Rica: balance y perspectivas. *Uniciencia*, Vol 20, N°1, pp 77- 88.

Beneitone, P.; Esquetini, C.; González, J.; Marty, M.; Siufi, G.; Wagenaar, R. (2007). *Tuning Para América Latina: Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina*. Informe Final.

Chaves, E. (2003). Debilidades en los programas que forma docentes en Educación Matemática: percepción de los actores. *Uniciencia*, Vol 20, N°1, pp 89-104

Cho, H.; Song, M.; Kim, H. (2007). Mediating Model Between Logo And DGS For Planar Curves. *Proceedings of the 31st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Vol. 2, pp. 153-160.

CONARE (2005). *I Informe del Estado de la Educación*. Programa del Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible.

Connor, J.; Moss, L.; Grover, B. (2007). *Student evaluation of mathematical statements using dynamic geometry software*. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, Vol. 38, No. 1, 15 January 2007, 55–63

Falcade, R.; Laborde, C.; Mariotti, M. (2007). Approaching functions: Cabri tools as instruments of semiotic mediation. *Educational Studies in Mathematics*, 66(3), 317-333. Descargado el 6 de febrero del 2009, doi:10.1007/s10649-006-9072-y

Fuglestad, A. (2007). Teaching And Teachers' Competence With Ict In Mathematics In A Community Of Inquiry. *Proceedings of the 31st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Vol. 2, pp. 249-256.

- Garrido J.; Gros, B.; Rodríguez, J. (2008). *Estándares en tecnologías de la información y la comunicación para la formación inicial docente: Una propuesta en el contexto Chileno*. Ministerio de Educación de Chile. Cap 1, pp 27-43.
- Godoy, C. (2006). Usos Educativos de las TIC: Competencias Tecnológicas Y Rendimiento Académico de los Estudiantes Universitarios Barineses, Una Perspectiva Causal. *EDUCERE*. Investigación arbitrada. Año 11, N° 35. Octubre - Noviembre - Diciembre 2006. pp. 661 - 670.
- González, J.; Wagenaar R. (2006). *Tuning Educational Structures in Europe*. Informe Final, La contribución de las Universidades al proceso de Bolonia.
- Güven, B.; Kosa, T. (2008). The Effect of Dynamic Geometry Software on Student Mathematics Teachers' Spatial Visualization Skills. *Online Submission*. (ERIC Document Reproduction Service No. ED503476) Descargado el 6 de febrero del 2009, de ERIC database.
- Isiksal, M.; Askar, P. (2005). The effect of spreadsheet and dynamic geometry software on the achievement and self-efficacy of 7th-grade students. *Educational Research*, Vol. 47, No. 3, pp. 333 – 350.
- Jungwirth, H. (2006). Everyday Computer-Based Maths Teaching: The Predominance Of Practical Activities. *Proceedings 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Vol. 3, pp. 377-384.
- Kyttälä, M.; Lehto, J. (2008). Some factors underlying mathematical performance: The role of visuospatial working memory and non-verbal intelligence. *European Journal of Psychology of Education - EJPE*, 23(1), 77-94. Descargado el 6 de febrero del 2009, de Academic Search Premier database.
- Larios V. (2006). La rigidez geométrica y la preferencia de propiedades geométricas en un ambiente de geometría dinámica en el nivel medio. (Spanish). *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 9(3), 361-382. Descargado el 6 de febrero del 2009, de Fuente Académica database.
- López, M.; Flores, K. (2006). Análisis de competencias a partir del uso de las TIC. *Revista Apertura: Competencias, Objetos y ambientes de aprendizaje*, Año 6, N°5, pp. 36-55.
- OECD (2003), Definition and Selection of Competencies: Theoretical and Conceptual Foundations (DeSeCo), *Summary of the final report* «Key Competencies for a Successful Life and a Well-Functioning Society», OECD, Paris.
- OECD (2005), *Are Students Ready for a Technology-Rich World? What PISA Studies Tell Us*, OECD, Paris.
- OECD (2006). *Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*. PISA. Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos.
- Proyecto 6X4 UEALC. (2008). *Propuestas Y Acciones Universitarias Para La Transformación De La Educación Superior En América Latina*. Informe Final
- Puig, L. (2008). Sentido y elaboración del componente de competencia de los modelos teóricos locales en la investigación de la enseñanza y aprendizaje de contenidos matemáticos específicos. *PNA*, 2(3), 87-107.
- Quintana, J. (2000). Competencias en Tecnologías de la Información del profesorado de Educación Infantil y Primaria. *Revista Interuniversitaria de Tecnología Educativa*, nº 0 verano de 2000, pp.166-174.
- Ruiz, A. (2001). *El Siglo XXI y el papel de la Universidad: Una radiografía de nuestra época y las tendencias en Educación Superior*. Consejo Nacional de Rectores, Editorial de la Universidad de Costa Rica.

Ruiz, I.; Jorrín, I.; Villagrà, S. (2007). Análisis de competencias en un entorno CSCL: aportaciones de una experiencia utilizando un Jigsaw, *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 6 (2), 29-40. Recuperado de [<http://campusvirtual.unex.es/cala/editio/>] el [30/08/2008].

Santos, M.; Páez, C. (2007). Reconstruyendo y conectando relaciones matemáticas básicas con el uso de un software dinámico. *Cuadernos de investigación y formación en educación matemática*. Año 2, Número 3, pp. 69-97.

SEUSSI PROJECT. (2003). *Survey of European Universities Skills in ICT of Students and Staff - Final Report*. Recuperado de [<http://www.intermedia.uib.no/seussis/>] el [15/01/04].

Silva, J.; Gros, B.; Garrido, J.; Rodríguez, J. (2006) Estándares en tecnologías de la información y la comunicación para la formación inicial docente: situación actual y el caso chileno. *Revista Iberoamericana de Educación*; Número 38/3. p 1- 16. Recuperado de [<http://www.rieoei.org/deloslectores/1391Silva.pdf>] el [3/9/2008]

Silva, J.; Gros, B.; Garrido, J.; Rodríguez, J. (2008) *Estándares en tecnologías de la información y la comunicación para la formación inicial docente: Una propuesta en el contexto Chileno*. Ministerio de Educación de Chile. Cap 6, pp 141-173.

Todd, P.; Wiechmann, J. (2008). Problem Solving in Calculus with Symbolic Geometry and CAS. *Australian Senior Mathematics Journal*, 22(2), 49-56. (ERIC Document Reproduction Service No. EJ819414) Retrieved February 6, 2009, from ERIC database.

Uicab, R.; Oktaç, A. (2006). Transformaciones lineales en un ambiente de geometría dinámica. (Spanish). *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 9(3), 459-490. Descargado el 6 de febrero del 2009, de Fuente Académica database.

Verdejo, P. (2008). *Modelo para la Educación y Evaluación por Competencias (MECO)*. Propuestas Y Acciones Universitarias Para La Transformación De La Educación Superior En América Latina. Informe Final, PROYECTO 6X4 UEALC.

Zodik, I.; Zaslavsky, O. (2007). Is A Visual Example In Geometry Always Helpful?. *Proceedings of the 31st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Vol. 4, pp. 265-272.