

Medición del Acoplamiento de Objetos de Aprendizaje

Emilio Ormeño ¹, Sergio Ochoa ², Susana Ruiz ¹, Myriam Herrera ¹

¹ Instituto de Informática, Universidad Nacional de San Juan
Av. José I. de la Roza y Meglioli, San Juan, Argentina
{eormeno, sbruiz, mherrera}@iinfo.unsj.edu.ar

² Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Chile
Blanco Encalada 2120, Santiago, Chile
sochoa@dcc.uchile.cl

Abstract. La tecnología conocida como Objetos de Aprendizaje está entre las favoritas para resolver diversos problemas de la CBI (Computer Based Instruction). Esta tecnología promueve la creación y reutilización de piezas de contenido didáctico denominados objetos de aprendizaje (OA) para construir courseware a través de su ensamblaje. Determinar si un OA es reutilizable no es trivial debido a que la presencia de ciertos atributos puede hacerlo dependiente de un contexto, o dicho de otra forma, puede tener un grado no aceptable de acoplamiento con dicho contexto. Además, tampoco existen formas de medir dicho grado de acoplamiento. A fin de brindar un aporte en este sentido, en este paper proponemos cinco indicadores que relacionan el grado de determinados atributos observados en OA respecto del grado de acoplamiento que pueden generar.

Keywords. Learning Object, Computer Based Instruction, Instructional Design.

1 Introducción

Los recursos digitales de apoyo a la educación, conocidos como Objetos de Aprendizaje [5] se posicionan como la principal opción para la próxima generación de diseño, desarrollo y distribución de material didáctico, debido a su potencial reusabilidad, adaptabilidad y escalabilidad [2, 3, 7].

Un Objeto de Aprendizaje (OA) es una pieza de contenido didáctico asociado a un objetivo instruccional. La capacidad de reutilización de estos recursos es la principal característica y objetivo que subyace detrás de su uso.

Lo atractivo de esta capacidad, y la perspectiva de buenas oportunidades de negocio, hizo que muchas instituciones y empresas comenzaran a estudiar y a implementar productos de software que prometían solucionar muchos de los problemas de la CBI (Instrucción Basada en Computador). Una de esas soluciones, desarrollada por los autores de éste artículo, se llamó CDS (Course Development System) [8]. Este producto ofrecía un entorno basado en componentes instruccionales, los cuales podían ser utilizados por un profesor para construir su courseware. Sin embargo, esa y otras

soluciones, no mostraron los resultados esperados debido a que requerían de un gran esfuerzo del profesor para poder desarrollar un courseware.

Debido a que la teoría de Objetos de Aprendizaje proviene del paradigma de Orientación a Objetos, un OA hereda atributos de calidad de un objeto de software: cohesión, acoplamiento, y adhesión a una interfaz estándar con el fin de potenciar su reusabilidad. Si bien la Ingeniería de Software ha desarrollado, desde hace tiempo, técnicas y métricas que sirven para medir tales atributos de calidad, en lo que respecta a Objetos de Aprendizaje, tales métricas no han sido desarrolladas aún.

A fin de aportar una solución al problema de la medición de estos atributos de calidad en el contexto de los Objetos de Aprendizaje, este artículo presenta una serie de indicadores que relacionan el grado de ciertos atributos encontrados en Objetos de Aprendizaje respecto del grado de acoplamiento que pueden generar.

Con el fin de llevar una línea discursiva coherente con ésta introducción, la sección 2 describe las generalidades y la definición de Objeto de Aprendizaje en la que se basa éste artículo. La sección 3, define el concepto de acoplamiento del área de Ingeniería de Software, La sección 4 presenta las particularidades que deben tenerse en cuenta al considerar el acoplamiento entre Objetos de Aprendizaje, y describe los indicadores propuestos para medir el acoplamiento de OA. Por último, la sección 6 presenta las conclusiones y el trabajo a futuro.

2 Concepto y estandarización de Objetos de Aprendizaje

Los OA son elementos de un nuevo tipo de instrucción basado en computador que surge del paradigma de orientación a objetos. La orientación a objetos enfatiza la creación de componentes que pueden ser reutilizados en múltiples contextos [1]. Esta es justamente la idea que subyace a los objetos de aprendizaje: los diseñadores instruccionales pueden construir componentes pequeños (relativos al tamaño de un curso completo) que pueden ser reutilizados varias veces en diferentes contextos de aprendizaje.

Apoyando la noción de pequeñas piezas de material didáctico reutilizable, *Reigeluth* y *Nelson* [6] sugieren que cuando los profesores acceden a estos componentes, a menudo dividen el material en sus partes constituyentes; procediendo a continuación a reensamblarlos, de manera tal que brinden un mejor soporte a sus objetivos instruccionales particulares. Esto sugiere una razón por la que los Objetos de Aprendizaje pueden brindar beneficios instruccionales: si esos instructores recibieran los recursos instruccionales como componentes individuales, su etapa inicial de descomposición sería obviada, produciendo un incremento potencial en la velocidad y eficiencia del desarrollo del material instruccional.

Para facilitar la adopción de esta perspectiva, en 1996 se conformó el LTSC (Learning Technology Standards Committee) perteneciente al IEEE; con el fin de desarrollar y promover estándares dentro de las tecnologías de apoyo a la construcción de material didáctico [5].

El LTSC eligió el término “Objetos de Aprendizaje” (quizás basándose en los conceptos vertidos por *Wayne Hodgins* en [3]) para describir pequeños componentes instruccionales. Si bien existen varias definiciones de mayor o menor ambigüedad, para este artículo se adopta la siguiente, la cual se basa en la definición oficial [4]: “*Un Objeto de Aprendizaje es un recurso digital empaquetado portable que tiene sentido por si mismo, es decir que apunta al aprendizaje de un único objetivo educativo, y que posee un recubrimiento semántico estándar para garantizar su acceso por buscadores semánticos o su ensamblaje con otros Objetos de Aprendizaje, a fin de formar Objetos de Aprendizaje de mayor granularidad*”. De ésta definición se puede extraer que un OA:

- Incluye cualquier software que puede ser enviado a través de Internet (desde una imagen hasta un curso completo).
- Está orientado a presentar el logro de un único objetivo educativo a través de micro-unidades didácticas que encapsulan contenidos, recursos, actividades, y evaluación.
- Se puede insertar en otros contextos por su potencial reusabilidad.
- Es identificable a través de sus metadatos.

3 Acoplamiento de objetos de aprendizaje

Al igual que en la teoría de Orientación a Objetos, la capacidad de reutilización de un objeto aumenta a medida que disminuye su grado de acoplamiento. Un alto grado de acoplamiento de un OA a un contexto, disminuye las posibilidades de su reutilización (además de incrementarse el esfuerzo de adaptación). Por otra parte, un bajo grado de acoplamiento aumenta el número de contextos donde el OA puede ser reutilizado con mínimo esfuerzo.

En distintas pruebas empíricas, hemos observado que la capacidad de reutilización de un OA está fuertemente ligada al grado de determinados atributos, los que a continuación se presentan.

3.1 Cantidad de marcadores discursivos no auto-referenciales

Este atributo cuenta la cantidad de ciertos marcadores discursivos (en particular el idioma español) que hacen referencia a elemento que no se encuentran en el mismo contenido del objeto de aprendizaje. La presencia de estos marcadores, en general tienden a incrementar el acoplamiento si no siguen determinadas reglas sintácticas. Por ejemplo, si un OA comienza con la oración: “*Tal como se explica en la sección anterior...*”, claramente, está haciendo referencia a un elemento que no está en el contenido, por lo que debe ser contado como un marcador discursivo no auto-referencial. Por el contrario, si un OA posee un párrafo que dice: “*La siguiente figura*

muestra...” seguido de una figura, no debe ser contado como un marcador de ésta categoría.

A fin de definir un indicador que relacione el número de marcadores no auto-referenciales con el nivel de acoplamiento, se propone la función que aparece en la fórmula (1) la cual describe dicha relación:

$$I_{md} : \mathbb{N}_0 \rightarrow [0,1] \text{ tal que } I_{md}(n) = 1 - \frac{1}{n+1}. \tag{1}$$

donde :

n , es la cantidad de marcadores no autoreferenciales.

$n \in \mathbb{N}_0$

Cuando el valor de n es 0 (cero) es decir, que no existen marcadores no auto-referenciales, el acoplamiento da también 0 (cero), es decir, que no existe acoplamiento.

La gráfica que se ve en la Fig. 1, muestra que el comportamiento de la función es estrictamente creciente a medida que n crece hasta su cota máxima de 1 (máximo acoplamiento). Es decir: $\forall n \in \mathbb{N}_0 : 0 \leq I_{md} < 1$

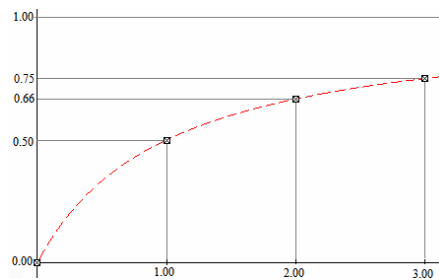


Fig. 1. Gráfica de la función I_{md}.

3.2 Cantidad de parámetros de configuración

Un parámetro de configuración se traduce en términos de interfaz de usuario como un típico campo de usuario de un documento de procesador de textos. En ciertas situaciones se observó que algunos textos de OA podrían ser adaptados a otros contextos tales como: país, formas culturales, o regionalismos.

La solución actual pasa por una “búsqueda y sustitución” de palabras para todo el texto. A fin de evitar esta tarea, es posible definir campos de usuario que puedan ser cambiados y su posterior reemplazo global.

En forma intuitiva, mientras más parámetros (campos) de configuración estén definidos en un OA, menos acoplamiento respecto de un contexto poseerá. Sin

embargo, debido a que la idea subyacente es disminuir el esfuerzo de adaptación, demasiados parámetros impactan en forma negativa.

La Fig. 2 muestra un OA que tiene campos definidos. En particular, permite configurar un nombre de país y un año.



Fig. 2. Ejemplo de un objeto de aprendizaje con parámetros.

Con el fin de describir la relación entre el número de parámetros de configuración respecto del acoplamiento, proponemos la función que se detalla en la fórmula (2) donde n representa el número de parámetros definidos en el OA.

$$I_{pc} : \mathbb{N}_0 \rightarrow [0,1] \text{ tal que } I_{pc}(n) = \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{n + \left(\frac{1}{1 + \frac{\sqrt{1 + \frac{4}{N_{max}}} - 1}}{2}} \right)}, \text{ para } n \leq N_{max} \\ 0, \text{ para } n > N_{max} \end{array} \right. \quad (2)$$

con $N_{max} \in \mathbb{N}$ (valor fijo) y $n \in \mathbb{N}_0$

donde :

n es la cantidad de parámetros del OA.

N_{max} es la cantidad máxima de parámetros.

La gráfica de la Fig. 3 muestra que cuando no están definidos parámetros de configuración, el OA presenta máximo acoplamiento, es decir, la función iguala a uno. Por el contrario, cuando el OA tiene definido un número máximo de parámetros (en este caso cuatro), se considera que no existe acoplamiento respecto de un contexto particular.

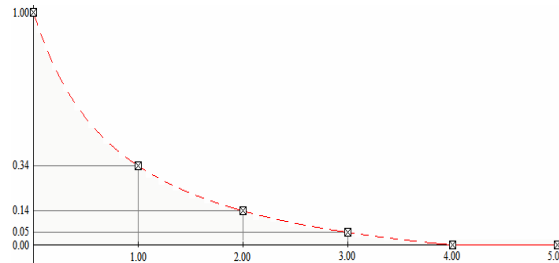


Fig. 3. Gráfica de la función I_{pc} .

3.3 Cantidad de formas de evaluación definidas

Este atributo cuenta la cantidad de formas de evaluación definidas en un OA. Se asume que un OA se crea para apoyar el logro de un objetivo didáctico. Debido a que la ubicación de un OA dentro de un proceso instruccional no debería estar prescrita, mientras más formas de evaluación tenga definidas el OA, más flexibilidad poseerá el diseñador instruccional en personalizar el proceso.

La existencia de una única forma de evaluación en un OA puede forzar al diseñador a tener que crear una nueva, incrementando en consecuencia el esfuerzo de insertar el componente. Por ejemplo, si toda una secuencia de OA poseyeran definidos una prueba escrita como forma de evaluación, el diseñador instruccional debería eliminar alguna de ellas o crear otras a fin de personalizar el proceso, aumentando así el esfuerzo.

La máxima cantidad de formas de evaluación se basa en el framework propuesto por Ochoa et al. [8] donde describe diferentes actividades para evaluar el logro de un objetivo didáctico: presentación, evaluación, prueba, pregunta, elaboración de documento, investigación, resolución de un problema, e investigación de un tema. Pudiendo cada una de ellas ser individual o grupal, es decir, un total de 16 formas de evaluación.

El indicador propuesto en la fórmula (3) varía entre 0 (cero) y 1 (uno). Cero, indica que no existe acoplamiento debido a formas de evaluación, y 1 (uno) indica el máximo acoplamiento. Por otra parte, dado que no es obligatorio el uso de formas de evaluación, cuando el OA no tiene definida esta actividad el valor del indicador es 0 (cero). La función I_{fe} puede ser definida como sigue:

$$I_{fe} : \mathbb{N}_0 \rightarrow [0,1] \text{ tal que } I_{fe}(n) = \frac{(N_e - n)[(n+1) - |n-1|]}{2(N_e - 1)} \quad (3)$$

con $N_e \in \mathbb{N}$ (valor fijo) y $n \in \mathbb{N}_0$ y $n \leq N_e$

donde :

N_e , es la cantidad máxima de tipos de evaluación.

n , es el número de evaluaciones definidas en el OA.

La siguiente figura muestra la gráfica de la función anterior donde $N_e = 8$.

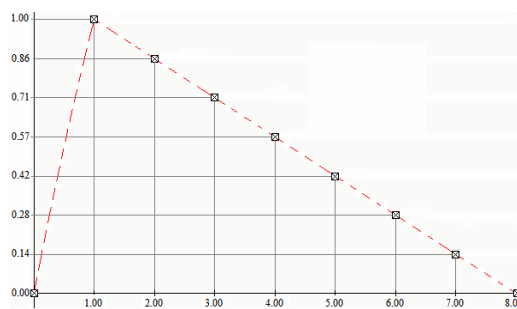


Fig. 4. Gráfica de la función I_{fe} .

3.4 Cantidad de estilos de formato personalizados

Este atributo cuenta el número de estilos de formato de texto no-estándar utilizados en el contenido. Dado un conjunto de funciones de formateo de texto (tipo de letra, color, etc.), este atributo es el resultado de contar la cantidad de estilos que se apartan de dicho conjunto de funciones de formateo.

La utilización de estilos de texto personalizados limita la capacidad del OA de ser ubicado en diferentes contextos. Por ejemplo, considérese el OA que se muestra en la figura 6, en el cual su creador utilizó una fuente y color de fondo para un párrafo sin un significado para dicho estilo. Esto causa problemas de uniformidad visual, además de dificultar al lector la comprensión del párrafo, debido a que no representa una semántica específica. En otras palabras, el lector podría no entender si el párrafo se refiere a una nota, definición, cita, u otro tipo de elemento.

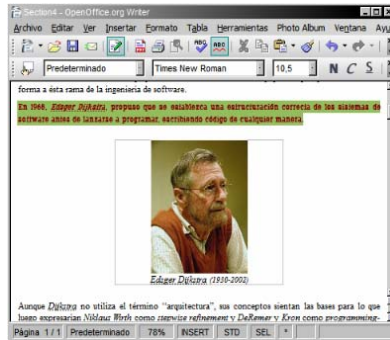


Fig. 5. Un objeto de aprendizaje con un formato personalizado

La función (4) describe cómo se relaciona el grado de este atributo respecto del acoplamiento.

$$I_{ep} : \mathbb{N}_0 \rightarrow [0,1] \text{ tal que } I_{ep}(n) = 1 - \frac{1}{n+1} \tag{4}$$

con $n \in \mathbb{N}_0$
 donde:
n, es la cantidad de estilos personalizados.

3.5 Cantidad de referencias explícitas a otros objetos de aprendizaje

Este atributo cuenta el número de referencias explícitas a otros OA. En este caso, el acoplamiento está claramente definido debido a que la reutilización de un objeto de aprendizaje fuerza también la inserción de sus “dependencias”. Tal como las funciones anteriores, la función I_{ref} varía entre 0 (cero) y 1 (uno), poseyendo la misma un comportamiento similar a I_{ep} .

3.6 Objetos de Aprendizaje reutilizables

El significado de reutilizable que se toma en el presente trabajo, se relaciona con el esfuerzo de adaptación de un OA. De esta forma, a modo de ejemplo, se podría decir que un OA es altamente reutilizable (ideal) si sus indicadores presentan valores menores a los que aparecen en la siguiente tabla:

Atributo	Función	Valor
Cantidad marcadores no auto-referenciales	$I_{md}(n)$	0.50
Cantidad de parámetros de configuración	$I_{pc}(n)$	0.14
Cantidad de formas de evaluación	$I_{fe}(n)$	0.42
Cantidad de estilos personalizados	$I_{ep}(n)$	0.50
Cantidad de referencias explícitas	$I_{ref}(n)$	0.50

4 Conclusiones y trabajo a futuro

En este trabajo hemos propuesto un conjunto de indicadores que describen la relación entre el grado de determinados atributos observados en Objetos de Aprendizaje respecto al grado de acoplamiento. El significado de este concepto en el presente trabajo está relacionado al grado de dependencia que posee un Objeto de Aprendizaje: respecto de otros Objetos de Aprendizaje (analizando la existencia de referencias tanto explícitas como implícitas); respecto de un estilo de formateo específico; respecto de un estilo de escritura; y respecto de actividades ya impuestas por el propio OA, tales como las formas de evaluación a utilizar.

Somos conscientes de que estamos en una etapa aún muy temprana. Sin embargo, pensamos que es factible desarrollar herramientas de software que midan la presencia de los atributos, en el contenido de un OA. En primera instancia esto brindará ayuda a los diseñadores de Objetos de Aprendizaje. Como objetivo más ambicioso, y más a largo plazo, se pretende apoyar el trabajo de agentes inteligentes que se encarguen de buscar en la Web, piezas de contenido reutilizable para un determinado contexto.

Si bien no contamos con valores fiables del uso de los indicadores definidos, actualmente estamos diseñando varios experimentos con el fin de obtener valores mínimos, y óptimos para futuras investigaciones.

5 Referencias

1. Dahl, O. J. & Nygaard, K. (1966). SIMULA - An algol based simulation language. *Communications of the ACM*, 9 (9), p. 671-678.
2. Gibbons, A. S., Nelson, J., & Richards, R. (2000). The nature and origin of instructional objects. In D. A. Wiley (Ed.), *The instructional use of learning objects*. Bloomington, IN: Association for Educational Communications and Technology.
3. Hodgins, Wayne. (2000). Into the future [On-line]. Available: <http://www.learnativity.com/download/MP7.PDF>
4. LOM (2000). LOM working draft v4.1 [On-line]. Available: <http://ltsc.ieee.org/doc/wg12/LOMv4.1.htm>
5. LTSC. (2000). Learning technology standards committee website [On-line]. Available: <http://ltsc.ieee.org/>
6. Reigeluth, C. M. & Nelson, L. M. (1997). A new paradigm of ISD? In R. C. Branch & B. B. Minor (Eds.), *Educational media and technology yearbook* (Vol. 22, pp. 24-35). Englewood, CO: Libraries Unlimited.
7. Urdan, T. A. & Weggen, C. C. (2000). Corporate e-learning: Exploring a new frontier [On-line]. Available: http://wrhambrecht.com/research/coverage/elearning/ir/ir_explore.pdf
8. Ochoa, S., Ormeño, E. & Pino, J. (2002). Reusing Courseware Components. *Proceedings of the XIV International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE'02)*. July 15-19, 2002. Ischia, Italy. ACM Press. ACM, New York (USA): Pp. 549-556.