

Un taller de robótica para el apoyo de la enseñanza de programación de computadores basado en estilos de aprendizaje

René Noël López

Escuela de Ingeniería Civil Informática
Facultad de Ingeniería
Universidad de Valparaíso
Valparaíso, Chile
rene.noel@uv.cl

Marta Barría

Escuela de Ingeniería Civil Informática
Facultad de Ingeniería
Universidad de Valparaíso
Valparaíso, Chile
marta.barría@uv.cl

Roberto Muñoz

Escuela de Ingeniería Civil Informática
Facultad de Ingeniería
Universidad de Valparaíso
Valparaíso, Chile
roberto.munoz.s@uv.cl

Fernando Pérez

Escuela de Ingeniería Civil Informática
Facultad de Ingeniería
Universidad de Valparaíso
Valparaíso, Chile
fernando.perez@alumnos.uv.cl

ABSTRACT

Robotics as a tool to support learning and knowledge delivery in different ways according to the learning style of the audience, are two topics of current discussion in the educational field. Both ideas have been considered for the design of a Robotics Workshop, which aims to support learning in the Computer Programming related courses on the Civil Engineering Informatics career, at the University of Valparaíso. This paper presents the design decisions behind the workshop, as well as the results of a pilot study with 24 students in two first year courses, and the preliminary findings of its first formal execution, which began in the second half of 2012 with 46 students enrolled. First findings show a high level of student satisfaction with the support material generated, high motivation of the participants, and a series of lessons learned for continuous improvement of the workshop.

RESUMEN

Dos tópicos de discusión en el ámbito educacional actual son: la Robótica como herramienta de apoyo al aprendizaje y la entrega de conocimientos según los Estilos de Aprendizaje de la audiencia. Ambas ideas han sido consideradas para el diseño de un Taller de Robótica, que tiene por objetivo apoyar el aprendizaje en las asignaturas relacionadas con Programación de Computadores de la carrera de Ingeniería Civil Informática de la Universidad de Valparaíso. Este artículo expone las decisiones realizadas tras el diseño del taller, así como también los resultados de una aplicación piloto con 24 alumnos de dos asignaturas de primer año y las conclusiones preliminares de su primera ejecución formal, iniciada en el segundo semestre de 2012 con 46 alumnos inscritos. Entre los resultados se destaca un buen nivel de satisfacción de los alumnos con el material de

apoyo generado, alta motivación de los participantes, y lecciones aprendidas para el mejoramiento continuo del taller.

KEYWORDS

Robótica Educativa, Estilos de Aprendizaje, Programación de Computadores, Lego Mindstorms NXT.

INTRODUCCIÓN

Diversos han sido los grupos de investigación que han estudiado el uso de la robótica como herramienta pedagógica en carreras de Ingeniería para la enseñanza de distintas áreas, tales como la mecánica, la electrónica y la robótica [1, 6, 9]. Específicamente en carreras de Ingeniería Informática, también se ha utilizado la robótica como herramienta de apoyo para la enseñanza de la Programación y Sistemas de Control en Tiempo Real, entre otras [6, 12].

En la carrera de Ingeniería Civil en Informática de la Universidad de Valparaíso, los estudiantes de primer año presentan índices de reprobación superiores al 65% en las asignaturas de ciencias básicas, tales como Física, Álgebra, Cálculo y Programación [24]. Sin embargo el problema de reprobación y deserción es común a muchas carreras de Ingeniería en la Educación Superior Chilena [7], esto probablemente influido por que los profesores no distinguen la variedad de formas en las que los individuos aprenden.

Según [4], los estudiantes presentan diferentes maneras de aprender y, hoy en día en las aulas de clases, los docentes presentan una sola manera enseñar. En muchos casos, esta manera se trata de que el docente es el encargado de la transmisión del conocimiento y los alumnos actúan como receptores de la información. Las teorías del aprendizaje indican



que el conocimiento se construye de manera activa en la mente del estudiante [13], o que el conocimiento es resultado de la interacción social entre los estudiantes y sus pares [18], cosa que normalmente no se toma en cuenta al momento de impartir una asignatura.

Este artículo presenta el diseño e implementación de un Taller de Robótica, utilizado como herramienta de apoyo en el proceso de aprendizaje y enseñanza en las asignaturas de Programación, basado en los diferentes Estilos de Aprendizaje de los alumnos de la carrera.

El diseño del Taller de Robótica se basa en el modelo de Estilos de Aprendizaje de los estudiantes propuesto por [4], al cual se le han asociado roles y responsabilidades en los grupos de robótica, de esta forma se pretende apoyar el aprendizaje desde su propia maneras de aprender.

También se presentan los resultados de una ejecución piloto del Taller, con 24 estudiantes de los cursos de Fundamentos de Programación y Programación I de la carrera Ingeniería Civil en Informática de la Universidad de Valparaíso, la cual tuvo como objetivo principal medir la calidad del material de apoyo pedagógico del taller de robótica. También se detallan muestran resultados preliminares de la primera Ejecución del Taller, con 46 alumnos inscritos.

La estructura del presente documento es la siguiente: se entregará un Contexto del Problema analizando trabajos relacionados en el área y teorías y estilos de aprendizaje, para luego describir el diseño del Taller. Por último, se entregarán detalles de su aplicación concreta, primero como piloto y luego formalmente como Taller dentro de la malla curricular de Ingeniería Civil Informática de la Universidad de Valparaíso.

CONTEXTO DEL PROBLEMA

Trabajos Relacionados

Varios han sido los grupos de investigación que han estudiado la utilización de la robótica desde la perspectiva docente, destacando los beneficios en los estudiantes en cuanto al desarrollo de habilidades tales como creatividad, trabajo en equipo, autoaprendizaje e investigación; y adicionalmente como facilitador del aprendizaje de contenidos teóricos [6, 9].

En carreras de ingeniería, la robótica por su carácter práctico y multidisciplinario, también ha sido utilizada por diversas entidades educacionales para apoyar diferentes áreas de la educación en ingeniería, tales como la Programación, Sistemas de Tiempo Real, y Electrónica [1, 12, 17].

Por otra parte, hoy en día la investigación de nuevas metodologías pedagógicas apunta al estudio de los estilos de aprendizaje de los estudiantes, y cómo la utilización de nuevas estrategias beneficia la enseñanza [5]. Por ejemplo, en [16] se propone mejorar la calidad del proceso de enseñanza y aprendizaje de la robótica educativa, enfocado el uso aplicativo de los estilos de

aprendizaje. Esta metodología fue aplicada en escuelas públicas de Perú, y pretende implementar un medio eficaz que permita desarrollar habilidades cognitivas y sociales a los alumnos en etapa escolar.

Teorías del Aprendizaje

Las diferentes formas de aprender que tienen los estudiantes deben ser apoyadas por diferentes estrategias pedagógicas. Diversos autores han ido contribuyendo a las teorías que explican el fenómeno del aprendizaje. Entre los autores con mayor influencia hoy en día se pueden mencionar a Piaget con su teoría constructivista [13], Vygotsky [18] y su aprendizaje social, y a Ausubel con su aprendizaje significativo [2]. A continuación se presentan los principios fundamentales de sus teorías del aprendizaje [15].

Aprendizaje Constructivista

Piaget señala en [13] que el aprendizaje se produce cuando el sujeto interactúa con el objeto del conocimiento. Piaget aporta a la teoría constructivista la concepción del aprendizaje como un proceso interno de construcción en el cual el individuo participa activamente, adquiriendo estructuras cada vez más complejas denominadas estadios.

Aprendizaje Social y Cultural

Vygotsky señala en [18] que el aprendizaje se produce cuando esto lo realiza en interacción con otros. Lo fundamental del enfoque de Vygotsky es concebir al sujeto como un ser eminentemente social, y al conocimiento mismo como un producto social. En la interacción con los demás adquirimos consciencia de nosotros, aprendemos el uso de los símbolos que, a su vez, nos permiten pensar en formas cada vez más complejas.

Aprendizaje Significativo

Ausubel señala en [2] que el aprendizaje se produce cuando el objeto de conocimiento es significativo para el sujeto. Ausubel acuña el concepto de “aprendizaje significativo” para distinguirlo del repetitivo o memorístico. El aprendizaje de nuevos conocimientos debe relacionarse con lo que el alumno ya sabe.

Estilos de Aprendizaje

El concepto de estilo de aprendizaje no es común para todos los autores y es definido de forma muy variada en distintas investigaciones [5]. En este trabajo se adopta la definición de entregada por Felder y Silverman en [4], en la que señalan que los estilos de aprendizaje son “*las fuerzas y preferencias características en la forma que tienen los estudiantes para procesar información. Algunos estudiantes pueden centrarse en el manejo de datos y diferentes tipos de algoritmos, otros se sienten mejor con los modelos matemáticos y las teorías. Algunos de ellos responden fuertemente a formas visuales de información como pinturas, cuadros, diagramas y esquemas, y otros más obtienen información de forma verbal mediante escritura y las*



explicaciones habladas. Algunos discentes prefieren aprender activamente e interactivamente y otros funcionan mejor de manera introspectiva e individual”.

Este modelo se podría calificar como el modelo de las cuatro categorías bipolares, ya que considera cuatro categorías donde cada una se extiende entre dos polos opuestos: Sensitivo/Intuitivo, Activo/Reflexivo, Visual/Verbal, Secuencial/Global. Algunas de las características los estilos de aprendizaje propuesto por Felder y Silverman son las siguientes:

- Sensitivos (concretos, prácticos, orientados hacia los hechos y los procedimientos) o Intuitivos (conceptuales, innovadores, orientados hacia las teorías).
- Visuales (prefieren la presentación visual del material tal como películas, tablas, o diagramas de flujo) o Verbales (prefieren las explicaciones escritas o habladas).
- Activos (aprenden manipulando las cosas y trabajando con otros) o Reflexivos (aprenden pensando acerca de las cosas y trabajando solos).
- Secuenciales (aprenden poco a poco en forma ordenada) o Globales (aprenden de forma holística).

DISEÑO DE UN TALLER DE ROBÓTICA BASADO EN ESTILOS DE APRENDIZAJE

Con el objetivo de apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje de la disciplina de Programación de Computadores para carreras de Ingeniería, se ha diseñado un Taller de Robótica basado en Estilos de Aprendizaje. En esta sección se presenta el diseño y la primera ejecución del taller, de manera de ejemplificar cada una de las decisiones tomadas en la confección y puesta en práctica del mismo.

Para que el Taller de Robótica tenga un resultado efectivo en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Programación de Computadores, debe estar alineado con el contenido de las asignaturas involucradas en este tópico; en particular se describirán las asignaturas relacionadas con Programación consideradas en las carreras de la Escuela de Ingeniería Civil Informática de la Universidad de Valparaíso [22].

También se presenta la Metodología de Trabajo del Taller, junto a los roles que se han definido para los participantes del mismo. Dado que el taller está basado en Estilos de Aprendizaje, es necesario caracterizar los estilos de los alumnos que participarán del Taller con el objetivo de que trabajen en el rol que se considera más adecuado para ellos.

Asignaturas de Programación

El primer año del plan de estudio de la carrera Ingeniería Civil en Informática de la Universidad de Valparaíso, contempla dos asignaturas que introducen a los estudiantes en el área de la Programación de Computadores, estas son INC102-Fundamentos de Programación y posteriormente INC112-Programación I, ambas asignaturas tienen un enfoque teórico práctico (cátedras y laboratorios) [22].

INC102-Fundamentos de Programación

Esta asignatura se ubica en el semestre número uno de la carrera de Ingeniería Civil Informática, aunque se dicta todos los semestres. Entre los objetivos de la asignatura se encuentran que el alumno sea capaz de comprender, analizar y diseñar algoritmos, además de desarrollar competencias tales como habilidad analítica y pensamiento creativo, y la aplicación de conceptos para entender y contextualizar problemas [23]. Las unidades y contenidos de esta asignatura son las siguientes:

- **Unidad 1** - Introducción: Definiciones básicas, Resolución de problemas, Base de Lógica Proposicional.
- **Unidad 2** - Algoritmos: Conceptos básicos, Diagramas de flujo, Programas, Estructuras selectivas, Estructuras repetitivas.
- **Unidad 3** - Aplicaciones: Arreglos Unidimensionales y Multidimensionales, Algoritmos.
- **Unidad 4** - Conceptos Avanzados: Registros, Archivos.

INC112-Programación I

Esta asignatura corresponde al semestre número dos de la carrera de Ingeniería Civil Informática, aunque se dicta todos los semestres, esto debido a los altos índices de reprobación que posee. Entre los objetivos de la asignatura se considera que el alumno sea capaz de resolver problemas mediante el uso de algoritmos e implementarlos por medio del uso del lenguaje de programación C [23]. Las unidades y contenidos de esta asignatura son las siguientes:

- **Unidad 1:** Estructura de un Programa en C, Tipos de Datos, Operadores.
- **Unidad 2:** Entrada y Salida de Datos, Estructuras de Selección, Estructuras de Repetición I.
- **Unidad 3:** Funciones, Arreglos, Entrada y Salida de Datos, Archivos.
- **Unidad 4:** Estructuras, Punteros, Gestión Dinámica de Memoria, Listas Enlazadas.

Metodología de Trabajo del Taller

Objetivos del Taller

El objetivo principal del Taller de Robótica es apoyar la enseñanza de conceptos de Programación de Computadores en los dos niveles de dificultad presentados por las asignaturas mencionadas en la sección anterior.

Como objetivos específicos, se consideran, entre otros:

- Fomentar el trabajo colaborativo entre los alumnos, mediante el desempeño de distintos roles, adecuados según su Estilo de Aprendizaje [4].
- Instruir a los alumnos en la Arquitectura de Robots y uso del Kit de Robótica Lego Mindstorms NXT [20].
- Instruir a los alumnos en un lenguaje que permita la programación de Robots, como lo es NXC [19].
- Generar una estructura y material de apoyo para el taller que permita dar instrucción a alumnos con distintos Estilos de Aprendizaje.



- Mejoramiento continuo del material a través de actividades de retroalimentación.

Proceso de Desarrollo del Taller de Robótica

El desarrollo del Taller de Robótica obedece a un modelo iterativo incremental, detallado en la Figura 1.

El Análisis del Problema implicó conocer los tópicos abordados en las asignaturas de programación, mientras que la Investigación Bibliográfica permitió conocer la teoría tras los Estilos de Aprendizaje. Con estos elementos se realizó el Diseño del taller, que se describe más adelante.

El desarrollo contempla la preparación del material, aplicación y evaluación del mismo en base a 5 experiencias, que serán puestas en práctica a modo de piloto. Los resultados de este taller piloto permitirán una mejora del material, que será utilizado esta vez en el taller dictado formalmente.

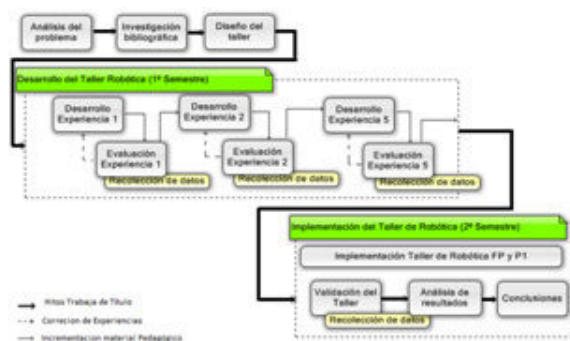


Figura 1. Metodología de Desarrollo del Taller de Robótica

Se considera una evaluación continua de cada experiencia mediante iteraciones con el objetivo de medir y mejorar la calidad del material pedagógico.

El Análisis de Resultados consistirá en revisar las calificaciones de los alumnos de las asignaturas apoyadas por el taller, comparándolas con los resultados históricos y comparando las calificaciones de a alumnos que tomaron el taller con aquellos que no lo tomaron. La Validación en tanto permitirá tomar estos resultados y responder a la pregunta ¿Sirve la Robótica para enseñar Programación, en el contexto de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Valparaíso?. Para ello se realizarán encuestas de motivación y análisis de resultados académicos de los alumnos. Por último, producto de las evaluaciones continuas y experiencias recogidas, se generará una nueva versión del Taller.

Metodología e Integración del Taller con las Asignaturas

Las asignaturas INC102-Fundamentos de Programación y INC112-Programación I, tratan tópicos similares aunque con niveles de profundidad distintos. Además en Fundamentos de Programación, los alumnos resuelven problemas en base a Pseudo-Código, mientras que en Programación I se usa

el lenguaje de programación C. Debido a la diferencia de complejidad de ambas asignaturas, existen dos versiones del Taller de Robótica, ambos con una estructura similar, pero con problemas a resolver de dificultad acorde con la asignatura que apoyan. Ambos Talleres son opcionales para los alumnos que cursan las asignaturas señaladas.

La metodología de aprendizaje definida para ambas versiones del taller es la de Aprendizaje Basado en Problemas (Problem Based Learning), con el cual se buscó desarrollar habilidades de análisis y resolución de problemas mediante el desarrollo de algoritmos en el lenguaje de programación NXC [19].

El taller considera una duración de 16 semanas, con una sesión semanal de 1,5 horas. Cada sesión está sincronizada con las sesiones de las asignaturas, de manera que si en una semana se aborda un tema, por ejemplo, “Estructuras Selectivas”, estas se puedan aplicar inmediatamente programando Robots, de manera de llevar a la práctica los conocimientos entregados en la cátedra.

Para cada sesión, se cuenta con dos materiales de trabajo: un Tutorial, que es un documento que explica el tema a abordar e instruye cómo programar los robots, y una Guía de Actividades que plantea problemas que deben ser resueltos programándolos.

El Taller no tiene instancias propias de calificación, pero sí está orientado a preparar al alumno en un “Desafío”, que es parte de la evaluación de las asignaturas de Programación. El Desafío está dividido en dos hitos en el semestre, uno a mitad de la asignatura y otro al terminar, que requieren que el alumno resuelva un problema de programación utilizando robots, habiendo o no participado del taller.

En ambas versiones del Taller, los alumnos deberán formar equipos de trabajo en los que pueden desempeñar distintos roles, para los que se prevén Estilos de Aprendizaje más adecuados, como se discute en la siguiente sección.

Roles y Estilos de Aprendizaje

Uno de los objetivos del taller de robótica es fomentar el trabajo grupal y el aprendizaje colaborativo, es decir, la transmisión de conocimiento entre los propios alumnos. Es por esto que la formación de grupos de trabajo entre los alumnos es una característica importante para la metodología del taller propuesta.

Los equipos de trabajo estarán formados por alumnos de diferentes estilos de aprendizaje, con lo que se pretende fomentar el trabajo colaborativo y la integración de distintas personalidades en el equipo de trabajo [4].

Los roles a desempeñar dentro de los equipos son los definidos por la FIRST Lego League [21], y se propone una asociación de ellos a los estilos de aprendizaje de los alumnos de la carrera de acuerdo al modelo propuesto en [4]. La Tabla 1 ilustra la asociación propuesta para efectos del taller entre los roles definidos por la FIRST Lego League y los estilos de aprendizaje.

Material de Apoyo Pedagógico y Estilos de Aprendizaje

El material de apoyo pedagógico para el Taller de Robótica ha sido diseñado en base a los propios estilos de aprendizaje de los estudiantes. En la figura 3 se presenta el material pedagógico del taller y se asocia a un estilo de aprendizaje.

Herramientas tecnológicas para el taller *Kit de robótica Lego Mindstorms NXT*

El kit de robótica Lego Mindstorms NXT es una versión del mundialmente famoso juego de robótica para niños, desarrollado por el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) y la empresa de juegos Lego [20]. El Lego Mindstorms NXT Educativo 9797, es el kits de robótica que se utilizará para implementar el taller. Éste incluye 1 procesador, 3 servomotores, 4 tipos diferentes de sensores (Sensor de luz, sonido, ultrasonido, tacto), y 431 piezas Lego Technic para armar el robot.



Figura 2. Roles y Estilos de Aprendizaje Propuestos

Estilo de Aprendizaje	Característica	Material Pedagógico
Activos	Guías de ejercicios, programación, diseño y construcción de robots	Aprenden manipulando las cosas, prefieren trabajando con otros
Reflexivos	Códigos y programas de ejemplos, mapas conceptuales	Aprenden pensando acerca de las cosas, prefieren trabajar solos
Visuales	Material visual, presentaciones, imágenes, diagramas de flujos	Prefieren presentaciones visuales
Verbales	Presentación audiovisual, Tutoriales	Preferencia material escritas o habladas
Globales	Códigos y programas de ejemplos	Aprenden de manera holística
Secuenciales	Tutoriales	Aprenden de manera ordenada
Sensitivos	Guías de ejercicios (programación de algoritmos) orientados a la práctica	Orientados a la práctica
Intuitivos	Guías de ejercicios (diseño de algoritmos)	Orientados a la teoría

Tabla 1 Material Pedagógico del Taller

Lenguaje de programación NXC y entorno de desarrollo

NXC (Not Exactly C) es un lenguaje de programación estructurado de alto nivel, muy similar a C. Este lenguaje proporciona estructuras de programación como arreglos, funciones, tareas múltiples, sentencias de control de flujo, funciones de acceso a los sensores, actuadores y sistemas de comunicación [19]. En la asignatura INC112 los alumnos utilizan C como lenguaje para la programación de algoritmos, ésta es la razón fundamental del porqué se utiliza NXC como lenguaje de programación en el taller de robótica.

También se utilizó el entorno de desarrollo Bricx Command Center, para la programación de robots Lego Mindstorms NXT. Bricx Command Center es un ambiente de desarrollo integrado (IDE) que soporta diversos lenguajes, tales como NXC, C++, Pascal, Java y Forth. Su licencia Open Source [19].

EJECUCIÓN DEL TALLER Desarrollo y Primer Piloto

Se realizó una ejecución piloto del taller, considerando 5 sesiones o “Experiencias”. En ellas se inscribió un total de 24 alumnos, 12 de los cuales cursaban la asignatura de Fundamentos de Programación, y los restantes 12, Programación I. En cada experiencia, los alumnos debieron resolver de 1 a 2 problemas utilizando un lenguaje de programación y el kit de robótica como herramientas [20].

Aplicación de los estilos de aprendizaje en alumnos de la carrera

Para determinar los estilos de aprendizaje preferentes de los alumnos participantes, se aplicó la encuesta definida en [4] a 44 estudiantes que ingresaron a la carrera el año 2012 [10], 24 de los cuales se inscribieron en el taller. Los resultados presentados en la Tabla 2 indican que mayoritariamente los alumnos son activos, sensitivos, visuales y secuenciales, y la minoría tiene estilos de aprendizajes reflexivos, intuitivos, verbales y globales [11]

Categoría	ACT-REF	SEN-INT	VIS-VRB	SEQ-GLO
Cant. Alumnos	28-16	32-12	34-10	29-15
Porcentaje	64%-36%	73%-27%	77%-23%	66%-34%

Tabla 2. Estilos de aprendizajes - Alumnos nuevos de la carrera, año 2012

Para efectos del primer piloto, no se consideró distribuir los Roles según Estilos de Aprendizaje, lo que sí se contempla para la primera ejecución formal del taller. La ejecución piloto de las experiencias buscó cumplir los objetivos planteados originalmente para el taller, pero por sobre todo, la depuración del material de apoyo, para su primera ejecución formal, iniciada en el segundo semestre de 2012. A continuación se describen a grandes rasgos las actividades de cada experiencia.

Experiencia 1: Esta experiencia consiste de la introducción al Taller, en la cual a los alumnos se les presentó tanto el kit de robótica Lego Mindstorms NXT, como el lenguaje y entorno de programación. Luego, en 60 minutos, los alumnos construyeron el primer robot a partir de las especificaciones del tutorial de construcción del Castor Bot [14].

Experiencia 2: En esta experiencia se presentaron los conceptos básicos de programación aplicados, tales como tipo de datos, estructuras repetitivas, selectivas, y funciones. También se presentaron las funciones básicas de los servomotores, y finalmente los estudiantes analizaron, modificaron y ejecutaron los códigos de ejemplos “Conceptos básicos de programación” provistos como material de estudio.

Experiencia 3: En esta experiencia se presentó a los estudiantes el sensor de luz y sus funciones básicas. Los alumnos analizaron y ejecutaron los algoritmos del robot seguidor de línea, y programaron aplicaciones para el robot alarma, según lo especificado en la guía de actividades.

Experiencia 4: En esta experiencia se presentaron las funciones básicas del sensor de ultrasonido, y sus aplicaciones. Luego los alumnos realizaron la guía de actividades, que consistía en programar un robot que encontrara la salida de un laberinto sencillo.

Experiencia 5: Esta experiencia consistió en incorporar los sensores de tacto y de sonido. Para esto, los alumnos construyeron el robot “Tribot”, ya que este modelo incluye todos los sensores del kit. Para esta experiencia se desarrolló un robot capaz de buscar objetos en su camino, utilizando los sensores de tacto, ultrasonido y luz. En la Tabla 3, se resumen las actividades por experiencia.

Unidad	Introducción al Taller de Robótica	Experiencia	01
Actividades	1. Presentación del kits lego Mindstorms NXT 2. Presentación del Entorno de programación Brick Command Center 3. Presentación del lenguaje de programación NXC 4. Construcción del robot. Modelo Castor Bot		
Unidad	Introducción al Taller de Robótica	Experiencia	02
Actividades	1. Conceptos de programación (estructuras selectivas, repetitivas y funciones) 2. Funciones básica de los servomotores 3. Guía de actividades: Programación de movimientos de los robots móviles		
Unidad	Introducción al Taller de Robótica	Experiencia	03
Actividades	1. Presentación de funciones básicas del sensor de luz 2. Revisión de códigos de ejemplo, seguidor de línea 3. Guía de actividades: Programación robot alarma		
Unidad	Introducción al Taller de Robótica	Experiencia	04
Actividades	1. Incorporación sensor ultrasonido en robot Castor Bot 2. Presentación de funciones básicas de sensor ultrasonido 3. Guía de actividades: Programación Robot laberinto		
Unidad	Introducción al Taller de Robótica	Experiencia	05
Actividades	1. Construcción del robot Tribot 2. Presentación de funciones de sensores de tacto y sonido 3. Guía de actividades: Programación robot busca objetos		

Tabla 3. Resumen de Unidades del Taller de Robótica

Evaluación del material pedagógico

Para medir para medir la calidad del material pedagógico se realizó una encuesta. Los datos recolectados se han tabulado y son presentados en la Tabla 4. La encuesta midió diferentes ítems relacionados con la calidad del material de apoyo pedagógico, consistente en el Tutorial de la unidad y Guía de Actividades. Los ítems tenían puntaje de 1 a 5, siendo 1 Muy malo, 2 Malo, 3 Mediano, 4 Bueno, y 5 Muy bueno, y fue completada por el total de alumnos participantes.

Como se aprecia, el ítem con menor puntuación fue “1- Las Imágenes o diagramas del tutorial son suficiente para explicar el contenido”.

	Tutorial de la unidad	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4	Exp. 5
1	Las imágenes o diagramas del tutorial son suficiente para explicar el contenido	4,5	4,7	4,6	4,8	4,7
2	Conceptos (¿Se explican los conceptos técnicos necesarios para el desarrollo de la experiencia?)	5,0	4,4	5,0	4,8	4,8
3	Los códigos de ejemplo, ayudan a aclarar el contenido teórico	4,8	4,6	4,9	5,0	4,6
4	Los tutoriales y guías de actividades tienen una estructura adecuada	4,8	4,3	4,8	4,9	5,0
5	En general, ¿El material utilizado se adecua a las necesidades y expectativas del alumno?	4,8	4,3	4,8	4,9	5,0
	Promedio Experiencia	4,7	4,5	4,7	4,9	4,9

Tabla 4. Medición de Calidad – Material de Estudio

Entre las observaciones que realizaron los estudiantes, están las de incluir más imágenes, ilustraciones, y videos explicativos, así como también más códigos o programas de ejemplo. Sin duda, esta retroalimentación es fundamental para mejorar el taller de robótica para próxima iteración.

Todos los ítems de los materiales pedagógicos fueron evaluados por los estudiantes con calificación superior a 4.0, lo que significa que han sido considerados de buena calidad.

Trabajo en Progreso: Ejecución Formal del Taller Descripción de la Actividad

La primera Ejecución Formal del Taller, correspondiente a la fase de Implementación dentro de proceso de desarrollo, se inició junto con el segundo semestre de 2012. Al igual que en el piloto, participaron alumnos de Fundamentos de Programación (FP) y Programación 1 (P1), también en modo opcional. La Tabla 5, muestra la cantidad de alumnos inscritos con respecto al total de alumnos de las asignaturas de programación, así como la cantidad de alumnos con asistencias altas (3 a 5 asistencias), medias (1 o 2 asistencias) y nulas, transcurridas 5 experiencias.



Asignatura	Alumnos Totales	Inscritos en Taller	Alta Asistencia	Asistencia Media	No Asiste
FP	24	12	5	5	2
PI	61	34	18	7	9

Tabla 5. Inscripción y Asistencia en Implementación del Taller.

La primera parte del taller ha sido también libre en cuanto a la asignación de Roles por Estilo de Aprendizaje, pero después del primer hito del Desafío serán encuestados y organizados según sus estilos.

Resultados Preliminares

Consistentemente con el proceso de desarrollo planteado, se han realizado actividades de validación del taller, clasificadas en tres tipos:

- Motivación de los Alumnos en el Taller, evaluada por encuesta antes del inicio y luego de transcurridas cinco experiencias del taller.
- Comparación de Evaluaciones, tomando como referencia el primer quiz de la asignatura de Programación, y comparando resultados de quienes asisten al taller con el promedio del curso.

La encuesta motivacional fue realizada sobre 16 alumnos de Programación 1, con 11 preguntas que arrojaron como resultados principales las siguientes afirmaciones:

- El 68,4% está “totalmente de acuerdo en recomendar el taller de robótica a sus compañeros y futuros alumnos de la carrera”.
- El 57,9% está “de acuerdo con que el taller potencia el trabajo en equipo y el traspaso de conocimiento de unos a otros”.
- El 89% dice estar “de acuerdo” o “muy de acuerdo” con que “Aprender programación en el taller de robótica le servirá para entender la materia del curso de Programación”.

Con respecto a las comparaciones de notas históricas del primer quiz de Programación 1, versus las notas logradas por quienes participaron del taller, los resultados sugieren que quienes tienen una alta asistencia al taller superan el promedio del curso, con un 5,1 versus un 4,7, en escala de 1 a 7. Esta conclusión debe ser manejada con prudencia, pues la motivación y buen rendimiento general que se observa en los alumnos con alta asistencia puede confundir el verdadero aporte del taller en la calificación.

Los resultados obtenidos son consistentes con la Revisión Sistemática de Literatura publicada en [8], en la que se consideran 34 estudios, de los cuales un 74% indica mejoras en la enseñanza de Programación a novatos usando Robots. Sin embargo, es necesario poner atención en el estudio más grande incluido en la Revisión [3], que considera más de 800 sujetos. Este estudio arrojó resultados negativos, es decir, no encontró evidencia de mejora en la enseñanza. La causa de esto, según los autores, fue la falta de uso de simuladores por parte de los alumnos, por lo que no podían ensayar en sus casas en forma previa a las experiencias con robots. En el Taller, si bien en las clases no se utilizan simuladores, algunos alumnos sí practican en ellos voluntariamente, por lo que en el futuro se realizará un seguimiento de esta actividad, para analizar su impacto real en los resultados.

CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

El diseño de un Taller de Robótica basado en Estilos de Aprendizaje para apoyar el aprendizaje de la Programación de Computadores plantea desafíos en cuatro puntos bien definidos: la estrategia para la ejecución y mejora continua del curso (iterativa-incremental), la confección de material de apoyo accesible y útil para alumnos con distintos estilos de aprendizaje preferente, el diseño de una dinámica de grupos de trabajo basada en estilos de aprendizaje, y la integración del taller con los contenidos de la asignatura. En este sentido, la aplicación piloto del taller ha permitido arrojar luz sobre tres de estas preocupaciones, permitiendo enriquecer el diseño y material original, y ajustar la integración con la asignatura. La primera ejecución formal en tanto ha permitido madurar los mecanismos de validación del taller, que permitirán responder si éste efectivamente ayuda a mejorar el aprendizaje de Programación de Computadores.

Los próximos pasos están orientados a continuar con la ejecución actual del taller, mejorando los mecanismos de validación, el material de apoyo, y preparando una nueva ejecución formal para el año siguiente.

Como restricciones a la actual instrumentación del taller, se reconoce que el apoyo a las asignaturas de programación está limitado por los conceptos que puedan abordarse con los lenguajes de programación de robots: hasta ahora, no se ha encontrado ningún lenguaje para Lego Mindstorms NXT que soporte de manera sencilla punteros, o gestión dinámica de memoria, que son temas abordados en las asignaturas. La investigación para el hallazgo o desarrollo de lenguajes con estas características es una actividad actualmente en curso, con miras a la ejecución formal del taller.

REFERENCIAS

- [1] J. Artal y J. Artacho. La Robótica como herramienta PBL en la enseñanza de la Electrónica en Ingeniería. Departamento Ingeniería Eléctrica, Universidad de Zaragoza. Zaragoza, España.
- [2] D. Ausbel, J. Novak, y H. Hanesian. Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo. México, Editorial Trillas. Fecha de publicación 1983.
- [3] B. Fagin. Measuring Effectiveness of Robots in Teaching Computer Science. Proceedings of SIGCSE 2003, pp307-311.
- [4] R. Felder y L. Silverman. Learning and teaching styles in engineering education. Institute for the Study of Advanced Development. North Carolina State University, 1988.
- [5] N. Figueroa, Z. Cataldi, P. Méndez, J. Zander, G. Costa, F. Salgueiro y F. Lage. Los estilos de aprendizaje y el desgranamiento universitario en carreras de informática. Facultad de Ingeniería Universidad de Buenos Aires. LIEMA - Laboratorio de Informática Educativa y Medios Audiovisuales.
- [6] J. González y J. Jiménez. La robótica como herramienta para la educación en ciencias e ingeniería. Revista Iberoamericana de Informática Educativa. Numero 10, Julio - Diciembre 2009, pp 31-36. Escuela de Ingeniería de Sistemas, Universidad Nacional de Colombia.



- [7] L. González, D. Jorquera y S. González. Estudio sobre la repitencia y deserción en la educación superior chilena. IE-SALC informes disponibles en www.iesalc.unesco.org.ve. Fecha de publicación Abril del 2005.
- [8] L. Major, T. Kyriacou, O.P. Brereton. Systematic Literature Review: Teaching Novices Programming Using Robots. Proceedings of EASE 2011, pp21-30.
- [9] S. Monsalves. Estudio sobre la utilidad de la robótica educativa desde la perspectiva del docente. Universidad Católica de la Santísima Concepción. Concepción, Chile. Revista de Pedagogía, Vol. 32, No 90. Caracas, Enero-Junio de 2011.
- [10] R. Muñoz, F. Pérez, y J. Meza. Encuesta realizada a los alumnos de cursaron INC102-Fundamentos de Programación. Ingeniería Civil en Informática, Universidad de Valparaíso. <https://docs.google.com/a/uv.cl/spreadsheet/viewform?formkey=dFNhaWtGaWFGZnZ4bG5BaUI0M253d0E6MQ#May-2012>.
- [11] R. Muñoz. Determinando las dificultades en el aprendizaje en las primeras asignaturas de programación en estudiantes de Ingeniería Civil en Informática. Agosto del 2012.
- [12] J. Oliver, R. Toledo, J. Pujol, J. Sorribes y E. Valderrama. Un ABP basado en la robótica para las ingenierías informáticas. Universidad Autónoma de Barcelona. Fecha de publicación julio de 2009.
- [13] J. Piaget. Psicología de la inteligencia. Rio de Janeiro. Zahar Editores. Fecha de publicación 1977.
- [14] Dave Parker. NXT Program - Proyectos educativos para Lego Mindstorms NXT. Web autor www.nxtprograms.com. Última visita 19 de julio del 2012.
- [15] S. Ramírez. Informática y teorías del aprendizaje. PixelBit Revista de medios y educación. Universitat de les Illes Balears, 1999.
- [16] J. Sánchez ,D. Gallego. Tesis Doctoral: Diagnostico y aplicación de los estilos de aprendizaje en los estudiantes del Bachillerato Internacional: Una propuesta pedagógica para la enseñanza eficaz de la robótica educativa. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid, 2011.
- [17] H. Urrutia, H. Bustos, M. Villalobos y E. Jaramillo. Aprendizaje de la programación mediante el uso de robot LEGO por alumnos de computación de la Universidad de Tarapacá. Escuela Universitaria de Ingeniería Industrial, Informática y de Sistemas Universidad de Tarapacá.
- [18] L. Vygotsky. La formación social de la mente. 2a ed. brasileira. Sao Paulo, Martins Fontes
- [19] IDE Bricx Command Center y Documentación NXC. <http://bricxcc.sourceforge.net/nxc/> Última visita 19 de julio del 2012
- [20] LEGO Mindstorms NXT. Página oficial www.mindstorms.lego.com Última visita 19 de julio del 2012
- [21] Proyecto internacional FIRST LEGO League. Página oficial en Chile <http://www.firstlegoleague.cl>. Última visita 28 de Julio del 2012
- [22] Plan de estudio de la carrera Ingeniería Civil en Informática de la Universidad de Valparaíso. Página oficial <http://portal.decom-uv.cl/> Última visita 28 de julio de 2012.
- [23] Programa de estudio de las asignaturas INC102 e INC112 de la carrera Ingeniería Civil en Informática de la Universidad de Valparaíso. Página <http://educnet.decom-uv.cl> Última visita 28 de julio de 2012.
- [24] Inducción Alumnos 2012. Escuela de Ingeniería civil en Informática de la Universidad de Valparaíso. Fecha de publicación Marzo del 2012. Página <http://www.decom-uv.cl/documentos/inducccionICI2012.html>