

Una Propuesta para la Evaluación de Competencias en el Módulo Solución Algorítmica de Problemas

Federico Meza, Ruth Garrido y Francisco Reyes
[fmeza, rgarrido, freyes]@utalca.cl
Departamento de Ciencias de la Computación
Facultad de Ingeniería
Universidad de Talca
Camino Los Niches Km. 1 - Curicó - CHILE

Resumen

Los métodos tradicionales de evaluación fallan en incorporar la evaluación dentro del proceso de formación, pues están orientados a determinar quiénes aprueban o reprueban una asignatura. En un modelo de formación basado en competencias, la evaluación está destinada a medir el nivel de logro de los estudiantes en las competencias comprometidas en un módulo o asignatura, entregando retroalimentación cualitativa respecto a los logros alcanzados y los aspectos que deben mejorarse. En este artículo presentamos una propuesta de matriz de evaluación para ser aplicada en un módulo de solución algorítmica de problemas. La evaluación de cada evidencia de desempeño se hace sobre subproductos definidos para las competencias abordadas por el módulo, y desde tres perspectivas diferentes: Completitud, Coherencia y Corrección.

Palabras clave: Evaluación de competencias, primera asignatura.

1. Formación Basada en Competencias

Una competencia es atribuida a un individuo cuando es capaz de desempeñarse en un contexto de trabajo, combinando y movilizándolo los recursos necesarios –propios o no– para el logro de un resultado [6].

Toda competencia integra conocimientos, procedimientos y actitudes, sin perjuicio de que algunas competencias muestran la predominancia de alguno de sus componentes. Así, por ejemplo, una competencia relacionada con el desarrollo de software involucra el conocimiento de las diversas metodologías existentes, de las herramientas de programación disponibles, y de conocimientos de algoritmos y estructuras de datos, todo esto en el ámbito cognitivo. Por otra parte, involucra también la habilidad para aplicar las metodologías, efectuar los análisis necesarios, seleccionar las mejores estructuras y herramientas, y desarrollar los programas pertinentes, esto en el ámbito procedimental. Finalmente, contempla actitudes que favorezcan el trabajo en equipo, la comunicación efectiva con los usuarios del software, y la perseverancia para completar el proyecto, esto en el ámbito actitudinal.

Un modelo de formación basado en competencias debe contar con la definición de un perfil profesional de egreso enunciado en base a competencias, y con un plan de formación orientado al desarrollo de dichas competencias en los educandos. El perfil es alcanzado una vez que los estudiantes han evidenciado los logros que materializan cada una de las competencias. Las competencias que componen el perfil son en gran parte disciplinarias o propias de la profesión. Sin embargo, el perfil debe incluir también aquellas competencias genéricas o transversales que son indispensables para el ejercicio profesional.

La definición de las competencias debe hacerse en relación a su aplicación en un determinado desempeño profesional, en un contexto particular [3]. El plan de formación debe basarse en estrategias pedagógicas destinadas a desarrollar las competencias y mecanismos de evaluación afines al modelo y articulados con el proceso de formación. Esto es una tarea compleja, dada la diversidad de estilos de aprendizaje que tienen los individuos, el apego a las estrategias didácticas tradicionales, y la predominancia de mecanismos de evaluación destinados exclusivamente a la promoción de estudiantes y disociados del proceso de formación.

Este artículo está en el contexto del proceso de rediseño curricular que ha seguido la carrera de Ingeniería Civil en Computación de la Universidad de Talca, para definir un perfil profesional basado en competencias y para implementar un plan de formación que desarrolla dicho perfil. El objetivo del trabajo es presentar una propuesta de mecanismo de evaluación de competencias para un módulo básico de solución de problemas mediante algoritmos.

En la Sección 2 hacemos una reseña del proceso de rediseño curricular que ha seguido la Universidad de Talca para reformular sus perfiles profesionales y sus planes de formación en base a competencias. En particular describimos las competencias definidas para la carrera de Ingeniería Civil en Computación. En la Sección 3 describimos el módulo "*Solución Algorítmica de Problemas*", la primera asignatura de programación de la carrera, donde se contextualiza nuestra propuesta. En la Sección 4 discutimos los principios básicos de la evaluación de competencias y proponemos un mecanismo de evaluación, basado en una matriz, para ser utilizado en el módulo descrito. Finalmente, en la Sección 5 hacemos algunos comentarios finales y enunciamos el trabajo futuro.

2. Rediseño de Ingeniería Civil en Computación

A partir del año 2002 la Universidad de Talca –con el apoyo del Programa de Mejoramiento de la Educación Superior (MECESUP)– inició un proceso de rediseño curricular para todas sus carreras. El nuevo modelo de formación se basa en el desarrollo de competencias [3] e intenta cambiar el foco del aprendizaje, del esquema tradicional en que el profesor enseña, a un esquema centrado en el alumno, en el que la preocupación es el aprendizaje del estudiante [4]. En este contexto, la carrera de Ingeniería Civil en Computación de la Universidad de Talca reformuló su perfil profesional y su plan de formación, con efecto a partir del año 2006.

El proceso de rediseño curricular de la carrera puede describirse en 5 etapas principales:

Etapas 1: Identificación de dominios y competencias profesionales.

El proceso se inició en Septiembre de 2003, con la realización de un taller inspirado en la metodología DACUM (Developing a Curriculum)[9, 5]¹ Esta metodología se caracteriza por articular, desde su diseño, las funciones y tareas desempeñadas por el profesional, con la construcción del currículo. Los participantes fueron un grupo de profesionales que trabajan o están vinculados al ámbito laboral de la profesión en el país, con la moderación de un coordinador. Se incluyó tanto a profesionales como a empleadores, de diferentes niveles y ámbitos de la profesión. Como resultado del taller, se definieron 11 áreas de desempeño profesional, cada una con una serie de competencias profesionales y actividades asociadas. Además, se consiguió definir un conjunto de competencias transversales que todo profesional de la disciplina debiera tener.

Etapas 2: Definición del perfil profesional basado en competencias.

Para la elaboración del perfil profesional se tomó en consideración dos tipos de antecedentes. En primer lugar, antecedentes generales, que incluyen la misión y el planteamiento estratégico, tanto de la Universidad como de la Facultad y de la Escuela, así como la estructuración de los planes de pregrado y postgrado de la Universidad. En segundo lugar, antecedentes específicos de la profesión, entre los que destacan el informe del Taller DACUM llevado a cabo para este efecto, las tendencias actuales del diseño curricular

¹DACUM es una metodología de análisis cualitativo del trabajo. Fue desarrollado originalmente en Canadá con el fin de recolectar información sobre los requerimientos para el desempeño de trabajos específicos.

de las ingenierías en Europa y Estados Unidos [2], las recomendaciones hechas por entidades gremiales especializadas como la Association for Computing Machinery (ACM), la Computer Society del Institute for Electrical and Electronics Engineers (IEEE-CS), y la Association for Information Systems (AIS) [1], así como un estudio de la evolución general de la profesión en Chile y las orientaciones estratégicas que puede tener la profesión en función de las demandas locales, regionales y nacionales [7, 8].

El producto de esta etapa fue la definición del perfil profesional basado en competencias. Este perfil fue validado en un taller ampliado con la participación de académicos de la Facultad y de otras unidades que prestan servicios a la carrera. El nuevo perfil comprende, finalmente, dos dominios de desempeño profesional y 13 competencias:

Dominio: Software y Manejo de Información

- Resolver problemas computacionales algorítmicamente
- Aplicar ingeniería de requisitos de sistemas de software
- Diseñar sistemas de software
- Desarrollar software
- Desarrollar aplicaciones web y distribuidas
- Modelar y manipular información
- Administrar proyectos informáticos

Dominio: Administración y Operación de Sistemas Computacionales

- Diseñar y configurar sistemas computacionales
- Administrar sistemas computacionales
- Diseñar y configurar sistemas de base de datos
- Administrar sistemas de base de datos
- Integrar sistemas de información
- Administrar redes de computadores

Etapa 3: Definición de la Matriz de Competencias Profesionales.

El proceso continuó con el ordenamiento, resumen y depuración de la información en la forma de una matriz en la que se detallan los dominios, competencias y capacidades, además de una especificación detallada de los componentes de formación profesional, básica y fundamental asociados con cada capacidad. Este producto fue validado, una vez más, en un taller ampliado.

Etapa 4: Modularización.

Las actividades de trabajo/aprendizaje fueron organizadas en módulos. El conjunto de módulos, expresados en forma de malla, constituye el itinerario curricular para la formación profesional.

El proceso de modularización comprendió la construcción y organización en el tiempo de los módulos, de forma tal que se hicieran cargo de todas las competencias profesionales enunciadas y de los componentes de formación –básica, profesional y fundamental– descritos en la matriz de competencias profesionales. El desarrollo de las competencias fundamentales se delegó, principalmente, a los módulos definidos a nivel institucional en el marco del Programa de Formación Fundamental que es común a todas las carreras de la Universidad de Talca².

Cada módulo es descrito en una ficha en la que se especifican datos generales, como nombre del módulo, horas necesarias para su desarrollo, competencias o capacidades desarrolladas en el módulo, así como una descripción del producto asociado al módulo. Este producto formaliza lo que el estudiante será capaz de lograr una vez que apruebe el módulo, por lo que en su descripción se hace énfasis en lo que hace el estudiante,

²Cabe resaltar que las competencias transversales abordadas por el Programa de Formación Fundamental fueron definidas a partir de las competencias genéricas identificadas en los talleres DACUM de las distintas carreras.

cómo lo hace, con quién y en qué contexto, destacando la tridimensionalidad de las competencias y el nivel de desempeño esperado, en relación a prácticas propias de la profesión.

El conjunto de módulos y su descripción, junto con los requisitos de titulación adicionales, constituyen el plan de formación de la carrera de Ingeniería Civil en Computación de la Universidad de Talca. El plan comprende el otorgamiento de la Licenciatura en Ciencias de la Ingeniería al final del cuarto año de formación, y del título profesional al final del sexto. El tiempo comprometido para la formación está expresado en unidades del sistema europeo de creditaje, y comprende 371 ECTS.

Etapa 5: Construcción de Syllabi.

La operacionalización de cada módulo se consigue con un conjunto de actividades de aprendizaje y de evaluación, a desarrollarse dentro del tiempo asignado al módulo. Cada módulo debe contar con una descripción de estas actividades en un formato estándar de syllabus que incluye además, los objetivos de aprendizaje del módulo, la descripción de las estrategias didácticas a utilizar, un plan de actividades detallado en el tiempo, y los criterios de evaluación de las competencias, expresados en la forma de una matriz de evaluación.

El desarrollo de un syllabus es una tarea compleja y costosa, por el nivel de detalle que requiere. Por esta razón, los syllabi de los módulos están siendo construidos en forma paulatina, en el semestre anterior a la primera vez que se va a desarrollar un módulo.

2.1. Módulos que desarrollan la competencia de programación

En este artículo utilizamos para ilustrar nuestra propuesta el primero de los módulos encargados de desarrollar la competencia de programación, denominada: “*Resolver problemas computacionales algorítmicamente*”. Esta competencia tiene, a su vez, 7 subcompetencias:

- Conceptualizar y abstraer problemas
- Abstraer soluciones y aplicarlas a nuevos problemas
- Seleccionar y adaptar estructuras de datos y tipos de datos abstractos
- Diseñar una solución algorítmica eficiente orientada a un conjunto de requisitos
- Analizar la complejidad de un problema y sus posibles soluciones
- Analizar la complejidad de un algoritmo
- Aplicar técnicas especializadas según el contexto del problema

En los dos primeros años de la formación del estudiante se desarrollan únicamente las primeras 4 subcompetencias, a través de los módulos: Solución Algorítmica de Problemas (nivel 1, 8 ECTS), Programación (nivel 2, 6 ECTS), Programación Avanzada (nivel 3, 6 ECTS), y Proyecto de Programación (nivel 4, 6 ECTS).

3. Módulo *Solución Algorítmica de Problemas*

El módulo *Solución Algorítmica de Problemas* está orientado a que el estudiante desarrolle –a nivel básico– el pensamiento algorítmico formal, el cual es clave para lograr la competencia “Resolver problemas computacionales algorítmicamente” del perfil profesional. Para conseguir esto, definimos la competencia más compleja, u objetivo del módulo, como: “*Modelar y Resolver Problemas*”, con distintos niveles de complejidad, aplicado a:

- problemas cuya solución algorítmica requiere sólo de flujo secuencial,
- problemas cuya solución algorítmica requiere de flujo condicional,
- problemas cuya solución algorítmica requiere de iteración, y
- problemas cuya solución requiere de descomposición en subproblemas.

Así, el recorrido que realiza el estudiante para lograr la competencia pasa por lograr las cuatro subcompetencias asociadas a estas familias, cada una abordada por una unidad de aprendizaje dentro del módulo:

- modelar y resolver problemas cuya solución requiere solo de flujo secuencial,
- modelar y resolver problemas que requieren de flujo condicional,
- modelar y resolver problemas cuya solución algorítmica requiere de iteración, y
- modelar y resolver problemas cuya solución requiere de descomposición en subproblemas.

Cabe mencionar que “*Modelar y Resolver Problemas*” es una competencia compleja en sí misma, que comprende componentes en los ejes procedimental y cognitivo, y es el resultado de un proceso de cuatro etapas en las cuales se debe:

1. modelar el problema,
2. diseñar una solución algorítmica,
3. analizar la corrección de la solución, y
4. implementar la solución en un prototipo de programa computacional.

Para hacer efectivo el proceso de formación por competencias, se ha escogido el Modelo de Taller como estrategia de formación [11], y el modelo de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) [10] como orientación didáctica. El primero tiene la característica de articular las sesiones docentes presenciales y las sesiones de trabajo autónomo de los estudiantes, a la luz de una actividad problematizadora que, al ser resuelta, permite durante el proceso recolectar la evidencia necesaria para determinar el nivel de logro de la subcompetencia asociada al taller. La aplicación del modelo de taller, en nuestro caso, se logra mediante la correspondencia con las unidades de aprendizaje. Así, el nivel de logro del taller resulta ser el nivel de logro de la competencia comprometida por la unidad de aprendizaje.

Por otra parte, usar ABP como estrategia didáctica, permite a los estudiantes enfrentar muy tempranamente problemas de diversa envergadura y complejidad creciente, y asimilar el proceso requerido para construir su solución complementando su aprendizaje en forma autónoma, en forma similar a lo que podrían enfrentar en su vida profesional, con la restricción de que se trabaja en un contexto de aplicación muy controlado.

Hemos propuesto una Metodología de cinco pasos que recoge el proceso de modelar y resolver problemas. La metodología se puede aplicar a problemas de distinta envergadura y distinto nivel de complejidad. Los pasos que comprende son:

1. Describir los datos involucrados en el modelo del problema.
2. Diseñar un plan de prueba para la solución.
3. Diseñar un algoritmo para resolver el problema y representarlo mediante un diagrama de flujo o pseudocódigo.
4. Validar la corrección del algoritmo diseñado, utilizando el plan de prueba definido.
5. Implementar un prototipo para el algoritmo diseñado, transcribirlo en la plataforma de programación, ejecutarlo y probarlo.³

Cada paso de la metodología define una realización, las que en conjunto y aplicadas a las distintas familias de problemas conforman la evidencia o producto del módulo que se expresa en el syllabus como: “*Modelo formal para un problema, acompañado del diseño del algoritmo que lo soluciona expresado mediante pseudocódigo o diagrama de flujo, de un análisis de corrección exhaustivo y de un prototipo de la solución escrito en un lenguaje de programación estructurado*”. El estudiante debe ser capaz de lograr este producto en un contexto acotado, tal como también lo indica el syllabus del módulo. Esto es, “empleando ... datos escalares (números, caracteres, booleanos), escalares compuestos (estructuras), agrupaciones y estructuras multidimensionales”,

³Actualmente utilizamos el lenguaje de programación Python, aunque la definición del módulo permite el uso de cualquier lenguaje con características similares.

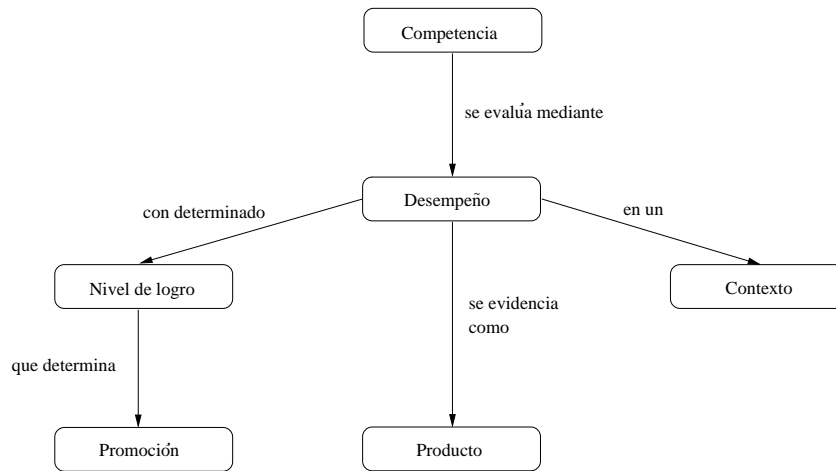


Figura 1: Competencias y su evaluación

donde “...el algoritmo involucra distintos flujos de control (secuencial, condicional, iterativo)”, y donde “los problemas complejos son descompuestos en subproblemas cuyas soluciones son integradas posteriormente”.

El aprendizaje del lenguaje de programación –actualmente Python–, cae, principalmente, en el ámbito de responsabilidad del estudiante, dentro de los lineamientos establecidos por el modelo ABP. Esto es, cuando es estudiante reconoce que hay algo que no sabe y que necesita saber, debe ser proactivo y lograr ese aprendizaje.

4. Evaluación de Competencias

Es posible identificar varios defectos en los mecanismos de evaluación tradicionales [12]. En primer lugar, están orientados principalmente a determinar la promoción, es decir, quiénes aprueban o reprueban una asignatura particular. Además, se basan en parámetros establecidos por el docente en forma individual y sin tomar en cuenta el contexto de formación en el que está inserta la asignatura. La calificación es cuantitativa y carente de detalle respecto a cómo se establece, y a cuáles fueron los logros alcanzados, las falencias detectadas y los aspectos que se deben mejorar. Más aún, la evaluación se centra más en resaltar los errores y debilidades que en destacar los logros alcanzados por los estudiantes. Por otra parte, como el objetivo es la promoción, no se aprovechan los errores como una herramienta útil en el proceso de aprendizaje.

Una consecuencia directa del enfoque tradicionalmente cuantitativo es que un estudiante puede ser promovido “por promedio”, sin haber adquirido la totalidad de los conocimientos y habilidades que se esperan de él, en el nivel suficiente que se haya determinado.

Una evaluación con base en competencias está orientada a medir el nivel de logro de las competencias comprometidas. Esta medición debe concentrarse en el análisis del desempeño del estudiante en un contexto determinado, dado que cada competencia involucra ese desempeño en su definición. La promoción se consigue cuando el estudiante alcanza un nivel de logro entendido como suficiente en cada una de las competencias del módulo o asignatura.

Los desempeños se evidencian mediante productos que son definidos para cada una de las competencias. Estos productos deben incorporar todos los elementos de la competencia que ayuden a valorar el desempeño alcanzado por el estudiante. Así, la evaluación de una competencia viene a ser el análisis de la evidencia demostrada por el estudiante para el logro del producto asociado a la competencia. Estas relaciones pueden verse en forma gráfica en el mapa conceptual de la Figura 1.

Consideremos como ejemplo la competencia “*Desarrollar un modelo orientado a objetos para una problemática del mundo real que no involucre más de 10 clases y cuyo dominio sea conocido por el estudiante*”. Para evaluar el desempeño de la competencia podríamos definir como producto: “*Diagrama de clases en UML para el modelo desarrollado*”. El contexto del desempeño está dado por el tipo de problemática al que se restringe la competencia, es decir, “*problemáticas del mundo real de baja complejidad y cuyo dominio le sea familiar al estudiante*”. Además, sería posible identificar diversos niveles de logro que pueden ser alcanzados por los estudiantes. Por ejemplo, un estudiante podría identificar la mayoría de las clases y sus relaciones, pero fallar al representar el modelo usando la notación UML. Otro estudiante podría construir un modelo que sea funcionalmente correcto, pero que no aproveche relaciones de herencia, composición y agregación. Es necesario definir el nivel de logro que se considera suficiente para la promoción. En este caso podría ser: Definir clases que permitan representar todas las entidades involucradas y sus relaciones, permitiendo algunos errores de notación de poco impacto.

Para operacionalizar el proceso de evaluación se define una matriz de evaluación para medir el nivel de logro del producto asociado con cada competencia. Para cada nivel que se desee explicitar debe definirse una columna, y para cada evidencia considerada debe definirse una fila. En las celdas de la matriz se caracterizan los niveles de logro referidos a la evidencia y un puntaje que permite cuantificar los distintos niveles.

Las descripciones de los niveles de logro constituyen un importante aporte del mecanismo de evaluación, pues entrega no sólo una evaluación cuantitativa, sino también una caracterización cualitativa del logro del estudiante. Estas descripciones forman parte de la retroalimentación que recibe el estudiante, y deberían centrarse en destacar los logros alcanzados y enunciar aquellos aspectos que el estudiante debe mejorar, fomentando el automejoramiento. La aplicación de la matriz entrega, además, información valiosa al docente para orientar el proceso de formación y las actividades de reforzamiento. Así, el proceso de evaluación se articula con el proceso de formación [11].

Al especificar los niveles de logro –las columnas de la matriz– es necesario definir el nivel que se considera como suficiente para atribuir un grado de habilitación básica para la competencia. Este nivel se considera como el nivel de aprobación.

La matriz de evaluación debe ser del conocimiento de los estudiantes al inicio del módulo o asignatura. Esto les permite conocer el desempeño que se espera de ellos y la importancia relativa de los distintos aspectos que son observados durante la evaluación.

4.1. Evaluación en el Módulo

Siguiendo los principios descritos anteriormente, hemos diseñado una propuesta de matriz de evaluación para medir los niveles de logro de los estudiantes del módulo “*Solución Algorítmica de Problemas*”. La estrategia didáctica aplicada en este módulo se inspira en ABP. Los estudiantes se enfrentan a diversos problemas en donde deben aplicar la metodología de resolución definida anteriormente, complementando sus conocimientos en forma autónoma.

La competencia comprometida por cada unidad de aprendizaje define la complejidad de los problemas que se resuelven. Sin embargo, algunos problemas son de menor o mayor envergadura, sin comprometer el nivel de complejidad asociado.

El producto definido para el módulo recoge los principales hitos de la metodología utilizada, dando lugar a una serie de subproductos:

- descripción de los datos involucrados en el modelo del problema,
- plan de prueba,
- algoritmo,
- tablas de validación de corrección, y
- prototipo de programa que implementa el algoritmo.

La unión de estos subproductos dan forma al producto mediante el cual los estudiantes evidencian el nivel de logro alcanzado para la competencia involucrada en el módulo.

Para ilustrar nuestra propuesta nos concentraremos en la primera competencia del módulo: “*Resolver un problema cuya solución algorítmica requiere sólo de flujo secuencial*”, que corresponde a los problemas de menor complejidad que son abordados por los estudiantes. Para esta competencia, el producto a través del cual los estudiantes evidencian su desempeño es:

Modelo formal, restringido a datos numéricos, para un problema cuya solución algorítmica requiere sólo de flujo secuencial y cálculos numéricos, acompañado del diseño de un algoritmo que soluciona el problema expresado mediante pseudocódigo o un diagrama de flujo, de un análisis de corrección exhaustivo, y de un prototipo de la solución escrito en un lenguaje de programación estructurado.

En el módulo se consideran tres tipos de evidencia de desempeño:

Informes de resolución de problemas, cuyo objetivo es lograr una ejercitación intensiva de la aplicación de la metodología de resolución de problemas. Esto se lleva a cabo con el apoyo del docente y empleando problemas de baja envergadura. Cada semana se propone una lista de problemas que deben ser resueltos. Los estudiantes aplican la metodología para resolverlos y entregan este informe con los resultados para cada uno de los subproductos. Este trabajo es desarrollado en forma autónoma y la validación del prototipo de programa se lleva a cabo en la sesión semanal de laboratorio.

Proyectos de programación, cuyo propósito es abordar problemas de mayor envergadura, lo que permite tener contacto con situaciones más reales, cuya solución involucra una inversión mayor de tiempo. De hecho, los estudiantes trabajan durante dos o tres semanas en cada uno de estos proyectos. La evidencia en sí está formada por un informe que incluye todos los subproductos descritos, y por el prototipo de programa para ser ejecutado en un computador.

Pruebas escritas, que dan garantía de la adquisición individual de las competencias, sobre problemas cuya envergadura permite la aplicación de la metodología en un período corto de tiempo. Cuando es necesario, para estas pruebas escritas se relajan las exigencias en algunos de los subproductos, por ejemplo, en la validación de la corrección cuando los planes de prueba son muy extensos.

En nuestra propuesta, cada componente es evaluado desde tres perspectivas: completitud, coherencia y corrección.

Cada subproducto es evaluado desde tres perspectivas:

completitud – referida a la amplitud del componente,

coherencia – relacionada con la consistencia con el resto de los componentes, y

corrección – asociada a la funcionalidad y apego a la forma del componente.

Por ejemplo, para el subproducto “*Plan de Prueba*” definimos:

Completo – si considera todos los diferentes dominios de los datos de entrada, ya sean dominios donde los datos tienen o no validez.

Coherente – si los datos de entrada y sus salidas –casos de prueba– son consistentes con el análisis y con el enunciado del problema.

Correcto – si se apega a la notación y está libre de errores (por ejemplo, salidas mal definidas).

Nivel Excelente	Nivel de Calidad	Nivel Medio	Compromiso de Mejorar	Compromiso de mejora sustancial
Diseña el plan de prueba considerando un análisis exhaustivo del dominio.	Diseña el plan de prueba considerando los casos de prueba de dominios evidentes, respetando el formato establecido y sin errores de definición en los valores de las salidas.	Diseña el plan de prueba considerando los casos de prueba de dominios evidentes, pero no respeta el formato establecido o presenta errores de definición de los valores de las salidas.	Diseña el plan de prueba, pero omite algunos casos de prueba de dominios evidentes.	Diseña el plan de prueba con errores, omitiendo la mayoría de los casos de prueba de dominios evidentes.
Coherente, Correcto y Completo.	Coherente, Correcto y nivel alto de Completitud.	Coherente, nivel alto de Corrección y nivel alto de Completitud.	Nivel medio de Completitud y nivel alto de Corrección. No se puede evaluar la Coherencia.	Nivel bajo de Completitud. No hay evidencia de Coherencia ni de Corrección.
(12 puntos)	(hasta 9 puntos)	(hasta 7 puntos)	(hasta 5 puntos)	(hasta 2 puntos)

Tabla 1: Matriz de evaluación para el subproducto “Plan de Prueba”

La evaluación de cada subproducto, a través de estas tres perspectivas, permite situar el logro del estudiante dentro de los niveles definidos en la matriz. Para conseguir una correcta caracterización de los niveles de logro, es necesario definir grados de cumplimiento en algunas perspectivas, pero siempre con una descripción clara de lo que esto significa. Por ejemplo, para caracterizar uno de los niveles de logro del subproducto “Plan de Prueba”, definimos: *nivel medio de completitud*, con la descripción: *diseña un plan de prueba, pero omite algunos casos de prueba para dominios evidentes*.

En el módulo definimos 5 niveles de logro: Nivel Excelente, Nivel de Calidad, Nivel Medio, Compromiso de Mejorar, y Compromiso de Mejora Sustancial. El Nivel Medio es considerado como el nivel de habilitación básica que es suficiente para acreditar la competencia a los estudiantes. Cada uno de los niveles, para cada uno de los subproductos, tiene asignado un rango de puntaje. El puntaje es acreditado al estudiante cuando se evidencia el logro correspondiente. La suma de los puntajes para todos los subproductos corresponde al puntaje logrado para la competencia. Dado que el diseño del algoritmo se considera como el subproducto más importante de la competencia, sus niveles de logro concentran mayor puntaje que el resto de los subproductos. Los criterios de promoción constituyen un tema abierto que hasta ahora no hemos definido a cabalidad. Esto por cuanto la promoción podría hacerse en función exclusivamente de los niveles de logro, es decir, sólo aprueban aquellos estudiantes que consigan al menos un Nivel Medio en todos los subproductos, o como alternativa podría emplearse un criterio basado en el puntaje total de la competencia.

La Tabla 1 muestra la porción de la matriz de evaluación correspondiente al subproducto “Plan de Prueba”, asociado con la evidencia “*Informes de resolución de problemas*”.

Una vez que el desempeño de un estudiante ha podido ubicarse en alguna de las celdas de la matriz contamos con información valiosa –tanto cualitativa como cuantitativa– respecto a su nivel de logro. Esta información será de utilidad para el estudiante dentro de su proceso de automejoramiento, y para el docente para replantear su estrategia de formación o para planificar estrategias de reforzamiento.

5. Comentarios Finales

La correcta definición de una matriz de evaluación ayuda en el sentido de articular el proceso de evaluación con el proceso formativo. Sin embargo, la estrategia didáctica del módulo debe ir orientada al desarrollo de las competencias que serán evaluadas y el docente debe saber manejar con flexibilidad los cambios que sea necesario implementar a partir de la retroalimentación recibida de las evaluaciones.

La preparación de un módulo siguiendo los principios descritos en este artículo es una tarea que requiere una inversión de tiempo considerable. A la definición de los productos asociados con las competencias se debe agregar la selección de las estrategias didácticas adecuadas y la preparación del plan de clases que organice las actividades durante el desarrollo del módulo. Además, es necesario especificar la matriz de evaluación y determinar con claridad los criterios que definen cada uno de los niveles de desempeño y el puntaje asociado. Actualmente en la Universidad de Talca le reconoce al docente una dedicación de 8 horas semanales para la preparación de un módulo, en el semestre anterior a la primera vez que se impartirá. Sin embargo, todavía no hemos cuantificado con exactitud la dedicación real que toma la preparación efectiva de un nuevo módulo.

Una consecuencia que tiene el modelo implementado es la imposibilidad de que un alumno apruebe un módulo “por promedio”, es decir, al obtener una nota de aprobación a pesar de haber reprobado alguna de las unidades. Esto lo hemos conseguido definiendo algunas unidades de aprendizaje –aquellas asociadas con los productos más complejos de cada módulo– como obligatorias. Esto garantiza que para que un estudiante apruebe un módulo deberá, necesariamente, evidenciar un logro aceptable en las competencias más complejas comprometidas por el módulo. El tratamiento de otras distorsiones puede manipularse mediante condiciones excepcionales, por ejemplo, que resten puntaje a la calificación de una competencia.

Referencias

- [1] ACM/IEEE/AIS Joint Task Force for Computing Curricula. Computing Curricula 2004 – Strawman Draft, 2004.
- [2] Oscar Corvalán Vásquez, Sebastián Donoso D., and Juan Antonio Rock Tarud. *Nuevas Tendencias Curriculares de la Educación Superior en Europa y los Estados Unidos*. Editorial Universidad de Talca, Talca, Chile, 2007.
- [3] Oscar Corvalán Vásquez and Gustavo Hawes Barrios. Aplicación del Enfoque de Competencias en la Construcción Curricular de la Universidad de Talca. In *Reunión internacional del Proyecto 6x4 UEALC*, Abril 2005.
- [4] Mary E. Huba and Jann E. Freed. *Learner-Centered Assessment on College Campuses: Shifting the Focus from Teaching to Learning*. Allyn & Bacon, 1999.
- [5] Martin Jones. DACUM Approach to Job Analysis, 2001.
- [6] Guy Le Boterf. *Ingeniería de las Competencias*. Ediciones Gestión 2000, Barcelona, 2001.
- [7] Ministerio de Economía. Estudio Prospectivo: Actividades Estratégicas para la Competitividad Internacional de Chile en 2010, 2003.
- [8] Ministerio de Economía. Estudio Prospectivo: La Industria Chilena de Software, 2004.
- [9] Robert Norton. DACUM Handbook, 1995.
- [10] Maggi Savin-Baden. *Facilitating Problem-Based Learning. Illuminating Perspectives*. Open University Press, 2003.
- [11] Sergio Tobón. *Formación Basada en Competencias. Pensamiento Complejo, Diseño Curricular y Didáctica*. ECOE, Bogotá, 2 edition, 2005.
- [12] Sergio Tobón, Antonio Rial Sánchez, Miguel Angel Carretero, and Juan Antonio García. *Competencias, Calidad y Educación Superior*. Cooperativa Editorial Magisterio, Bogotá, 2006.