

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

**DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA E-LEARNING
PARA LA ORIENTACIÓN A OBJETOS UTILIZANDO
ESTILOS DE APRENDIZAJE DE VARK**

**TANIA ELIZABETH PIZARRO RUBILAR
FELIPE ANDRÉS SENTIS DÍAZ**

INFORME FINAL DEL PROYECTO
PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL EN INFORMÁTICA

DICIEMBRE, 2017

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Informática

DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA E-LEARNING PARA LA ORIENTACIÓN A OBJETOS UTILIZANDO ESTILOS DE APRENDIZAJE DE VARK

TANIA ELIZABETH PIZARRO RUBILAR
FELIPE ANDRÉS SENTIS DÍAZ

Profesor Guía: **Claudio Cubillos Figueroa**

Profesor Co-referente: **Rafael Mellado Silva**

Carrera: **Ingeniería Civil en Informática**

DICIEMBRE, 2017

Primeramente agradecemos a nuestros profesores guías, Claudio Cubillos y Rafael Mellado por estar con nosotros cada vez que teníamos alguna dificultad.

Agradecemos a nuestras familias por apoyarnos durante toda nuestra vida estudiantil y especialmente este último año que sin duda fueron un apoyo fundamental para superar el estrés en momentos difíciles.

A nuestros amigos que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos.

A todos los profesores y funcionarios de nuestra unidad académica que marcaron cada etapa de nuestro camino universitario.

Finalmente, agradecer la buena voluntad de todos los estudiantes que fueron partícipe de las pruebas realizadas.

Índice

Resumen	iv
Abstract	iv
Lista de figuras.....	v
Lista de tablas	vi
1 Introducción	1
2 El aprendizaje de la programación	3
2.1 Situación en estudio	3
2.2 Descripción del problema	3
2.2.1 Causas	4
2.2.2 Efectos.....	5
2.3 Justificación del proyecto.....	5
2.4 Definición de objetivos	6
2.4.1 Objetivo general.....	6
2.4.2 Objetivos específicos	6
2.5 Plan de trabajo	6
2.6 Estado del arte	7
2.6.1 Plataformas de aprendizaje adaptativo.....	8
2.6.1.1 E-Teacher	8
2.6.1.2 Protus	8
2.6.1.3 AdaptLearn.....	9
2.6.1.4 Geekie	10
2.6.2 Plataformas de aprendizaje de programación.....	10
2.6.2.1 iWeaver	11
2.6.2.2 CodinGame.....	11
2.6.2.3 Codeplace	12
2.6.3 Moodle	12
3 Marco teórico	14
3.1 Aprendizaje electrónico: e-Learning	14
3.1.1 E-Learning y educación	15
3.1.2 Plataformas e-Learning	15
3.2 Estilos de aprendizaje	16
3.2.1 Felder-Silverman	16

3.2.2	VARK	17
3.2.3	Honey-Alonso	18
3.3	Aprendizaje adaptativo	19
3.4	Sistemas de tutores inteligentes	20
3.4.1	Módulo del dominio	22
3.4.1.1	Objetos de aprendizaje	23
3.4.1.1.1	SCORM: Modelo de referencia de objetos compatibles de contenido	24
3.4.2	Módulo del tutor	25
3.4.3	Módulo del estudiante	25
3.4.4	Módulo educacional	26
3.5	Computación cognitiva	27
3.5.1	Agentes cognitivos	27
3.5.2	Agentes pedagógicos	27
3.5.3	Agentes BDI	28
4	Enfoque propuesto	29
4.1	Recursos y requerimientos para la implantación del sistema	29
4.1.1	Requerimientos funcionales	29
4.1.2	Requerimientos no funcionales	30
4.1.3	Recursos humanos	30
4.1.4	Recursos técnicos	30
4.1.5	Consideraciones adicionales	31
4.2	Metodología a utilizar	31
4.2.1	La nueva forma de enseñar	33
4.2.2	Perfiles de enseñanza	33
4.2.2.1	Cuestionario de perfiles de enseñanza	34
4.3	Herramienta de uso: MAGLE	36
4.4	Desarrollo del material	38
4.5	Especificación del material pedagógico	39
4.5.1	Material expositivo	40
4.5.1.1	Perfil narrativo	40
4.5.1.2	Perfil pseudocódigo	41
4.5.1.3	Perfil código	42
4.5.2	Puntos de control de atención	43
4.5.3	Ejercitación	44

4.6	Revisión del aprendizaje	44
4.6.1	Pre-Test	45
4.6.2	Post-Test.....	46
5	Plan de diseño de actividades	48
5.1	Diseño del experimento	48
5.1.1	Indicadores de logros	48
5.2	Pruebas a realizar.....	49
6	Resultados.....	51
6.1	Primeras pruebas realizadas	51
6.2	Tercera prueba realizada: cambios en el contenido	53
6.3	Cuarta prueba realizada.....	56
6.4	Análisis de la metodología a través de la plataforma	62
7	Conclusión	64
8	Referencias.....	66
	Anexos.....	70
A.	: Plantilla de Contenidos – Herencia	70
B.	: Cuestionario de Estilos de Aprendizaje.....	79
C.	: Programas de Asignaturas de Orientación a Objetos	81

Resumen

Las metodologías de enseñanza y el aprendizaje adaptativo son los temas más importantes al momento de hablar sobre el proceso de aprendizaje de cada estudiante. Con el tiempo los avances de la tecnología han traído la oportunidad de mejorar este aprendizaje al volverlo más accesible y cómodo para los alumnos, sin embargo, el problema persiste en las aulas de clase desde el punto de vista de los docentes. En el ámbito universitario el problema radica en la imposibilidad de ayudar a cada uno de los estudiantes con sus inquietudes o aspectos del material pedagógico que no comprendan.

El objetivo de este proyecto es evaluar el efecto en los resultados de la aplicación de un post-test en estudiantes al momento de combinar estilos de aprendizaje con material adaptativo utilizando una plataforma *e-learning* adaptativa. Los participantes son estudiantes de ingeniería que estudian asignaturas que tengan programación orientada a objetos en lenguaje Java y son diferenciados en tres perfiles mediante la modificación de un test basado en el modelo de VARK. Durante las primeras pruebas se ha evaluado contenido relacionado con herencia de clases, los cuales entregaron resultados positivos en cuatro oportunidades diferentes en los test estadísticos chi-cuadrado y dócimas de hipótesis donde los estudiantes afirman que su proceso de aprendizaje mejoró gracias a la utilización de material didáctico adaptativo.

Palabras Clave: programación orientada a objetos, e-learning, estilos de aprendizaje, VARK, metodologías de enseñanza, material de enseñanza, aprendizaje adaptativo, lenguaje Java.

Abstract

Learning material and adaptive learning are the most important topics when we talk about the learning process of every student. Currently, the biggest problem is that it is not possible for university teachers to help each and every student with every minor problem they have or aspect of the teaching material they do not understand. The aim of this work is propose an adaptive e-learning platform that has three different teaching proposals. The participants are engineering students who are studying subjects of object-oriented programming in Java language and are differentiated with a profile test based on the works of Neil D. Fleming. The subject of inheritance has already been tested in four opportunities showing positive results in chi-square and hypothesis test, where students sustain that their learning process was improved thanks to personalized teaching material.

Keywords: object-oriented programming, e-learning, learning styles, VARK, teaching methodologies, teaching material, adaptive learning, Java language.

Lista de figuras

Figura 3. 1 Campos relacionados al e-learning por [ALMazroui, 2013].....	15
Figura 3. 2 Modelo de un sistema de tutor inteligente por [Jiménez, 2006].	22
Figura 3. 3 Esquema de un ITS con sus módulos principales por [Cataldi y Lage, 2009].....	26
Figura 4. 1 Proceso del aprendizaje.	32
Figura 4. 2 MAGLE como base para distintos estilos de aprendizaje.	36
Figura 4. 3 Componentes de MAGLE.	37
Figura 4. 4 Etapas disponibles para el usuario dentro de MAGLE.	38
Figura 4. 5 Visualización de las preguntas al realizar el posttest en MAGLE.	38
Figura 4. 6 Etapas de presentación de tema a evaluar.....	39
Figura 4. 7 Especificación del material pedagógico.	40
Figura 4. 8 Material expositivo en perfil narrativo, parte 1.....	41
Figura 4. 9 Material expositivo en perfil narrativo, parte 2.....	41
Figura 4. 10 Material expositivo en perfil pseudocódigo, parte 1.	41
Figura 4. 11 Material expositivo en perfil pseudocódigo, parte 2.	42
Figura 4. 12 Material expositivo en perfil código, parte 1.....	42
Figura 4. 13 Material expositivo en perfil código, parte 2.....	43
Figura 4. 14 Control evaluativo, parte 1.....	44
Figura 4. 15 Control evaluativo, parte 2.....	44
Figura 6. 1 Resultados del término de la actividad durante el primero de septiembre.	51
Figura 6. 2 Usuarios clasificados para la plataforma en los distintos perfiles.	53
Figura 6. 3 Usuarios clasificados para la plataforma en la tercera aplicación.....	54
Figura 6. 4 Rendimiento de los estudiantes al término de la actividad.	58
Figura 6. 5 Estudiantes que presentan buen rendimiento.	59
Figura 6. 6 Estudiantes que presentan bajo/mal rendimiento.	60

Lista de tablas

Tabla 3. 1 Tipos de Conocimientos según [Millán, 2000].	23
Tabla 4. 1 Asignación de categorías para perfiles según VARK.	35
Tabla 4. 2 Objetivos de aprendizaje para la primera parte de herencia.	45
Tabla 4. 3 Evaluación pre-test: ejemplos de preguntas por objetivo.	46
Tabla 4. 4 Evaluación posttest: ejemplos de preguntas por objetivo.	47
Tabla 5. 1 Programación de pruebas de la metodología.	50
Tabla 6. 1 Resultados del estadístico de prueba y chi-cuadrado (valor p) durante la tercera prueba.	54
Tabla 6. 2 Media aritmética, desviación estándar y comparación porcentual de las respuestas correctas obtenidas durante la tercera prueba.	55
Tabla 6. 3 Resultados del estadístico de prueba y chi-cuadrado (valor p) durante la cuarta prueba.	56
Tabla 6. 4 Cantidad de estudiantes clasificados en los perfiles NPSC.	56
Tabla 6. 5 Media aritmética, desviación estándar y comparación porcentual de las respuestas correctas obtenidas durante la cuarta prueba.	57
Tabla 6. 6 Consideraciones para la clasificación del rendimiento del estudiante	58
Tabla 6. 7 Resultados de las preguntas de pretest y posttest según su objetivo de aprendizaje.	60
Tabla 6. 8 Resultados en pregunta siete del posttest.	61
Tabla 6. 9 Resultados en las distintas preguntas del objetivo de aprendizaje tres.	61

1 Introducción

El aprendizaje es un pilar fundamental en el crecimiento y desarrollo de los seres vivos, ya que a través de este proceso es cómo se adquieren nuevos conocimientos. Usualmente, el aprender se asocia inmediatamente a un aula de clases donde un maestro enseña los conocimientos que este domina a un grupo de estudiantes; sin embargo, este es un concepto que ha ido cambiando paulatinamente. Las nuevas generaciones ya no disponen únicamente de lo propuesto por los maestros, sino también de los recursos que se encuentran en línea.

Las metodologías de aprendizaje han cambiado debido al hecho de que todos perciben y adquieren los conocimientos de manera distinta. Suponga un cuarto en el que se encuentren diez personas, cada uno de ellos tienen preferencias hacia estrategias específicas que les son de mayor facilidad para comprender y darle un sentido a la nueva información; son preferencias que se relacionan con sus formas de recopilar, interpretar, organizar y pensar. Por ejemplo, unos prefieren hacerlo en grupos, otros individualmente, algunos optan por la experimentación y otros requieren asesoría.

Llegados a este punto, las clases expositivas han comenzado a quedar en deuda con el modo en que se enseña a los estudiantes. El bajo desempeño de los alumnos debido a la sensación de desconocimiento de lo que se está estudiando no hace más que agravar esta situación. Considerando este escenario, la creciente demanda de nuevas tecnologías llegó como apoyo para el maestro al momento de enseñar; incentivando al desarrollo de soluciones tecnológicas para acceder vía internet a ofertas de aprendizaje en línea o herramientas que den soporte a lo que se estudia durante las clases. Las tecnologías en línea permiten entregar material pedagógico en el lugar y en el momento que el estudiante lo requiera, convirtiéndola de este modo en una de las vías más útiles para que los estudiantes se mantengan interesados.

A pesar de las facilidades que otorgan los programas de aprendizaje en línea, uno de los problemas que debe enfrentar es el creciente índice de ‘deserción’ de estudiantes antes de dar término al proceso de aprendizaje; por lo tanto, este tipo de aprendizaje aún no ha entregado resultados comparables con los logros del aprendizaje presencial. Motivos hay muchos, entre ellos, el contenido que les presentan para estudiar se les hace muy difícil y eso los desmotiva a seguir estudiando porque no logran entender lo que les enseñan; o, por el contrario, la forma en que se presenta el material de estudio se les hace muy fácil y como no representa una dificultad se asume como obvio y por tanto es dejado a un lado. Tomando en consideración lo expuesto, se llegó a la decisión de crear material de enseñanza adaptativo que permita a los estudiantes ejercitar y complementar el conocimiento adquirido en clases.

Si bien existen múltiples servicios orientados a la enseñanza a través de internet, lo que se está proponiendo aquí es una herramienta enfocada principalmente al aprendizaje de programación orientada a objetos. El origen de esta idea surge por el bajo rendimiento académico durante los últimos semestres en cursos de Programación Avanzada y Programación Orientada a Objetos de la Escuela de Ingeniería en Informática de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso; el contenido que se abarca en estas asignaturas va desde conocimientos sobre transformación de datos hasta encapsulamiento. Considerando los patrones conductuales de los alumnos a través de encuestas sobre su comprensión de la materia, y las diferencias intelectuales que estos poseen, se busca construir un camino que se

ajuste a los distintos estilos de aprendizaje para captar el interés del alumno y potenciar su conocimiento. El estudio provee como contribución una propuesta de una plataforma adaptativa electrónica, una adaptación del modelo *VARK* en el ámbito ingenieril y material pedagógico de programación orientada a objetos basada en el modelo adaptado.

El contenido del documento contempla un estudio del estado del arte y trabajos relacionados con el aprendizaje en programación, considerando áreas como el aprendizaje electrónico y tutores inteligentes. Luego se centra en la problemática de “las dificultades del aprendizaje de programación”, qué soluciones se han elaborado hasta el momento y cómo se planea adaptar esto al contexto de aprendizaje de orientación a objetos. La última sección del informe muestra el plan a seguir a partir de la propuesta diseñada para abordar el problema, y la discusión de las ideas a futuro.

2 El aprendizaje de la programación

Una de las ventajas con las que contamos actualmente en el siglo XXI es la cantidad de ideas innovadoras que surgen en distintas áreas. Últimamente han aumentado los intentos de creación de espacios para fomentar el aprendizaje; específicamente en la metodología utilizada o las vías/medios de enseñanza. Independiente del sector, muchos de estos sitios buscan ofrecer una herramienta de perfeccionamiento profesional permanentemente accesible de bajo coste. No obstante, el ámbito académico se ha enfocado hacia la búsqueda y aplicación de modelos y métodos educativos más eficaces para profesores y alumnos.

No es de extrañar que cada vez aparezcan más cursos de automatización (entendiéndolo como la transformación del medio que se utiliza para enseñar) de las asignaturas que se dictan, pues están experimentando un proceso de innovación tecnológica y metodológica [Fernández-Pampillón, 2009]. La sociedad actual ha comenzado a adaptarse a las condiciones que predispone la tecnología desarrollada, buscando soluciones que se acomode a los nuevos usuarios. Por ello, la importancia de los avances en áreas de educación recae en acostumbrar a las personas desde el inicio a las nuevas metodologías y entornos, ya que en caso de detectar un problema, comience a tratarse desde la raíz con propuestas innovadoras.

2.1 Situación en estudio

Las universidades son la cuna de los proyectos de innovación, los académicos proponen constantemente soluciones para enfrentar problemas mediante diferentes proyectos generando así conocimientos científicos y formando personal calificado. No obstante, son pocos los estudiantes que se sienten atraídos a participar en este tipo de actividades. Aún si cuentan con un espíritu emprendedor, su interés es otro: estudiar para el siguiente certamen y aprobar la asignatura. Entre las prioridades universitarias destaca el pensamiento “aprobar el ramo a cualquier costo”, sobre todo cuando las clases lectivas dictadas por el profesor no son lo suficiente para ellos, lo que se ve reflejado en las bajas calificaciones que obtienen.

Si un estudiante no comprende lo que se le enseña durante las clases presenciales con su profesor, ¿el problema es de él o del docente que imparte la asignatura? ¿Cómo esperar que tenga buenos resultados si no puede seguir el ritmo del profesor?

2.2 Descripción del problema

Uno de los modelos que se utiliza actualmente para fomentar el aprendizaje en línea y mantener el contacto entre alumno-profesor es el uso de entornos de aprendizaje dinámico orientado a objetos y modular, que en el caso de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (lugar de trabajo en esta propuesta) es el aula virtual. Sin embargo, este espacio solo permite determinadas actividades y es mayormente utilizada como una vía de comunicación más que un espacio de reforzamiento. Sin duda el aula virtual es una herramienta muy potente y compleja, sobre todo por los beneficios entregados por *Moodle* -la estructura base que utilizan las universidades para trabajar-; como la realización de cuestionarios, encuestas, controles, foros, entre otros, pero requiere demasiado tiempo aprender a utilizar y adaptar la plataforma para lo que el docente/ayudante necesita evaluar.

Además, la herramienta exige la intervención del encargado de la actividad para su respectiva corrección y *feedback* al alumno.

Pensar en todos los cambios tecnológicos y beneficios proporcionados por este tipo de plataformas, hace inevitable pensar si por el lado de los estudiantes existe algún interés por conocer su funcionamiento o estructura interna. La programación dentro de las carreras de ingeniería ha causado un impacto durante los últimos años que no pasa desapercibido. El conocimiento informático se ha vuelto una necesidad para estas carreras por lo que incrementar las horas en las que se imparten asignaturas como estas se ha vuelto común. Así también lo ha hecho la dificultad que los estudiantes presentan al momento de aprender cómo funciona la mecánica de los algoritmos y la programación en sí. En reuniones con ayudantes de asignaturas de programación, cada semestre se da cuenta de que los alumnos presentan problemas para comprender la aplicación de los contenidos de lenguajes de programación, y a pesar de los esfuerzos que se llevan a cabo para facilitar su comprensión, no se logra dar con resultados alentadores.

Los sujetos de estudio para este problema son estudiantes que cursan asignaturas de programación orientada a objetos en carreras de ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Los programas de las asignaturas abarcan áreas desde la transformación de datos hasta los tipos de encapsulamiento y patrones de diseño. A pesar del amplio contenido de estudio, este informe se enfoca en la sección de relaciones, que contempla composición de objetos, herencia, clases abstractas, polimorfismo e interfaces.

2.2.1 Causas

El problema de la comprensión de contenidos se puede explicar mediante varias hipótesis: los estudiantes se sienten presionados por asuntos externos que no les permiten concentrarse en clases, el alumno no logra seguirle el paso a los profesores durante las clases, el profesor en cuestión no se da a entender de una buena manera (o en palabra de sus alumnos “es malo para enseñar”), etc. Si se analiza objetivamente la situación, el problema radica en que el profesor no da abasto para la cantidad de personas a las que debe enseñar. Éste dicta la clase en la forma en que le resulta más cómodo explicar, lo cual puede no coincidir con el pensamiento de quienes asisten a sus clases. Todos pensamos y comprendemos las cosas de manera diferente, por lo que “imponer” una forma de comprender los contenidos no es la vía más prudente para que todos estudien y presenten resultados -positivos- por igual. No logran sacar provecho de las horas designadas por las unidades académicas porque su forma de aprender no calza con la que está enseñando el profesor.

En más de una ocasión se han efectuado encuestas de evaluación de ayudantes y profesores, e instancias en las que se comparten las opiniones de los alumnos con centros de estudiantes para dar a conocer su inquietud respecto de las asignaturas. La gran mayoría se acompleja porque no comprende lo que explica el profesor, recurriendo así a otras vías para estudiar (videos en YouTube, libros, clases particulares, entre otros); y a esto le acompaña el pensamiento y las actitudes de ambas partes. Por un lado, hay profesores que son firmes en su ideal de que el alumno debe ser más proactivo respecto a sus estudios. Por otro, el alumno con su actitud negativa y reacio a poner de su parte para entender lo que está ocurriendo.

2.2.2 Efectos

Que una persona no se sienta cómoda en su ambiente laboral, es un factor que a largo plazo perjudica su comportamiento y desempeño en el trabajo. Debe existir un ambiente en el que ambos personajes se sientan cómodos con lo que está pasando.

Centrándonos en el público objetivo de este problema, durante los últimos semestres los alumnos de la asignatura programación avanzada, por ejemplo, han presentado dificultades respecto a la comprensión de los contenidos, lo que se ve reflejado en sus evaluaciones y el proyecto que deben desarrollar a lo largo de la asignatura. Así pues, constantemente se busca el modo adecuado para dar a entender la materia en los horarios de ayudantía de cátedra, para que así al menos una parte del curso presente mejoras en su desempeño. Entre las técnicas recientes se encuentra la realización de pre-entregas, previo a cada entrega formal del proyecto solicitado por el docente a cargo. La estrategia demostró un aumento en las evaluaciones realizadas, sin embargo, continuaban presentando los mismos problemas de aprendizaje y comprensión de los contenidos en cuestión.

Analizando los hechos, se evidenció que si bien un aumento en las notas de los alumnos trae un beneficio para ellos, ya que se motivaban a preguntar de manera regular y así potenciar su curva del conocimiento, no era una solución concreta al problema del aprendizaje, sino una forma de forzarlos a comprender los contenidos ya que tenían una obligación con la asignatura. Es por aquellos motivos que se busca el desarrollo de una herramienta capaz de atacar las dificultades de aprendizaje que traen arraigados los estudiantes, ya sea desde pequeños, de cursos previos y por las mismas limitaciones comentadas de los espacios virtuales proporcionados por la universidad.

2.3 Justificación del proyecto

En carreras de ingeniería la importancia de la programación es evidente, sobre todo por el pensamiento sistémico y la resolución de problemas que fomenta. Todos los semestres se realizan encuestas de evaluación docente y ayudantes para recopilar las opiniones y comentarios que tienen los alumnos respecto de las asignaturas que cursaron los últimos meses. Las respuestas de estas encuestas y en sesiones de asambleas de la carrera, los mismos estudiantes hacen énfasis en lo importante que es aprender a programar y solucionar los problemas de forma modular, y hacen aún más hincapié en que no se sienten capaces de entender lo que ocurre en las clases y su pobre desempeño en las evaluaciones. Independiente de si el problema radica en el profesor o en los alumnos, el método tradicional para enseñar programación ya no produce el mismo efecto que antes.

La propuesta de nuevos recursos de aprendizaje para la enseñanza de la programación, específicamente en la orientación a objetos, es una oportunidad que debe utilizarse ahora, cuando existe el deseo de producir un cambio y el apoyo de externos para trabajar en determinadas plataformas. En la asistencia técnica de la Escuela de Ingeniería Informática existen proyectos que trabajaron con propuestas similares sobre la enseñanza a personas con distintos perfiles de aprendizaje, y por parte del equipo de trabajo, existe la disposición de ayudar a los alumnos que cursan actualmente las asignaturas. Además, la experiencia como

ayudantes facilita la cercanía con los alumnos y la comprensión sobre qué tópicos son los que presentan mayores dificultades.

2.4 Definición de objetivos

A continuación, se presentan los objetivos principales del proyecto, así como objetivos detallados contextualizados al dominio del problema.

2.4.1 Objetivo general

El objetivo principal de este proyecto es desarrollar una plataforma *e-learning* para apoyar a los estudiantes respecto a sus conocimientos de la POO utilizando los estilos de aprendizaje de *VARK*, tomando en cuenta las características y patrones que presentan al desarrollar ejercicios.

2.4.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos están orientados al contexto del problema y van directamente relacionados con los requisitos de este:

- Desarrollar un *test* en la plataforma *e-learning* que clasifique a los estudiantes de acuerdo a las características que presentan en uno de los tres estilos de aprendizaje diseñados.
- Implementar en la plataforma *e-learning*, *MAGLE*, las distintas propuestas de contenido a partir de los estilos de aprendizaje de *VARK* adaptados para su uso con estudiantes de ingeniería.
- Validar el uso de la herramienta y material desarrollado mediante pruebas con usuarios en las instalaciones de la Escuela de Informática.
- Realizar un análisis estadístico de los resultados obtenidos en los ensayos realizados con la plataforma.

2.5 Plan de trabajo

En primer lugar se realizó el estado del arte, entregando un marco general de cuan acabado e investigado se encontraba el tema. En segundo lugar se investigaron distintas propuestas metodológicas de desarrollo y se decide utilizar una metodología de prototipos como una apuesta ideal para el desarrollo de contenido. Los requisitos eran cambiantes según cada entregable por lo que se realizan entregas parciales y regulares del producto final, priorizadas por el beneficio que aportan al receptor del proyecto, es decir, los estudiantes que utilizan la plataforma. El factor tiempo disponible fue uno de los ejes fundamentales en la utilización de la metodología, donde la innovación, competitividad, flexibilidad y productividad fueron fundamentales. La tabla presentada a continuación muestra cómo se llevó a cabo la creación, evaluación y correcciones del contenido, indicado en los numerales uno al cinco. Posteriormente se presenta la duración y público asociado a cada una de las pruebas efectuadas.

N°	Etapas	Recursos	Fecha Inicio	Fecha Termino
1	Creación de contenido pedagógico	Tania Pizarro, Felipe Sentis	Julio de 2017	Octubre de 2017
2	Evaluación de contenido	Claudio Cubillos, Rafael Mellado	Julio de 2017	Octubre de 2017
3	Correcciones del contenido	Tania Pizarro, Felipe Sentis	Julio de 2017	Noviembre de 2017
4	Aprobación del contenido	Claudio Cubillos, Rafael Mellado	Julio de 2017	Octubre de 2017
5	Carga de contenidos en plataforma	Tania Pizarro, Felipe Sentis	Julio de 2017	Noviembre de 2017
6	Prueba 1 del contenido	Estudiantes Ingeniería de Ejecución Informática	Viernes 01 de Septiembre de 2017	Viernes 01 de Septiembre de 2017
7	Prueba 2 del contenido	Estudiantes Ingeniería de Ejecución Informática	Lunes 11 de Septiembre de 2017	Lunes 11 de Septiembre de 2017
8	Prueba 3 del contenido	Estudiantes de Ingeniería Civil Industrial	Jueves 19 de Octubre de 2017	Viernes 20 de Octubre de 2017
9	Prueba 4 del contenido	Estudiantes de Ingeniería Civil Industrial	Miércoles 15 de Noviembre de 2017	Jueves 16 de Noviembre de 2017

2.6 Estado del arte

Durante los últimos años se ha invertido un gran esfuerzo en la elaboración de espacios que permitan una mejora en el aprendizaje-enseñanza de contenidos a los alumnos. Estas plataformas educativas se han transformado en función de los avances tecnológicos que ha sufrido la sociedad, entregando así un nuevo soporte a la enseñanza. Actualmente existen diversos sitios que abordan la enseñanza de contenidos desde edades muy tempranas (desde los ocho años aproximadamente) hasta adultos que se encuentran trabajando y demuestran interés por nuevos conocimientos.

El contenido que se presenta a continuación describe una serie de plataformas que se utilizan para el aprendizaje, no solo de programación (que es el enfoque de estudio aquí presente), sino también de otras áreas. Además, algunas de estas presentan características que

resultan atractivas para el usuario, como lo es la adaptabilidad del material para quién esté utilizando la plataforma. Cada uno de los trabajos presentes posee características únicas que los hacen destacables dentro de su área, y por lo mismo, ser una fuente de inspiración para otros trabajos sobre plataformas de aprendizaje (de programación o no).

2.6.1 Plataformas de aprendizaje adaptativo

El aprendizaje adaptativo está cambiando la forma de educar y aprender. Se presenta como una plataforma *online* en la que los alumnos se desempeñan utilizando como medio los computadores para una enseñanza interactiva. Se trata de una tendencia que poco a poco incursiona en las aulas a través de plataformas *online*, el sistema que se encuentra detrás adapta la presentación del material de acuerdo a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes, obtenido a través de respuestas a preguntas, tareas y experiencias. A continuación, se presentan algunas plataformas *e-learning* adaptativas que se utilizan hoy en día en el campo educativo.

2.6.1.1 E-Teacher

E-Teacher es un agente que ofrece recomendaciones personalizadas a los estudiantes en función de su perfil y de su rendimiento, a través de un curso basado en la web. Lo primero que realiza el sistema es construir un perfil para el estudiante, que es donde se define su estilo de aprendizaje. A partir de ahí, se comienza a clasificar a los usuarios de acuerdo con las formas en que se reciben y procesan la información.

Para su funcionamiento utiliza un modelo bayesiano, encargado de identificar los estilos de aprendizaje a partir de las conductas que tengan en la plataforma, tales como el tipo de material de lectura, la cantidad de ejercicios realizados, y su participación en los foros; además de incluir parámetros de desempeño mediante los ejercicios que realizó correctamente, si finalizó los cursos, etc. Las redes bayesianas son de utilidad pues permiten a *E-Teacher* modelar la información e inferir su estilo de aprendizaje a partir de lo realizado. Por ejemplo, si un estudiante participa en los foros, puede inferir que el estudiante procesa la información de manera activa y no reflexiva [Jensen, 2001].

Muchas de las variables utilizadas en el sitio representan diferentes dimensiones de los estilos de aprendizaje de Felder & Silverman y los comportamientos que determinan cada una de estas dimensiones. Estos comportamientos se extraen de las interacciones entre el estudiante y el sistema de *e-learning*. *E-Teacher* aplica anotación de enlaces, generación de enlaces y también la orientación directa [Schiaffino et al., 2008]. Además, es capaz de hacer recomendaciones, y frente a ellas el estudiante puede proporcionar retroalimentación explícita al agente dentro de una serie de opciones, tales como repetir recomendación, aceptar o rechazar.

2.6.1.2 Protus

Protus (Programming Tutoring System) es un sistema tutorial diseñado para ayudar a los estudiantes a aprender los tópicos esenciales de lenguajes de programación, que se puede adaptar automáticamente a los intereses y nivel de conocimiento de los estudiantes. El principal objetivo de *Protus* es recomendar material interesante y útil para los estudiantes

basado en conocimientos previos, preferencias, propósitos de aprendizaje y otros atributos significativos del alumno.

Para identificar el estilo de aprendizaje del alumno se utiliza un instrumento de recolección de datos denominado *Index of Learning Styles (ILS)* que consiste en cuarenta y cuatro preguntas de opción múltiple a libre disposición, que evalúa las preferencias individuales de estilo de aprendizaje a través de las cuatro dimensiones del modelo Felder & Silverman.

El sistema es capaz de reconocer diferentes patrones de estilos de aprendizaje y hábitos de los estudiantes a través de pruebas sobre estilos de aprendizaje y analizando los datos del servidor. En primer lugar, procesa grupos de alumnos basados en los estilos de aprendizaje. Después analiza los hábitos e intereses de los alumnos a través de la medición de secuencias frecuentes mediante el algoritmo *AprioriAll*. Y por último, de acuerdo a la calificación de las secuencias frecuentes, el sistema completa la recomendación personalizada de los contenidos de aprendizaje.

Otra característica es que *Protus* utiliza reglas de extracción y asociación de patrones secuenciales para recomendar el material de aprendizaje basado en las páginas visitadas y los resultados de las pruebas. Además, su estructura está basada en la de un sistema de tutor inteligente, por lo que consta de módulos funcionales como el módulo de dominio, modelo de estudiante, módulo de aplicación, módulo de adaptación y sesión de monitor. Al final de cada sesión, todas las preferencias de los estudiantes son registradas en el modelo de estudiante [Klašnja-Milićević et al., 2011].

2.6.1.3 AdaptLearn

AdaptLearn es un sistema adaptativo de *e-learning*, el cual considera como factores para la adaptación el nivel de conocimientos y el estilo de aprendizaje del mismo. Al igual que la plataforma anterior (véase capítulo 2.6.1.2), está inspirado en un sistema de tutor inteligente por lo que sus componentes principales son el modelo de dominio, modelo del estudiante y modelo de adaptación.

- El modelo de dominio está estructurado como una red jerárquica donde se almacenan elementos de conocimiento relacionadas con el dominio de aplicación.
- El modelo del estudiante incorpora el nivel de conocimientos del alumno y también su estilo de aprendizaje, para así poder generar la adaptación a partir de estos dos factores.
- El modelo de adaptación tiene por objetivo recomendar material de estudio relevante para los estudiantes, y para lograr esto se utiliza la información almacenada tanto en el modelo de estudiante como en el modelo de dominio.

Los conocimientos previos que posee el estudiante se identifican a través de una prueba previa basada en la interacción que tiene el estudiante con el sistema, sobre todo a través de artículos de prueba asociadas a elementos de conocimiento. El estilo de aprendizaje se inicializa mediante el uso del cuestionario *ILS* utilizado para determinar el estilo de aprendizaje bajo el modelo de Felder & Silverman.

Los métodos de adaptación que utiliza son la orientación directa, que se encarga de guiar a los alumnos mientras progresan en su proceso de aprendizaje; ocultamiento o eliminación de enlaces que dirigen a contenidos que el alumno aún no está preparado para estudiar; y también utiliza la generación de enlaces hacia elementos de conocimientos que sean más relevantes [Alshammari et al., 2015].

2.6.1.4 Geekie

Geekie es una plataforma de aprendizaje adaptativo brasileña que ha tomado gran importancia en América Latina este último tiempo. Esta plataforma utiliza como uno de sus pilares fundamentales las pruebas ENEM (*Exame Nacional do Ensino Médio*, Examen Nacional de Enseñanza Media), y Vestibular, ambas usadas como exámenes de ingreso para la educación superior. Al estar alineada con estos exámenes permite predecir el resultado en la prueba con bastante anticipación, lo cual entrega al alumno un diagnóstico temprano de sus puntos débiles y para practicar a un ritmo personalizado [Geekie].

Una de las áreas más completas es *Geekie Lab* pues ofrece tanto la posibilidad de realizar diagnóstico como adaptabilidad de sus contenidos. Éste sector se encarga de todo lo referente a la educación, identificando así las necesidades de cada uno de los alumnos y generando planes de estudios personalizados acorde a su estilo de aprendizaje; de cierto modo realiza un FODA de sus estudiantes para saber en qué están fallando y qué contenidos son los que manejan mejor. El contenido de estas planificaciones personalizadas son tareas con distintos tipos de materiales para ayudarlos a mejorar su desempeño, tales como clases en diversos formatos, ejercicios y tutoriales.

Para hacer posible esta adaptación al estilo del alumno la plataforma cuenta con una combinación de algoritmos basados en inteligencia artificial, modelos de teoría de respuesta al ítem (*ITR*), modelos gráficos probabilísticos y el uso del efecto de red. A través de los algoritmos *IRT* es posible aportar información sobre el estado de las respuestas y las debilidades/fortalezas del alumno; los gráficos probabilísticos permiten predecir los pre-requisitos de una debilidad concreta; y el efecto de red ayuda a que la información recolectada por cada persona no solo le beneficie a él, sino a todos los que están en la plataforma y poseen condiciones similares. Resultado de este trabajo en conjunto, *Geekie* es capaz de presentar datos referentes a todo el proceso de aprendizaje de la forma en que más se acomode tanto a alumnos como profesores. Teniendo ya la información se pueden emplear diversas estrategias, por ejemplo, el profesor puede optar no solo que los alumnos tengan su plan de estudios, sino proponer ejercicios de mayor dificultad, sugerir contenidos adicionales o que alumnos más avanzados ayuden a aquellos que tienen problemas [Innovadores de Brasil].

2.6.2 Plataformas de aprendizaje de programación

Durante los últimos 3 años al interior de la Escuela de Informática han aumentado los cursos extra-programáticos para enseñar a alumnos de enseñanza media a programar. Si bien éstas consisten en conocimientos básicos, poco a poco esta habilidad ha comenzado a considerarse como algo imprescindible dentro de la educación; y sobre todo para aquellos que buscan enfrentarse a carreras del área de ingeniería. Gracias a los avances de la tecnología, aprender a programar se ha vuelto accesible para quienes están interesados, mediante la disponibilidad de sitios web que ofrecen cursos de programación. A continuación, se presentan

una lista de plataformas que proporcionan conocimientos de programación con distintos lenguajes y enfoques; de todos estos, solo *iWeaver* presenta un trabajo conjunto a la asignación de perfiles de aprendizaje para que el estudiante aprenda de acuerdo a sus características.

2.6.2.1 *iWeaver*

iWeaver es un entorno interactivo de aprendizaje adaptativo basado en web que tiene por objetivo proporcionar un entorno personalizado a estilos de aprendizaje específicos, encargado de enseñar el lenguaje de programación Java. Para lograr la adaptabilidad *iWeaver* asigna estilos de comunicación a estilos de aprendizaje, el cual puede ir cambiando según el comportamiento del alumno [Wolf, 2007].

Para el funcionamiento del sistema se utiliza la técnica de escondite de enlaces para disminuir la importancia a determinados contenidos, y la orientación directa. También posee clasificación u ordenamiento de enlaces y adaptación a nivel de formato multimedia [Alshammari et al., 2014]. En cuanto al estilo de aprendizaje, está basado en el modelo de Dunn & Dunn. Los usuarios al entrar por primera vez en *iWeaver* deben completar un formulario estandarizado denominado “*Building Excellence Inventory*®” [Rundle y Dunn, 2000], con el cual se evalúa su estilo inicial de aprendizaje y crea un perfil con 188 preguntas de opción múltiple de acuerdo con el modelo Dunn & Dunn. Cabe destacar que no considera otros factores tales como los conocimientos previos u objetivos personales de aprendizaje. Luego se entrega una serie de recomendaciones personalizada y variantes de contenidos de aprendizaje -representando la mitad de las experiencias disponibles-, reduciendo la carga cognitiva y la tentación de abarcar todo el material.

El contenido se presenta mediante módulos, donde cada uno está subdividido en unidades. Luego de cada módulo el alumno debe evaluar su impresión sobre el avance en el aprendizaje y sobre su satisfacción general en la plataforma. En cuanto a la presentación, los medios utilizados consisten en: texto visual, imágenes visuales, imágenes mentales y kinestésica táctil.

El texto visual, atiende a los alumnos que se acuerdan mejor del material si es que lo leen. Un ejemplo de esto es enriquecer el formato del texto como destacar conceptos clave en secciones de código. La experiencia imágenes visuales está dirigida a estudiantes que prefieren información representada de forma pictórica. Esto se logra mediante el uso de ilustraciones, diagramas, diagramas de flujo o animaciones no interactivas. Los alumnos de kinestésica táctil prefieren interactuar físicamente para aprender. Un ejemplo de este tipo de experiencia es arrastrar y soltar rompecabezas, donde los fragmentos de código fuente tienen que ser dispuestos en el orden correcto o "llenar los vacíos". Los estudiantes auditivos prefieren escuchar las instrucciones, por lo que es mejor presentarle el contenido en un estilo acústico, mediante la reproducción de audio.

2.6.2.2 *CodinGame*

Uno de los principios de esta plataforma es la práctica y aprendizaje de manera divertida. Esto lo consiguen mediante su premisa de “aprender a programar jugando” pues la mayoría de las lecciones son mediante retos en juegos. El propósito es hacer que los

programadores se mantengan mejorando sus habilidades de programación mediante la resolución de problemas desafiantes, aprendizaje de nuevos conceptos, y obtener inspiración de los desarrolladores [**CodinGame**].

La interfaz del sitio es intuitiva para aquellos acostumbrados a las modalidades de juegos, especialmente porque el objetivo es derrotar a los enemigos que se acercan a la nave. Para lograr esto, se deben introducir líneas de código. El sitio soporta diversos lenguajes (más de veintitrés lenguajes de programación, entre ellos C, C#, Java, Pascal, Python, entre otros), por lo que es posible practicar distintas soluciones en los lenguajes que más acomoden al usuario y muestre interés. En función del lenguaje escogido, los retos del juego van cambiando. Además, que el mismo sitio se presenta como “*Level up your skills*” o “Mejora tus habilidades” dando a entender que existen diversos desafíos de juego a enfrentar. Por último, *CodinGame* presenta una modalidad multijugador para usuarios que deseen trabajar en equipo o competir con otros por la eficiencia de su código [**CodinGame - Programar jugando**].

2.6.2.3 Codeplace

Codeplace es un sistema que ofrece cursos de programación de diversos tipos, los cuales presentan las lecciones con una modalidad cómoda de aprendizaje. Una de las características que más se resaltan de esta plataforma es que cuenta con funcionalidades que no incorporan la mayoría de las webs destinadas al aprendizaje de programación. Entre ellas está la utilización de colores para reflejar visualmente en el editor de código cuando se han añadido, eliminado o modificado líneas de código; o el hecho de reflejar en tiempo real cómo los cambios de código afectan al *front-end* [**Codeplace**].

Un factor a considerar es que está enfocado en el aprendizaje del lenguaje de programación *Ruby on Rails*, por lo que el producto final está mayoritariamente enfocado a proyectos webs. El objetivo que persigue es enseñar a programar al mismo tiempo que se construyen estos proyectos, de modo que en todo momento se muestra lo que buscan conseguir y así el usuario no esté desorientado de en qué punto del desarrollo se encuentra [**Codeplace para programación**].

2.6.3 Moodle

Moodle es una herramienta de tipo ambiente educativo virtual, que se ha convertido en el sistema de gestión de cursos más popular al ayudar a los educadores a crear comunidades de aprendizaje en línea. Este tipo de plataformas tecnológicas también se conoce como *Learning Content Management System (LCMS)*, y su diseño está basado en ideas del constructivismo en pedagogía que afirman que el conocimiento se construye en la mente del estudiante en lugar de ser transmitido sin cambios a partir de libros o enseñanzas, y en el aprendizaje cooperativo [**Baelo, 2009**]. Un profesor que opera desde este punto de vista crea un ambiente centrado en el estudiante que le ayuda a construir ese conocimiento con base en sus habilidades y conocimientos propios en lugar de simplemente publicar y transmitir la información que se considera que los estudiantes deben conocer. Así pues, el fin de esta plataforma es ayudar al profesor a crear fácilmente cursos en línea de calidad.

Entre los beneficios que destacan a *Moodle* por sobre otros es que respalda la interacción grupal, al mismo tiempo que permite la conversación privada entre los estudiantes. Esta

comunicación entre los participantes es ideal al llevar a cabo evaluaciones del curso, ya que pueden responder y, al mismo tiempo, pueden hacer observaciones sobre los comentarios expresados por los demás compañeros. Todos los participantes pueden contribuir simultáneamente mientras el sistema los identifica automáticamente; sin embargo, solo pueden ser utilizadas con conexión a internet.

La filosofía planteada por *Moodle* incluye una aproximación constructiva basada en el constructivismo social de la educación, enfatizando que los estudiantes (y no únicamente los profesores) pueden contribuir a la experiencia educativa en muchas formas. Las características de *Moodle* reflejan esto en varios aspectos, cómo hacer posible que los estudiantes puedan comentar en entradas de bases de datos (o inclusive contribuir entradas ellos mismos), o trabajar colaborativamente en una wiki. Gracias a estas características, *Moodle* es lo suficientemente flexible para permitir una amplia gama de modos de enseñanza; puede ser utilizado para generar contenido de manera básica o avanzada (por ejemplo páginas web) o evaluación, y no requiere un enfoque constructivista de enseñanza [Dougiamas y Taylor, 2003].

Para trabajar con *Moodle*, no es necesario saber programar, además de que cuenta con alta documentación de apoyo en línea y comunidades de usuarios que están dispuestos a solucionar dudas. Otra de las ventajas que ofrece es la facilidad con la que se pueden migrar otras plataformas de aprendizaje o aplicaciones ofimáticas con las que contamos actualmente. En sí, *Moodle* cuenta con tres grandes recursos: gestión de contenidos, comunicación y evaluación.

- Gestión de contenidos: uso principal para presentar los apuntes del curso, complementandolo con otros materiales como imágenes, gráficas o videos. Posee un editor html “WYSIWYG” (*What You See Is What You Get*) incluido, lo que facilita la escritura de textos simulando la escritura de los propios apuntes con lápiz y papel. Además, es posible enlazar el material a otros recursos como *blogs*, *web-quest*, imágenes, videos o documentos, que harán mucho más rico y variado el contenido.
- Comunicación: *Moodle* dispone de varias opciones siendo la más utilizada la de los foros, por medio de los cuales es posible gestionar tutorías de manera individual o grupal. La plataforma facilita el aprendizaje cooperativo a través de estos foros en los que los propios alumnos dan respuesta a las preguntas y dudas generales planteadas por otros alumnos de su grupo. Además es mucho más cómodo para quienes tienen problemas para asistir a las clases presenciales.
- Evaluación: se dispone de múltiples opciones en función del grado de implantación de las pedagogías más activas. De este modo es posible enviar tareas que estén en relación a las capacidades o competencias que tengan que acreditar los alumnos. Es factible preparar cuestionarios específicos por temas auto-evaluables y con *feed-back* inmediato al alumno de sus resultados, detectando de forma más rápida en qué elementos se está fallando.

3 Marco teórico

A medida que pasan los años el proceso de aprendizaje y todo lo que conlleva esto se ha vuelto un área de estudio de importancia. Ya no basta con quedarse con el conocimiento adquirido en las aulas, sino que se busca una combinación equilibrada sobre cómo enseñar, qué técnicas o metodologías utilizar y cómo sacar provecho de los recursos dispuestos por la tecnología. Si bien el objeto de estudio está orientado a la programación orientada a objetos, un área del conocimiento informático, las metodologías de aprendizaje y los servicios que se han utilizado hasta el momento no abarcan únicamente eso; los estudios van desde espacios de aprendizaje para niños, hasta la comprensión de las respuestas de los estudiantes (emotivamente hablando) frente a un ejercicio matemático. Consecuentemente, esta sección profundiza en la teoría y bases respecto a la herramienta que se desea elaborar para reforzar la comprensión de programación informática.

3.1 Aprendizaje electrónico: e-Learning

El término *e-learning* es la simplificación de “*Electronic Learning*” (aprendizaje electrónico), el cual consiste en adquirir conocimiento y capacitación a través de internet. Sin embargo, [Hernández, 2006] señala al *e-learning* con una concepción más compleja que engloba aquellas aplicaciones y servicios que, tomando como base las TIC, se orientan a facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La complejidad otorgada por Hernández es entendible puesto que diversos autores tienen sus respectivas visiones de qué es el *e-learning* o un sistema que contemple estas características. La más antigua es la desarrollada en 1996 por la Dirección General de Telecomunicaciones, en la que hacen referencia a la “tele-educación”: el desarrollo del proceso de formación a distancia, que mediante el uso de la tecnología posibilita un aprendizaje accesible a cualquier receptor. Otros autores que también poseen la concepción de aprendizaje a distancia son [Azcorra et al., 2001] y [Bartolomé, 2004], quienes recalcan las bondades que ofrece la red internet y posibilidades educativas que tienen las TIC para permitir el reforzamiento.

Como se define en [*e-ABC Learning*] este tipo de enseñanza online permite la interacción del usuario con el material educativo mediante la utilización de diversas herramientas informáticas. Por lo tanto el *e-learning* comprende fundamentalmente los siguientes aspectos:

- El pedagógico, referido a la tecnología educativa como disciplina de las ciencias de la educación, vinculada a los medios tecnológicos, la psicología educativa y la didáctica.
- El tecnológico, referido a la tecnología de la informática y la comunicación, mediante la selección, diseño, personalización, implementación, alojamiento, y mantenimiento de soluciones en donde se integran tecnologías propietarias de código abierto.

En la Figura 3. 1 que se muestra a continuación, extraída del trabajo realizado por [ALMazroui, 2013], se ilustra todos los campos con los que se relaciona el *e-learning*.

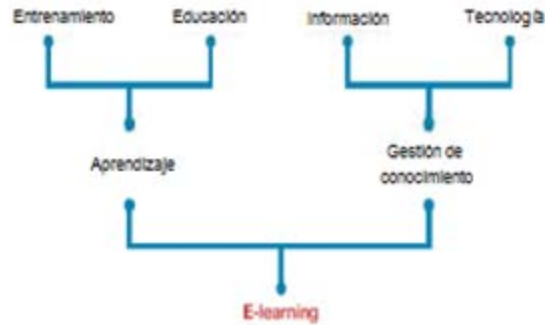


Figura 3. 1 Campos relacionados al *e-learning* por [ALMazroui, 2013].

3.1.1 E-Learning y educación

La introducción del *e-learning* en la educación va más allá de la introducción de las TIC en los procesos educativos, sino más bien trata de una adaptación del sector educativo a las nuevas modalidades de enseñanza que están constantemente cambiando. La modificación de modelo pedagógico que supone el *e-learning* debe de centrarse en las concepciones, intenciones y decisiones del educador en mayor medida que en las TIC a utilizar. Así pues, se genera un escenario en el que no solo el docente es quien está a cargo de proveer conocimiento; los alumnos adquieren una mayor responsabilidad en su educación, contribuyendo al desarrollo de la eficiencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y por ende, a la mejora cualitativa del modelo educativo [Baelo, 2009].

La modalidad *e-learning* ha permitido una nueva concepción de la educación como alternativa a las prácticas universitarias tradicionales, que de algún modo consistían sólo en conocimiento formal. Gracias a esto, las posibilidades educativas para el estudiante se amplían al tener mayor acceso y disponibilidad al contenido o espacio de reforzamiento de una asignatura.

3.1.2 Plataformas e-Learning

Hoy en día existen diversos espacios que se denominan a ellos mismos como “Plataformas *e-Learning*” (del inglés *Learning Management System*) donde un programa computarizado se utiliza para la creación, gestión y distribución de actividades formativas a través de la web. En teoría, son aplicaciones que facilitan la creación de entornos de enseñanza-aprendizaje, integrando materiales didácticos y herramientas de comunicación, colaboración y gestión educativa.

Las plataformas de *e-learning* ofrecen ambientes de aprendizaje ya diseñados e integrados, y en la mayoría de los casos al encontrarse disponibles vía web, el acceso a ellos es a través de una clave personal. De este modo, se transforma en un espacio propio dotado de las herramientas necesarias para aprender (comunicación, documentación, contenidos, interacción, etc.), además de proporcionar un mejor seguimiento del progreso del alumno.

3.2 Estilos de aprendizaje

Los estilos de aprendizaje, según lo señalado por [Keefe, 1979] pueden ser definidos como "La combinación de características cognitivas, afectivas, y los factores fisiológicos que sirven como indicadores relativamente estables de cómo percibe, interactúa y responde un estudiante al ambiente de aprendizaje".

Las personas perciben y adquieren los conocimientos de manera distinta, cada uno de nosotros posee preferencias a determinadas estrategias que nos facilitan la comprensión de ideas. Es decir, nuestras actitudes y comportamientos determinarán la vía con la que una persona pueda sentir más comodidad a la hora de aprender. Así pues, el estilo de aprendizaje consiste en cómo la mente del individuo procesa la información a partir de sus percepciones; considerando que el estilo sufra modificaciones a lo largo del tiempo causado por el descubrimiento de nuevas formas de aprendizaje del individuo.

En efecto, una persona aprende con más efectividad cuando se le enseña con su estilos de aprendizaje predominante. En consecuencia, podríamos decir que:

- El facilitador podrá orientar mejor el aprendizaje de cada alumno si conoce cómo aprenden.
- Si la meta del facilitador es lograr que los estudiantes aprendan a aprender, entonces se le debe ayudar a conocer y optimizar sus propios estilos de aprendizaje.

Es de esperar que un alumno con estilo de aprendizaje dado sea más receptivo al aprendizaje si su inteligencia dominante (estilo) se explota en el proceso pedagógico y se utiliza como catalizador para fomentar la adquisición de conocimientos [Suárez et al., 2010]. Bajo esta consigna, durante los últimos cien años se han desarrollado aproximadamente setenta y un teorías que abarcan tanto estilos de aprendizaje como teorías de personalidades que se aprecian como una influencia directa para el aprendizaje y es por esto que son igualmente consideradas en el ámbito del aprendizaje [Coffield et al., 2004]. En la literatura existe una amplia gama de entornos en los que se aplican los estilos de aprendizaje, los cuales hacen énfasis en presentar la información de distintas formas para conducir a una instrucción más efectiva, por lo que las presentadas a continuación abarcan las teorías más aceptadas y utilizadas tanto en *e-learning* como en diversos aspectos pedagógicos no necesariamente electrónicos.

3.2.1 Felder-Silverman

Este modelo consta de dieciséis perfilamientos de estudiantes basado en cuatro dimensiones referentes [Felder y Silverman, 1988]:

- Trato de información: identifican a estudiantes como activos y reflexivos: el primero, como aquellos que su aprendizaje es más efectivo al relacionarse con otros, y el segundo, quienes trabajan mejor de manera individual y en situaciones que proporcionen una oportunidad para pensar acerca de la información presentada.
- Percepción de la información: divididos en personas sensitivas e intuitivas. Los estudiantes sensitivos privilegian el aprendizaje con hechos, datos y

experimentación; mientras que los estudiantes intuitivos prefieren principios y teorías, dando hincapié a la innovación y alejándose de los procesos repetitivos.

- Recepción de información: identificados como estudiantes visuales y verbales. Los visuales como indica su nombre recuerdan mejor lo que ven. En cambio, aprendices verbales recuerdan mucho mejor lo que escuchan o leen.
- Entendimiento de la información: son aquellos identificados como secuenciales y globales. Los secuenciales siguen procesos lineales y ordenados de razonamiento lógico cuando solucionan problemas; mientras que los aprendices globales prefieren entender el esquema general de los conceptos y hacer saltos intuitivos.

Para identificar el estilo de aprendizaje se utiliza un cuestionario denominado “*Index of Learning Styles*” (ILS) que fue desarrollado por Richard Felder y Barbara Soloman. Este cuestionario se caracteriza por ser reconocido como una herramienta válida y fiable en la determinación del estilo de aprendizaje [Felder y Spurlin, 2005].

3.2.2 VARK

Los autores consideran que las personas reciben información constantemente a través de los sentidos y que el cerebro selecciona parte de esa información e ignora el resto. Las personas seleccionan la información a la que le prestan atención en función de sus intereses, pero también influye cómo se recibe la información. Por ejemplo, después de una excursión se le pide a un grupo de alumnos que describan alguno de los lugares que visitaron, probablemente cada uno de ellos hablará de cosas distintas. No puede recordarse todo lo que pasa, sino parte de lo que sucede en el entorno. Algunos se fijan más en la información visual, otros en la auditiva y otros en la que se recibe a través de los demás sentidos, o de la lectura y escritura [Lozano, 2001].

Su modelo toma el nombre de VARK por las siglas en inglés de cuatro modalidades sensoriales identificadas para reflejar, en palabras de [Fleming y Mills, 1992], las experiencias de los estudiantes y los profesores:

- Visual (Visual): los alumnos de tipo visual prefieren el uso de imágenes, cuadros, diagramas, círculos, flechas y láminas al momento de estudiar o de aprender conceptos nuevos. Si son niños pequeños, se inclinan por cuentos ilustrados o fotografías. Al crecer, las personas están acostumbradas a utilizar representaciones como diagramas y gráficos, que podrían haberse presentado en palabras, para ayudarles a recordar la información.
- Aural (Auditivo): los alumnos auditivos prefieren las exposiciones orales, las conferencias, discusiones y todo lo que involucre el escuchar. Su modalidad de percepción describe una preferencia por la información que es escuchada o hablada, recordando con facilidad lo que escuchan y lo que expresan verbalmente. Si algo se les hace difícil de comprender prefieren que se les explique verbalmente; si están emocionados por algo lo expresan con una respuesta verbal. Les gusta mucho hacer debates en clase, hablar con miembros del grupo y que el maestro les brinde explicaciones. No obstante, se distraen fácilmente con los sonidos ya que atienden a todos por igual sin discriminar los importantes.

- Read (Lectura): los alumnos de este estilo prefieren todo lo que se relacione con leer y escribir. Es común encontrar muchos profesores y estudiantes que tienen una fuerte preferencia por esta modalidad. Cuando leen vocalizan las palabras, algunas veces sólo moviendo los labios y otras diciendo las palabras con voz audible. Se enfatiza la entrada y salida basada en texto: lectura y escritura en todas sus formas, pero especialmente en manuales, informes, ensayos y tareas. Revisan material y estudian principalmente con notas o reorganizando la información en forma de resumen.
- Kinesthetic (Kinestésico): los alumnos kinésicos prefieren todo lo que involucre la experiencia y la práctica, ya sea simulada o real. Les gusta actuar o hacer con sus manos un proyecto y estar físicamente ocupados en el aprendizaje. Cuando son niños les gusta manipular materiales constantemente; incluso al crecer saben que si manipulan físicamente algo y se mantienen con las manos ocupadas en algún proyecto, les será más fácil recordarlo. Cuando crecen, algunos de ellos toman notas sólo para tener sus manos ocupadas, pero nunca vuelven a leerlas. Aunque la experiencia y práctica puede invocar otras modalidades, la clave es que las personas que prefieren este modo están conectadas a la realidad, incluyendo demostraciones, simulaciones, videos y películas de cosas "reales", así como estudios de casos, prácticas y aplicaciones.

Fleming y su equipo de trabajo consideraron importante que los alumnos pudieran identificar sus preferencias en cuanto al sistema de representación utilizado [Fleming y Mills, 1992]. Muchos individuos presentan una preferencia en alguna modalidad, pero también hay individuos que procesan la información en más de una forma: los multimodales. A estos estudiantes se les facilita el aprendizaje y tienen mayores posibilidades de éxito que los demás, ya que son capaces de procesar la información de cualquier manera que se les presente. De igual modo, luego de un tiempo desarrollaron un cuestionario a fin de identificar la modalidad dominante: un cuestionario que consta de una serie de preguntas de opción múltiple, haciendo alusión a los cuatro sistemas de representación.

3.2.3 Honey-Alonso

Peter Honey y Alan Mumford en 1988 partieron de las bases de David Kolb para crear un cuestionario de Estilos de Aprendizaje enfocado al mundo empresarial. Al cuestionario le llamaron *LSQ (Learning Styles Questionnaire)* y con él, pretendían averiguar por qué en una situación en que dos personas comparten texto y contexto una aprende y la otra no. Honey y Mumford llegaron a la conclusión de que existen cuatro estilos de aprendizaje, que a su vez responden a las cuatro fases de un proceso cíclico de aprendizaje: activo, reflexivo, teórico y pragmático [Alonso et al., 1994].

- Activo: los alumnos activos se involucran totalmente y sin prejuicios en las experiencias nuevas. Disfrutan el momento presente y se dejan llevar por los acontecimientos. Suelen ser entusiastas ante lo nuevo y tienden a actuar primero y pensar después en las consecuencias. Llenan sus días de actividades y tan pronto disminuye el encanto de una de ellas se lanzan a la siguiente. Les aburre ocuparse de planes a largo plazo y consolidar los proyectos, les gusta trabajar rodeados de gente, pero siendo el centro de las actividades.

- Reflexivo: los alumnos reflexivos tienden a adoptar la postura de un observador que analiza sus experiencias desde muchas perspectivas distintas. Recogen datos y los analizan detalladamente antes de llegar a una conclusión. Para ellos lo más importante es esa recolección de datos y su análisis concienzudo, así que procuran posponer las conclusiones todo lo que pueden. Son precavidos y analizan todas las implicaciones de cualquier acción antes de ponerse en movimiento. En las reuniones observan y escuchan antes de hablar, procurando pasar desapercibidos.
- Teórico: los alumnos teóricos adaptan e integran las observaciones que realizan en teorías complejas y bien fundamentadas lógicamente. Piensan de forma secuencial y paso a paso, integrando hechos dispares en teorías coherentes. Les gusta analizar y sintetizar la información y su sistema de valores premia la lógica y la racionalidad. Se sienten incómodos con los juicios subjetivos, las técnicas de pensamiento lateral y las actividades faltas de lógica clara.
- Pragmático: a los alumnos pragmáticos les gusta probar ideas, teorías y técnicas nuevas, y comprobar si funcionan en la práctica. Les gusta buscar ideas y ponerlas en práctica inmediatamente, les aburren e impacientan las largas discusiones discutiendo la misma idea de forma interminable. Son básicamente gente práctica, apegada a la realidad, a la que le gusta tomar decisiones y resolver problemas. Los problemas son un desafío y siempre están buscando una manera mejor de hacer las cosas.

Las aportaciones y experiencias de Honey y Mumford fueron recogidas en España por Catalina Alonso en 1992, quien adaptó el cuestionario *LSQ* de estilos de aprendizaje al ámbito académico y al idioma español, llamó al cuestionario adaptado CHAEA (Cuestionario Honey-Alonso sobre Estilos de Aprendizaje).

3.3 Aprendizaje adaptativo

La adaptación a los intereses personales, características y objetivos de un alumno es un desafío clave dentro del *e-learning*. El término adaptativo hace alusión a la capacidad de amoldarse a la situación a la que esté sujeto un determinado objeto; en este caso, la adaptabilidad significa que los alumnos son provistos con un diseño de aprendizaje que es adaptado a sus características personales, intereses y metas [Van Rosmalen et al., 2005]. Cómo preparar una enseñanza adaptativa adecuada a cada estudiante es el objetivo principal de cualquier proceso de diseño de aprendizaje.

La personalización no solo incluye objetivar los estilos del alumno, sino también vigilar el uso del sistema para adaptarse a los estilos de aprendizaje actuales que tiene el estudiante. Tales sistemas pueden ayudar a los alumnos a mantenerse enfocados a través de patrones que se amoldan a esos cambios [Rani et al., 2015]. Como si de un sistema de educación a distancia se tratara, los mecanismos a utilizar necesitan ser más eficientes, con capacidad de adaptación y asistencia en los procesos de resolución de problemas. El sistema debe realizar, en lo posible, el papel del profesor y la construcción de un modelo robusto del estudiante para cada usuario, de modo que permita:

- Adaptación en el plan de estudios de cada usuario.
- Ayuda en la navegación de las actividades del curso.

- Apoyo en la realización de tareas, ejercicios y problemas a resolver.
- Recursos de apoyo en cualquier momento que se necesitan.

Vale la pena mencionar que el rendimiento del estudiante escasas veces es consistente y es imposible obtener una pre-visualización de un conjunto completo de conductas de alumnos; en este sentido, la capacidad de los tutores inteligentes es limitada y sus modelos clásicos no son lo suficientemente robustos como para proporcionar los requisitos mínimos necesarios para un entorno de aprendizaje interactivo. La adaptación debe realizarse mediante una determinada estrategia, implica definir los aspectos a adaptar, las condiciones para esa adaptación, los objetivos que se persiguen y la forma en que se realizará [Darío et al., 2008]. En el trabajo de [Mathoff y Van Hoe, 1996] proponen una serie de requisitos con los que debería contar un sistema educativo para manipular el proceso de adaptación

- Interactividad: la interacción en entornos de aprendizaje puede ser considerado como un diálogo de cooperación entre los socios, donde aplican reglas especiales para promover el aprendizaje.
- Instrucción adaptable: en los sistemas de instrucción se necesitan adaptaciones en todos los pasos para cubrir las necesidades del estudiante.
- Robustez: debe soportar los cambios de comportamiento en el tiempo, además de errores y acciones inesperadas.
- Control directo del proceso de aprendizaje: un entorno de aprendizaje inteligente debe apoyar la optimización del proceso de aprendizaje del estudiante.
- Evaluación empírica: todas las etapas del proceso de desarrollo debe basarse en la investigación fundamental del proceso de aprendizaje que apoyan y en un texto explicativo de cada fase del desarrollo de prototipos.
- Parsimonia: la arquitectura debe ser simple y eficiente.

Así pues, la adaptación no es una tarea sencilla. Es importante definir los elementos relevantes del perfil del estudiante que determinan la personalización apoyándose en el enfoque que se persigue. Dependiendo de este último los componentes susceptibles a la adaptación irán variando, por lo que establecer un dominio del curso de tal forma que pueda ser adaptado según las necesidades de los aprendices es tan primordial como el definir un perfil estudiantil. En definitiva, la automatización de este proceso requiere y exige una estrategia clara de adaptación que conjugue estos elementos mediante reglas o algoritmos para entregar un curso personalizado a cada estudiante [Darío et al., 2008].

3.4 Sistemas de tutores inteligentes

El desarrollo de sistemas de tutoría inteligente, del inglés *Intelligent Tutoring System (ITS)*, inició a mediados de los años ochenta con la idea de impartir conocimiento usando algún tipo de inteligencia para ayudar al estudiante en el proceso de aprendizaje. A comienzo de la década de los noventa recibía el nombre de materiales educativos computarizados inteligentes, para más adelante modificarse al término de instrucción inteligente asistida por computador, o sistemas de tutoría inteligente. Buscando emular el comportamiento de un tutor humano, se le da el calificativo de “inteligentes” para contrastarlos con los sistemas tradicionales de instrucción asistidos por computador, siendo la diferencia el uso de técnicas informáticas como la inteligencia artificial [Ovalle y Jiménez, 2006]. El uso de estas técnicas

se justifica con el fin de poder entregar ayuda cognitiva para los diferentes alumnos que utilizan el programa.

En general, un *ITS* actúa como una herramienta pedagógica más avanzada y aumenta el suministro de experiencias de aprendizaje individualizado. Esto permite que los procesos de enseñanza y aprendizaje sean más adaptables a necesidades específicas o al nivel de aprendizaje de cada estudiante [Ovalle y Jiménez, 2006]. Sin embargo, no descarta dificultades en la representación de los diferentes estados evolutivos de aprendizaje del sujeto, ni en el reconocimiento de los pre-conceptos o concepciones erróneas elaborados en el análisis, que reflejan aspectos cognoscitivos y de comportamiento.

Una de las características más importantes de las tutorías inteligentes es su capacidad de adaptar la enseñanza a las necesidades de los estudiantes. Para realizar esta tarea, se debe conocer el estado de conocimiento del estudiante con precisión [Guzmán y Conejo, 2004], generando así un plan de instrucciones basado en sus necesidades, las unidades básicas de aprendizaje y los objetivos que esperan cumplirse. Siguiendo este programa, la identificación y definición de métodos que ayudarán al estudiante a adquirir el conocimiento se hace una tarea más sencilla, aunque continúa re-planificando a medida de los hallazgos encontrados en el comportamiento del alumno [Jiménez, 2006].

Otra particularidad de los sistemas de tutorías es la flexibilidad que poseen, pues aprenden del ambiente para modificar sus conocimientos. Es decir, poseen un control sobre la experiencia adquirida respecto al dominio que desean enseñar, y razonan acerca de él. Además, ofrecen diversas funciones tales como la solución de problemas, evaluación y detección de errores, brindan sugerencias, ejemplos, simulaciones, recomendaciones y explicaciones o muestran la traza de sus inferencias, del mismo modo que lo hace un tutor humano [Ovalle y Jiménez, 2006].

La arquitectura inicial propuesta a mediados de los años ochenta fue descrita por Peachey y McCalla en 1986. Estos autores indicaron que la estructura estaba formada por cinco componentes: base de conocimientos del dominio, modelo del aprendiz, colección de operadores de enseñanza, planificador y ejecutor. Diez años más tarde, Polson y Richardson resumieron esta arquitectura en los tres primeros módulos. Aunque hoy en día varios autores concuerdan en que existen aspectos significativos en la interfaz usuario-sistema y la proponen como un cuarto módulo de la arquitectura [Jiménez, 2006], no existe una arquitectura única ya que estas varían de una implementación a otra. Independiente de su composición, al final de la década de los noventa el uso de estos sistemas seguía dos cursos:

- Crear programas de instrucciones que se adaptan al desempeño del aprendiz.
- Crear sistemas de consultoría experta que evalúan al usuario y sugieren un diagnóstico y tratamiento.

Para describir la arquitectura interna de los tutores inteligentes, uno de los trabajos que mejor explica en qué consiste cada uno de los módulos es el de [Jiménez, 2006]. En él detallan cada uno de los componentes internos, además de utilizar la descripción de cuatro componentes como se ha hecho el último tiempo. En la Figura 3. 2, se muestra un esquema básico para comprender el cómo se relaciona internamente los elementos.

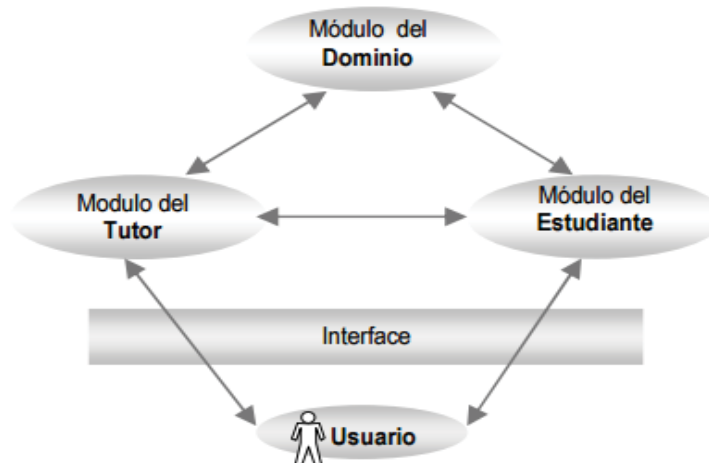


Figura 3. 2 Modelo de un sistema de tutor inteligente por [Jiménez, 2006].

3.4.1 Módulo del dominio

También recibe el nombre de módulo experto. Es el componente que representa el conocimiento que ha de ser enseñado y organizado pedagógicamente para facilitar la tarea del módulo tutor. Una amplia fuente de conocimiento en dominios complejos junto con la interrelación/inferencia de ese conocimiento hace que el diseño y desarrollo de este módulo sea la tarea más complicada al desarrollar un *ITS*.

Actualmente se utiliza un enfoque denominado objetos de aprendizaje, adjudicado por Wayne en 1994. Estos objetos son una colección de contenidos, ejercicios y evaluaciones que son combinados sobre la base de un objetivo de aprendizaje simple. En ocasiones se otorga el calificativo de inteligente debido a la entrega de atributos de agente a cada uno de los objetos, además de una representación del conocimiento de manera híbrida, es decir, utilizando dos o más formalismos como por ejemplo: neuro-simbolismos y neuro-difusa [Jiménez, 2006].

El módulo del dominio tiene la capacidad de generar preguntas, explicaciones, respuestas y tareas, para que el alumno pueda adquirir las habilidades y conceptos requeridos. También tiene la capacidad de dar respuesta a los problemas y corregir las soluciones presentadas, analizando las diferentes aproximaciones válidas a la solución, a través de la intervención del tutor. Al ser un módulo que representa la base de conocimientos que ha de ser enseñado, Millán describe tres tipos de conocimientos:

Tabla 3. 1 Tipos de Conocimientos según [Millán, 2000].

Tipo de Conocimiento	Características
Conocimiento declarativo	Conjunto de hechos que se organizan de forma adecuada para razonar sobre ellos.
Conocimiento de procedimientos	Es el conocimiento acerca de cómo llevar a cabo una tarea y es específico para cada dominio. Es una base de conocimientos y un conjunto de reglas, como en los sistemas expertos basados en reglas.
Conocimiento cualitativo	Se usa para modelar relaciones espaciales y procesos dinámicos, es el más difícil de modelar.

3.4.1.1 Objetos de aprendizaje

Existen muchos materiales de aprendizaje que se encuentran distribuidos utilizando tecnología web. La mayoría son usualmente desarrollados para un propósito específico, por ejemplo, cursos para determinados módulos y con poco o nada de contenido que pueda reutilizarse. Cuando una educación basada en web requiere una personalización de contenido para mejorar la adaptabilidad, el concepto de objetos de aprendizaje facilita un enfoque personalizado.

Se define como objeto de aprendizaje a algo que es auto-sustentable en cuanto a contenido orientado a la educación. En [Sun y Joy, 2005] explican que los *LO (Learning Object)* pueden ser etiquetados en conjunto con los metadatos, de modo que su identidad y contenido sean visibles para los sistemas de software que los usan; la utilización de metadatos facilita la indexación de objetos que así podrían ser buscados sin problemas. Es más, su estructura fragmentada en contenido educativo es análoga a la modularización de un programa orientado a objetos, lo que permite al objeto de aprendizaje individual ser usado en una variedad de contextos educacionales.

Algunos autores prefieren profundizar el término de objeto de aprendizaje definiéndolo como un ser inteligente (*Intelligent Learning Object, ILO*) [Silveira et al., 2006]. Un *ILO* promueve experiencias de aprendizaje para estudiantes de la misma forma que los objetos de aprendizaje lo hacen; por esta razón, puede ser visto como un objeto de aprendizaje construido a través del paradigma de agentes. Al igual que un objeto de aprendizaje común y corriente la característica que más lo destaca es su re-usabilidad, la cual posibilita la implementación de un curso a otro una infinidad de veces, además de convertirla en un recurso rentable por la disminución de costos que esto significa. Otras características que se destacan son su modularidad, la facilidad para ubicarse y la interoperabilidad [Jiménez, 2006].

Todo el énfasis que se le da a la re-utilización es debido a que lo que se espera de un objeto es que idealmente se encuentre bajo determinados criterios de estandarización con el fin de hacer posible los intercambios, migración y encaje de objetos entre repositorios y plataformas distintos. La definición de estándar es “que sirve como tipo, modelo, norma o patrón”. En estos casos, un estándar surge de consensos internacionales basados en normas documentadas que contienen las especificaciones técnicas y de calidad que deben reunir los productos y servicios para cumplir satisfactoriamente.

Estándares para objetos de aprendizaje existen varios, algunos de ellos generalmente aceptados por la comunidad de expertos. Se coloca especial esfuerzo en estas técnicas porque así permite la creación de unidades autónomas que están etiquetadas apropiadamente y a

menudo almacenadas en formato *XML*. Debido a ello, facilitan grandemente el intercambio de objetos entre repositorios diferentes y la interoperabilidad de los sistemas y plataformas, incrementando a su vez la expansión y calidad de los sistemas *e-learning*.

3.4.1.1.1 SCORM: Modelo de referencia de objetos compatibles de contenido

A menudo, es posible encontrar repositorios de objetos de aprendizaje tanto como propietarios o públicos, y comerciales y no comerciales; un ejemplo de ello es el repositorio *Merlot*. Gran parte de las características tecnológicas y estándares que se les atribuye a los objetos de aprendizaje han sido tratados por el Modelo de Referencia de Objetos Compartibles de Contenido (*SCORM*, *Sharable Content Object Reference Model*) y desarrollado e impulsado por diferentes organizaciones internacionales [**Sánchez y Sicilia, 2005**].

SCORM es una colección de estándares y especificaciones que se aplican a determinados *e-learning* basados en web, donde usualmente algunas organizaciones van actualizando el modelo ofreciendo nuevas características como el traslado de objetos de aprendizaje o categorización de metadatos (*LOM*). El modelo *SCORM*, representa un medio pedagógicamente neutro para los diseñadores y desarrolladores de objetos de aprendizaje (*OA*), es decir, trata específicamente los aspectos concernientes a la dimensión tecnológica, a través de un conjunto de especificaciones para el desarrollo, empaquetamiento y distribución de material educativo, que permite a los *OA* ser reutilizables, accesibles, interoperables y durables [**Hernández y Silva, 2013**]. Para utilizar un objeto de aprendizaje bajo el modelo *SCORM* en un sistema de gestión de aprendizaje es necesario su “empaquetamiento”, que consiste organizar, comprimir y etiquetar los contenidos de tal modo que pueda ser reconocido y cargado por el *LMS* [**Álvarez et al., 2006**]. *SCORM* incluye 3 componentes que son:

- Modelo de agregación de contenido: en este modelo se definen los cursos y se identifican los *OA* compartibles (*SCO*, *Sharable Courseware Object*), curso o componente de un curso que reúne los requisitos de interoperabilidad, durabilidad y dispone de información suficiente para ser reutilizado y accesible. Un *SCO* es la unidad mínima intercambiable entre sistemas compatibles con *SCORM*, y consiste en un *OA* que tiene un módulo software que le permite comunicarse con el entorno de ejecución proporcionado por el sistema de gestión de aprendizaje. Además se identifican los recursos básicos (*ASSETS*) como ficheros de texto, audio, video, etc. estos recursos básicos se agrupan en los *SCO*.
- Entorno de ejecución: propone un entorno estándar donde puede presentarse un *OA* (en este caso un *SCO*) capaz de intercambiar datos con el *LMS*. Este manda los contenidos al aprendiz y el contenido intercambia la información sobre el alumno y el seguimiento de su interacción con el curso al *LMS*.
- Secuenciación y navegación: presenta la información que complementa el diseño del curso, señalando la forma como se van a suministrar dichos contenidos al usuario. Esta presentación puede variar, dependiendo de las respuestas o comportamiento de los alumnos.

3.4.2 Módulo del tutor

Es el encargado de guiar el proceso de enseñanza-aprendizaje por lo que suele conocerse también con el nombre de módulo pedagógico. Decide cómo, cuándo y qué acciones pedagógicas realizar buscando los tipos de problemas apropiados a resolver; además, brinda estímulos o controla y critica el rendimiento del aprendiz. Asimismo, organiza la re-planificación de las instrucciones de acuerdo al progreso de cada aprendiz. El módulo pedagógico es el que permite dar forma y significado a las investigaciones y desarrollos en el tópico de los *ITS* como sistemas de instrucción. Debe contar con tres características [Jiménez, 2006]:

1. Control sobre la representación del conocimiento de la instrucción para seleccionar y secuenciar el tema.
2. Capacidad para responder a las preguntas de los aprendices sobre los objetivos y contenidos de la instrucción.
3. Estrategia para determinar cuándo necesitan ayuda los aprendices para ofrecerles la información necesaria.

Al ser un proceso de enseñanza y aprendizaje, existe una definición de estilo para cada uno de ellos. El primero representa la propiedad, peculiaridad y originalidad con que un profesor afronta su propia clase; es la contraparte del aprendizaje y debe ser diseñado de forma tal que tome ventaja del estilo de aprendizaje. El segundo se refiere a las distintas maneras en que un individuo puede aprender; son los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos que sirven como indicadores relativamente estables de cómo el alumno percibe interacciones y responde a su entorno. Se debe ver el proceso de enseñanza-aprendizaje como un mecanismo de comunicación dado entre dos agentes, es decir, un proceso de interacción.

Un punto importante es que un estilo de enseñanza está compuesto por todas las decisiones que se toman durante el proceso de enseñanza-aprendizaje y van referidas a tres momentos: (i) decisiones previas (contenidos a desarrollar, actividades, canales de comunicación, tiempo de la actividad, espacios y materiales a utilizar, etc.); (ii) decisiones durante la ejecución (duración o número de repeticiones de la actividad, inicio y fin de una tarea, ajustes y correcciones, etc.); y (iii) decisiones referentes a la evaluación (valoración de las actividades realizadas, valoración de los logros conseguidos, valoración de los materiales empleados, etc.).

3.4.3 Módulo del estudiante

Comúnmente denominado módulo del alumno, representa la “imagen” que el sistema tiene sobre las características de aprendizaje del alumno, es decir, representa su nivel de conocimiento. Se encarga de administrar la información de manera individual reflejando así a cada alumno de forma única en cuanto a comportamiento, limitaciones, dificultades y motivaciones. Al controlar esta información permite la formulación de una hipótesis que tiene por objetivo re-planificar las instrucciones que se encargan de la representación.

Estas características de aprendizaje reflejan los procesos mentales que el alumno lleva a cabo para realizar su aprendizaje en un *ITS*, los cuales no son representados cuantitativamente, sino que cualitativamente. Debido a la complejidad de la representación del problema, el

módulo no pretende modelar completamente el comportamiento y conocimiento del aprendiz, sino que busca modelar aquellos aspectos que puedan ayudar al tutor a realizar una instrucción más adaptada [Jiménez, 2006].

3.4.4 Módulo educacional

Es el cuarto módulo que compone los tutores inteligentes y el más actual, por lo que es más conocido con el término de interfaz. Provee la funcionalidad de profesor que los sistemas necesitan como resultado de la experiencia con la que contribuyen los maestros. Se encarga de manejar las interacciones entre el sistema y los usuarios a través de la comunicación de los módulos y el cliente. Como beneficio adicional es posible consultar estadísticas, fruto de la interacción de los estudiantes con el sistema y también para cada tema en cuestión y así conocer la eficiencia del mecanismo implementado del módulo pedagógico.

Para terminar, el siguiente esquema (Figura 3. 3) muestra la relación existente entre los distintos módulos de un sistema tutor inteligente, extraído del trabajo realizado por Zulma [Cataldi y Lage, 2009]:

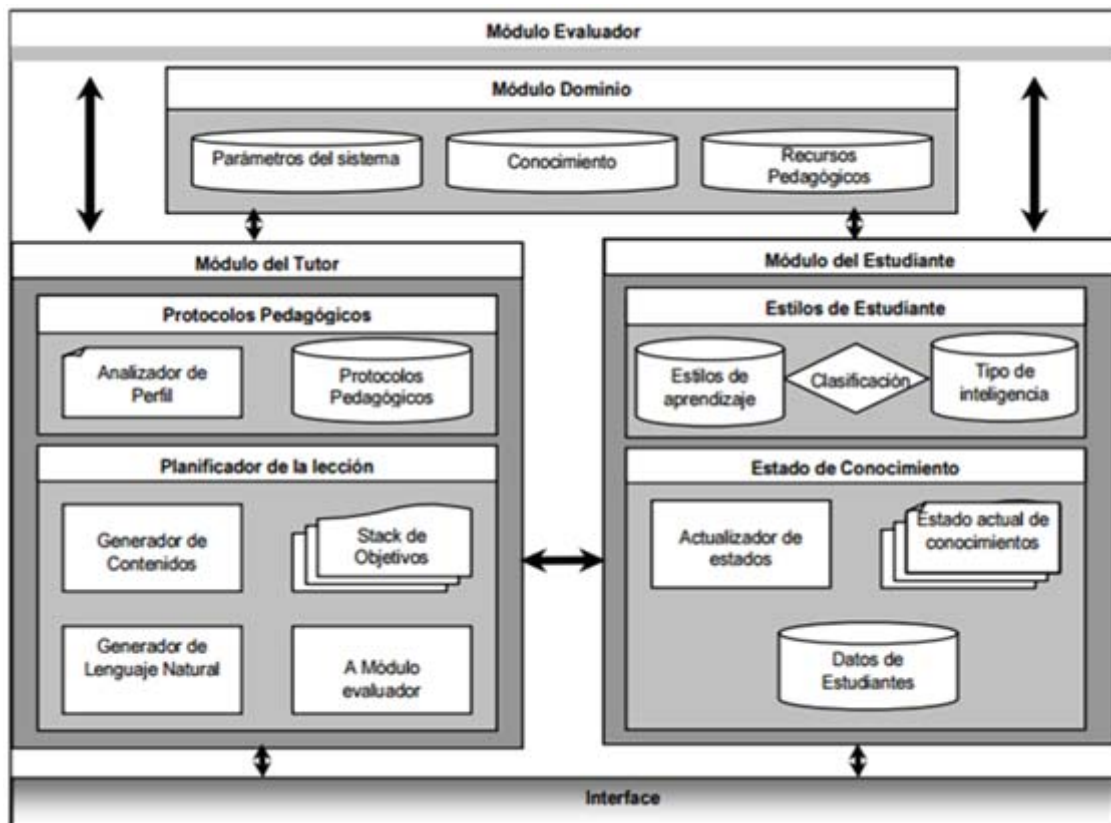


Figura 3. 3 Esquema de un ITS con sus módulos principales por [Cataldi y Lage, 2009].

3.5 Computación cognitiva

Estas plataformas están basadas en disciplinas científicas de procesamiento de señales e inteligencia artificial y usualmente es análogo a la cognición humana. La computación cognitiva presenta micro-mundos en incremento de alta complejidad donde la clave al éxito es la definición de fases de aprendizaje progresivas. Investigaciones recientes han demostrado que aprender un lenguaje de programación no promueve el desarrollo general de funciones mentales cognitivas. Otros investigadores hablan sobre como los requerimientos cognitivos de un lenguaje de programación se encuentra en estrecha relación con las características cognitivas de un estudiante. Además, la programación cognitiva se presenta como un paradigma para la interacción humano-computadora, donde la máquina es vista como un asistente capaz de ser supervisado y guiado por el usuario para adquirir y aplicar sentido común en la ayuda del usuario en tareas del día a día [Pea y Midian, 1984].

3.5.1 Agentes cognitivos

Hablar de agentes cognitivos no es un término recurrente en el ámbito de sistemas basados en agentes. La razón principal es que suele referirse a estos como un agente inteligente cualquiera, no distinguiendo entre unos y otros. Un proceso cognitivo es aquél que permite desarrollar conocimientos, la habilidad para asimilar y procesar datos, valorando y sistematizando la información a la que se accede a partir de la experiencia, percepción u otras vías. Los agentes cognitivos por lo tanto, representan la categoría de los agentes que tienen la capacidad de mantener una representación explícita y de alto nivel de su entorno, con metas y motivaciones bien expresados, es decir, son capaces de razonar sobre el mundo en el que trabajan generando procedimientos que les permitan incorporar conocimientos.

La principal ventaja de los agentes cognitivos sobre los agentes más simples es el profundo conocimiento que tienen del entorno en el que operan y de los diferentes procesos que tienen lugar en este entorno. Otra ventaja importante es que los agentes cognitivos tienen una mayor capacidad de razonamiento, lo que les permite intervenir de manera más eficaz en los procesos al interior del sistema. En particular, pueden desempeñar el papel de potenciador de la capacidad humana mediante la introducción en simbiosis con el usuario, en lugar de cumplir una función más simple de automatización en algunas tareas [Nabeth et al., 2005].

3.5.2 Agentes pedagógicos

Un sistema educativo que tiene estrategias de aprendizaje y que está formada por agentes inteligentes se llama agente pedagógico. En estos sistemas, los agentes pueden ser utilizados como asistente personal, personajes animados que interactúan con el usuario o agentes cooperativos que trabajan tras bambalinas como parte de la arquitectura del sistema educativo [Jaques et al., 2002].

Como se ha señalado anteriormente, la naturaleza de los problemas de enseñanza-aprendizaje son más fáciles de resolver en forma cooperativa [Silveira y Vicari, 2002] tal y como los agentes múltiples lo demuestran. Por un lado, los agentes inteligentes son sistemas naturales o computacionales que perciben su entorno y realizan acciones inteligentemente. Por

otro, los agentes pedagógicos toman decisiones acerca de cómo maximizar el aprendizaje de un alumno, y observa el entorno del estudiante en su proceso de aprendizaje.

Los trabajos de Rosa María Vicari son los más apropiados para hablar sobre sistemas multi-agente en conjunto a la pedagogía. La autora señala que la motivación es la energía que maneja la sociedad del conocimiento y significa que no debe de ser subestimada. Durante el proceso de aprendizaje, mientras más motivado esté el estudiante, más grandes serán los logros que alcanzarán. Existe una arquitectura de un agente pedagógico emocional llamado Pat [**Jaques y Vicari, 2007a**], que tiene como objetivo influir en las emociones del estudiante y aplicar técnicas afectivas en orden de adaptarse al ambiente educacional de las emociones del alumno, motivando y promoviendo positivamente su actuar para fomentar el aprendizaje. Apela a las emociones positivas del estudiante presentando animaciones con actitudes y mensajes positivos, escogidos dinámicamente para componer tácticas afectivas. Está compuesta de dos módulos principales: el cerebro, que es responsable de inferir en las emociones del estudiante y escoger las técnicas afectivas; y el cuerpo, que entrega las técnicas afectivas desarrolladas por la mente, seleccionando y presentando dinámicamente las actitudes y discurso que lo compone.

3.5.3 Agentes BDI

Originalmente el modelo *BDI* se muestra como un modelo filosófico para el modelado del comportamiento humano. Luego, fue adoptado y convertido en un modelo de ejecución de agentes de software basados en la noción de creencias, metas y planes (conceptos que pueden ser creados y manipulados por agentes) [**Mikic et al., 2012**].

El modo de funcionamiento de este modelo consiste en que cada una de las nociones se representa de una forma en particular. Todo lo que el agente conoce, tales como el entorno o su estado en sí, refleja las creencias y es almacenado en una base de datos de ‘creencias’. Las metas se establecen como el agente al que se busca llegar, pero sin las indicaciones de las acciones que deberían de tomarse para llegar a él. Finalmente, los planes son compuestos mediante un grupo de instrucciones que permiten a los agentes llevar a cabo variadas acciones para intentar alcanzar el grupo de objetivos establecidos. En caso de que un agente se encontrara en una situación desconocida, se ejecutarán planes hasta lograr una situación en la que sí pueda manejarse; decidir qué plan se ejecutará para satisfacer un objetivo específico es parte de la relación existente entre metas y planes: el motor de razonamiento.

En cierta medida, los agentes *BDI* van de la mano con los agentes pedagógicos al tomar en cuenta el lazo que se genera entre el tutor y el alumno; tal y como se muestra con el agente pedagógico Pat que considera las emociones del alumno para tomar cursos de acción. Durante el 2007 [**Jaques y Vicari, 2007b**], se toma en cuenta la información afectiva sobre el estudiante para utilizarla por un agente animado responsable de efectuar tácticas afectivas en apoyo al estudiante. El enfoque *BDI* considera la motivación del alumno como el deseo de participación de este en el proceso de aprendizaje. Durante el proceso de aprendizaje, mientras más motivado esté el estudiante, más grandes serán los logros que alcanzará. Desde un punto de vista menos pedagógico, los beneficios que entrega son tales como evitar el bajo nivel de abstracción (pues sólo objetivos específicos a lograr y planes severos a realizar son presentados) y la fácil comprensión del comportamiento autónomo de un agente (incluso su predicción).

4 Enfoque propuesto

Las plataformas *e-learning*, plataformas educativas o entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje (VLE)¹, se han transformado en la nueva realidad de enseñanza y aprendizaje dentro del ámbito universitario. Actualmente la tecnología ha sabido sacar provecho de sus recursos y así hacerse un lugar dentro de los enfoques de enseñanza tradicionales, convirtiéndolos en espacios virtuales de enseñanza y aprendizaje. La adopción del *e-learning* ha supuesto una apuesta por un modelo pedagógico en el que el alumnado toma una mayor responsabilidad en su educación, contribuyendo al desarrollo de la eficiencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y por ende, a la mejora cualitativa del modelo educativo.

El principio de interacción sobre el que se asienta este modelo conduce al desarrollo de procesos educativos más individualizados, y a pesar de lo contradictorio, más colaborativos. El estar más individualizado hace referencia a las opciones que se despliegan para cada uno de los usuarios que utilizan estos sitios, utilizando las funciones que les son de mayor utilidad y, por supuesto, aquellas que se adapten de mejor manera a la modalidad de estudio al que se está acostumbrado. Lo colaborativo va más ligado al hecho de que una vez aprendidos estos conocimientos, el estudiante cuenta con más confianza en sí mismo para compartir sus opiniones con otros a través de la comunicación que las redes tecnológicas le permiten. En un mundo globalizado como el de hoy, en cosa de segundos es posible comunicarse con personas que se encuentran al otro lado del globo.

No obstante, a pesar de todas las maravillas que presenta el desarrollo de un entorno *e-learning* y lo estudiado con anterioridad, lo que aquí se plantea no es algo de ese estilo sino más bien uno de los espectros de este. Considerando que el objeto de estudio son asignaturas que ya cuentan con material elaborado para que los alumnos estudien y ejerciten, más que aprendizaje electrónico se propone la creación de material pedagógico capaz de alcanzar a la mayoría de los estudiantes del curso con apoyo de plataformas TI. La elección de esta alternativa radica en que utilizar una plataforma validada por pedagogos asegura que el contenido a desarrollar estará correctamente orientado a los estudiantes.

4.1 Recursos y requerimientos para la implantación del sistema

Para poder realizar un modelamiento y desarrollo adecuado, se definen los requerimientos funcionales y no funcionales de la plataforma.

4.1.1 Requerimientos funcionales

Los requerimientos funcionales se refieren a todo lo necesario para que el sistema realice sus tareas principales, que en este caso se enfoca en la enseñanza de la programación orientada a objetos. El siguiente listado presenta los requerimientos identificados para el correcto desempeño de la herramienta:

- Permitir la creación de cuentas de alumnos.

¹ VLE: *Virtual Learning Environment*, es un espacio diseñado para facilitar la comunicación pedagógica entre los participantes de un proceso educativo, sea éste completamente a distancia o de una naturaleza mixta, es decir que combine ambas modalidades en diversas proporciones.

- Permitir la creación de cuentas de docente.
- Contar con el material adecuado para la enseñanza de programación orientado a objetos, especialmente por la utilización del lenguaje de programación Java.
- Poseer un espacio de carga de contenido entendible por cualquier usuario con características similares a la modalidad *drag & drop*.
- Permitir la asignación de puntajes a los distintos métodos de evaluación que se utilicen.
- Generar registros de los logros obtenidos por cada alumno.

4.1.2 Requerimientos no funcionales

Los requerimientos no funcionales son todos aquellos que complementan al programa y mejoran la experiencia del usuario, además de restringir al sistema cuando se es necesario. A continuación, se detallan los requerimientos no funcionales para la herramienta:

- Poseer una interfaz gráfica intuitiva para cada tipo de usuario.
- Modularidad del sistema para enfrentar los cambios de manera aislada.
- Escalabilidad de la herramienta ya que a futuro que irán añadiendo nuevos contenidos para el estudio de la programación.
- Siguiendo la misma idea del punto anterior, que el sistema responda de manera adecuada a los futuros cambios que se presenten.

4.1.3 Recursos humanos

Los recursos humanos para este proyecto son principalmente dos focos: implementación y mantención de la plataforma, y desarrollo del material educativo. Los primeros son las personas encargadas de dar soporte a la herramienta de autoría *MAGLE*, quienes están reportando los cambios y agregan nuevas funcionalidades para ser utilizadas. También son quienes se encargan de realizar las pruebas de concurrencia y dar el visto bueno para utilizar la plataforma y probarla con grupos de estudiantes.

El otro grupo de personas se encarga de la elaboración del material, el cual debe presentar el mismo contenido en cada uno de los perfiles pero adaptado a las características de cada uno. Son los encargados de elaborar las pruebas para pretest y posttest, elaboración del material de estudio, ejercitación, y análisis de los resultados obtenidos en las pruebas. Cualquier cambio en el material de trabajo o método para clasificar a los estudiantes en determinados estilos, son los designados para reportar estos cambios e informar al equipo de mantención si es necesaria la inclusión de un nuevo tipo de actividad en la herramienta.

4.1.4 Recursos técnicos

Para la correcta utilización de la plataforma por parte del usuario, es necesario acceso a internet y un computador con algún explorador web que no bloquee anuncios, dado que por motivos que se están investigando no se presentan algunas partes del contenido si es que se encuentra activo algún bloqueador de publicidad.

En tanto al entorno de trabajo de *MAGLE*, al ser una herramienta de autoría, los recursos que posee están limitados al uso de estudiantes dentro de la escuela de ingeniería informática que se sientan motivados de participar en proyectos relacionados a la educación. Mediante reuniones que demuestran el interés por llevar a cabo un proyecto de esta índole, se solicita el acceso para que puedan utilizar una versión prototipo y ejecutable.

4.1.5 Consideraciones adicionales

Algunas de las consideraciones adicionales para la implementación del sistema que provee los recursos de aprendizaje adaptativo son las versiones que presenta *MAGLE* para trabajar. Al ser una herramienta que se encuentra en constante avance, en ocasiones no se encuentra disponible y bloquea el acceso a los usuarios. También, es posible que presente algunas fallas respecto al funcionamiento de algunas interfaces o interacciones.

Otra consideración, son los cambios que pueden presentar los recursos de aprendizaje para cada uno de los perfiles. Aunque esto está contemplado desde un inicio pues al considerar la opinión de los docentes y estudiantes al utilizar el sistema y ver cómo se presenta todo el material, es importante tomar en cuenta las recomendaciones. A la fecha, el material para cada uno de los perfiles va en su cuarta versión.

4.2 Metodología a utilizar

El desarrollo de una metodología de enseñanza que comprenda las características necesarias para responder la problemática no es una tarea sencilla que se pueda elaborar en el corto plazo. A decir verdad, no existe una plantilla que esté enfocada en un curso en particular, ni en los contenidos que se desean enseñar. Dentro de la universidad (PUCV), la excepción a esta regla estaría en el curso “Inserción Laboral” que realiza sus clases vía web y las evaluaciones por el mismo medio, pero queda estancado en sólo a la visualización de información y el paso de páginas secuencial. Además, carece de una retroalimentación adecuada de los ejercicios realizados pues solo muestra el resultado final obtenido en las evaluaciones.

Tomando como ejemplo esta propuesta desarrollada por la universidad, se busca utilizar una herramienta a la que se le confeccione una propuesta a medida para los alumnos de ingeniería que posean asignaturas relacionadas con la orientación a objetos en lenguaje Java. En otras palabras, generar un sistema de enseñanza que contemple aspectos de aprendizajes adaptativos, contenidos adaptables (cómo presentar la información al estudiante), estrategias pedagógicas de enseñanza, retroalimentación oportuna y que no esté basada únicamente en contenido expositivo.

Pero ¿qué elementos se han de considerar para esta propuesta? Para responder esta pregunta se debe entender el trasfondo pedagógico que tiene la elaboración de contenido. El aprendizaje humano consiste en un ciclo que comprende, por lo general, cuatro etapas (Figura 4. 1): adquisición del contenido, procesamiento de la información, comprensión de la materia y aplicación de lo aprendido. Dentro de estas mismas cuatro etapas, el ciclo que se repite con mayor frecuencia es el de adquisición-procesamiento, el cual está fuertemente relacionado con uno de los procesos fundamentales del aprendizaje, el cual es, la imitación, es decir, repetición de un proceso observado, que implica tiempo, espacio, habilidades, otros [Shunk, 1997].

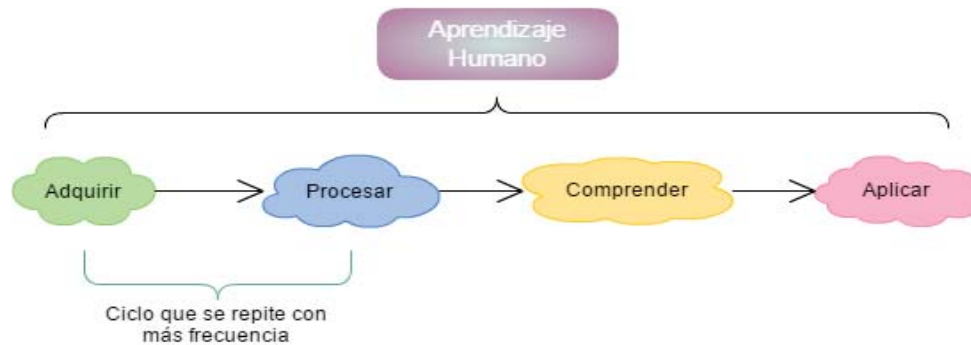


Figura 4. 1 Proceso del aprendizaje.

En este proceso, cada una de las etapas presenta características que permite la adaptación a las exigencias que el contexto demande. Como el fin de este estudio es el desarrollo de una propuesta de apoyo al aprendizaje, estas etapas pueden asociarse a distintas actividades sobre cómo presentar el material y así provocar una reacción en quién esté estudiando. Por consiguiente, cada una de estas se relaciona tal que:

- La adquisición de contenidos es la presentación de la información que se va a estudiar.
- El procesamiento de la información es aquella etapa en la que se realizan preguntas cortas, o conceptuales, para asegurar que se ha comprendido la idea de lo presentado con anterioridad. Evaluaciones breves, si desea relacionar con un concepto más específico.
- La comprensión del material, presentando un ejemplo de cómo se ve reflejado el contenido en un ambiente real; en qué contextos se aplica lo estudiado y cuáles serán las situaciones en las que se refleja con regularidad.
- Aplicación de lo aprendido con evaluaciones, presentando una variedad de ejercicios para el contenido en cuestión.

En este último punto (aplicación de contenido) es donde se desea hacer mayor énfasis y obtener provecho de la adaptabilidad de contenido. Los estilos de aprendizaje se caracterizan por la capacidad que estos tienen para presentar su material del modo que más acomode al usuario, o más bien, se adapte a las capacidades intrínsecas de este. Dentro del área de la ingeniería, y estudios que fomentan el uso de diversos estilos de aprendizaje, el que ha recibido un mayor apoyo o sustento académico es el uso de los estilos de aprendizaje de Felder & Silverman (véase capítulo 3.2.1). Al trabajar en conjunto con estilos de aprendizaje, los rasgos propios de una persona sirven como indicadores relativamente estables, en cuanto a percibir, interaccionar y responder al entorno.

Existen estrategias para lograr disminuir los trastornos de aprendizaje, como un conjunto de actividades y técnicas planificadas; se clasifican de acuerdo al objetivo que persiguen:

- Primarias: se aplican directamente al contenido por aprender.
- Apoyo: se utilizan para crear y mantener un ambiente que favorezca el aprendizaje.

Así pues, la metodología propuesta se puede categorizar como una mezcla de ambas estrategias. Por una parte, la metodología se enfoca en el contenido que aprenderá el alumno;

y por otra, la plataforma está orientada a que el ambiente sea el adecuado para favorecer el aprendizaje. Proporcionar un ambiente adaptativo para el alumno, presentando el material de estudio y ejercitación de diversas maneras para una misma temática.

4.2.1 La nueva forma de enseñar

El uso de las TIC en el ámbito educativo ha traído consigo muchas especulaciones relacionadas con la innovación que conlleva su incorporación en el área. En 2002 se publicó el reporte “*2020 Visions, Transforming Education and Training Through Advanced Technologies*”, que comprende una serie de artículos que plantean escenarios factibles para el año 2020 referidos a los usos de las TIC en las instituciones educativas. Entre las múltiples visiones que se tenían en ese entonces, y hoy en día también, es difícil desarrollar una innovación educativa que no esté ligada a los desarrollos tecnológicos. Con frecuencia se presupone que el avance social y educativo se basa sólo en los progresos tecnológicos, dejando de lado el asunto de la exclusión social e inequidad que se propicia cuando dicha incorporación no toma en cuenta una apuesta por un modelo basado en el desarrollo humano y una educación equitativa.

Centrándonos en el ámbito universitario, con regularidad es posible percatarse de que los profesores no dan abasto en cuanto a llegar a cada uno de los estudiantes que se encuentra en el salón de clases. Cuando se trata de exponer el contenido es común que la forma en que estos se presenten sea la más cómoda para el docente, ya que es el modo en el que se mejor se desenvuelve para explicar la materia; se generan instancias en las que no todo el curso presente logra comprender lo que se está explicando. Es decir, si el profesor está explicando la transición de los espectros de la luz de un color a otro mediante el uso de colores en un vídeo, existe la posibilidad de que haya alumnos que con esa forma de aprendizaje no entiendan lo que se les explica y su modo más afín sea mediante el uso de fórmulas.

Lo que se busca con elaboración de esta nueva propuesta al utilizar tres perfiles de aprendizaje es lograr llegar a cada uno de los estudiantes que buscan aprender programación orientada a objetos. La intención de esto es adaptar el entorno de aprendizaje (las aulas de clases y el contenido que en estas se presenta) al nivel de desarrollo intelectual que presentan los estudiantes. Como indican varios de los autores, no todos adquirimos y procesamos el conocimiento del mismo modo, por lo que al tener distintos perfiles para presentar el material al estudiante se amplifica la posibilidad de que este aprenda de mejor manera lo que quiso dar a conocer su profesor en una primera instancia. Tal y como se especificó anteriormente, esta propuesta funciona como una combinación para enfrentar los trastornos de aprendizaje mediante técnicas primarias y de apoyo. No solo es el uso de una plataforma tecnológica en la que se pide a los alumnos registrarse y estudiar lo que ahí se encuentre, sino también un cambio en la presentación de este material. Haciendo uso de una plataforma *e-learning* se es capaz de llegar a un conjunto de estudiantes de manera más rápida y en forma paralela, considerando también los beneficios que puede entregar al presentar resultados y retroalimentación de forma casi inmediata.

4.2.2 Perfiles de enseñanza

Los estilos de enseñanza se refieren al hecho de que cada persona posee una mejor percepción a ciertas estrategias de aprendizaje. La noción de que todos aprenden de manera

distinta a las demás permite buscar las vías más adecuadas para facilitar el aprendizaje, y cuando los estudiantes se les enseña según su propio estilo de aprendizaje aprenden con más efectividad.

Así pues se propone utilizar una modalidad específicamente diseñada para la enseñanza a alumnos de ingeniería en el área de la programación orientada a objetos. Para ello se plantea el uso de tres perfiles, cuyo acrónimo es NPSC, donde cada uno posee características específicas que lo hacen más reconocibles para el alumno:

- **Narrativo**: Se compone en su mayoría de texto escrito e imágenes, por lo que la información se presenta de manera similar a la que es narrada un cuento o una noticia. Este perfil está orientado para aquellas personas que se encuentran mucho más cómodos al leer textos que les expliquen cómo funcionan los sistemas, es decir, alumnos que están más familiarizados a la lectura de libros u otros similares.
- **Pseudocódigo**: Se compone de elementos de audio y vídeo, acompañados de explicaciones en pseudocódigo, es decir, una explicación algorítmica del contenido en cuestión. Cada uno de los vídeos cuenta con animaciones acorde al material de estudio y pequeños ejemplos para entenderlo, además de que ninguno de esos supera los 5 minutos de duración. Dirigido a aquellas personas que se sienten más cómodas con la explicación de la materia mediante esquemas o pseudocódigos.
- **Código**: Se compone en su totalidad de segmentos de código extraídos de la plataforma Eclipse. Luego de cada sección de código se presenta una explicación donde se identifica el contenido que se busca que el alumno aprenda. Utiliza en su mayoría ejemplos para explicar los contenidos, por lo que las personas que se sienten más seguras con en lenguaje de programación en sí les resulta más fácil reconocer palabras reservadas o el uso de ciertos elementos.

La forma de evaluar los contenidos presentados a través de estas tres vías de ejercitación será mediante la misma prueba, así pues, se busca demostrar que independiente del modo en el que se presente el contenido a los alumnos todos comprenden de la misma manera. Mediante este espacio, los estudiantes contarán con las mismas horas de estudio, sin embargo, los contenidos y ejemplos estarán acordes a sus necesidades. Por lo que todos aprenderán a un mismo ritmo y se logrará llegar a cada uno de los presentes en la sala y no solo a los que comprendieron el modo en que enseñaba el profesor.

4.2.2.1 Cuestionario de perfiles de enseñanza

Para conocer a cuál estilo pertenece cada alumno que utilizará la plataforma, se optó por el diseño de un cuestionario propio basado en las preguntas del modelo *VARK*. Originalmente esta prueba contiene dieciséis preguntas llevadas al ámbito cotidiano. Cada una de las alternativas de cada pregunta está correlacionada a un determinado estilo de aprendizaje; no obstante, para el desarrollo de esta propuesta se tuvo asesoría profesional psicológica, ajustando el test a ocho preguntas. También se considera el hecho que el material de aprendizaje adaptado está orientado únicamente a tres perfiles de estudiantes, a diferencia de los cuatro estilos que propone el modelo de Fleming. Esto provocó una combinación de los estilos utilizando como eje principal la modalidad visual, sumada a alguna de las otras tres modalidades. Esta mezcla se fundamenta en el hecho de que los estudiantes de ingeniería que

cursan asignaturas de programación utilizan principalmente material pedagógico visual (esquemas, imágenes y diagramas).

El objetivo del test modificado de *VARK* es determinar las preferencias de la modalidad sensorial a la hora de procesar información, las cuales pueden ser:

- (V) Visual: aprende mejor mirando.
- (A) Auditiva: aprende mejor escuchando.
- (R) Leer/escribir: aprende mejor leyendo o escribiendo.
- (K) Kinestésica: aprende mejor haciendo.

El objetivo del test elaborado para esta propuesta es determinar cuál es la modalidad sensorial predominante (o las modalidades) mediante las cuales los estudiantes de ingeniería adquieren los contenidos. La modalidad sensorial entonces está determinada por:

1. Narrativo: representa una mezcla del estilo *Reading* y *Visual* del test *VARK*. El contenido son mayoritariamente texto e imágenes, y un ejemplo paso a paso con el objetivo de enseñar una historia o noticias relacionadas a la tecnología.
2. Pseudocódigo: secuencia de pasos e imágenes, corresponde a una combinación de los estilos *Visual* y *Auditivo*, se realizan las modificaciones adecuadas para incluir recursos que hagan énfasis en los aspectos auditivos de un contenido. Un audio que explica una secuencia de pasos e imágenes, dirigido a aquellos que aprenden mediante vídeos y audio.
3. Código: observando código de programación e imágenes, correspondiendo a una combinación entre los estilos *Visual* y *Kinestésico*. La definición adecuada para esta es la de mirar y ejecutar un código de programación (visión futurista de cómo funciona este perfil, por el momento la plataforma solo permite ingresar código, más no procesarlo), acompañado de imágenes.

En la Tabla 4. 1 se muestran las asignaciones de la columna correspondiente siguiendo la base de *VARK*. La columna (V, A, R o K) que tenga mayor puntaje (más alternativas marcadas) será el estilo de aprendizaje dominante. Cuando existan dos modalidades que posean el mismo puntaje se realizará una asignación aleatoria para el uso formal de la plataforma. Excepto durante las pruebas de efectividad de la plataforma donde se asignará al estilo con menos frecuencia.

- Narrativo: V+R (Visual + Reading)
- Pseudocódigo: V+A (Visual + auditivo)
- Código: V+K (Visual + kinestésico)

Tabla 4. 1 Asignación de categorías para perfiles según *VARK*.

Pregunta	Categoría según <i>VARK</i>			
	Visual	Auditivo	Reading	Kinestésico
1	b	a	c	d
2	d	c	b	a
3	b	d	c	a
4	b	d	a	c
5	a	b	c	d
6	c	a	b	d

7	d	c	b	a
8	d	c	a	b

En el anexo B se presenta el cuestionario elaborado para evaluar a los alumnos que utilizarán la plataforma.

4.3 Herramienta de uso: MAGLE

Para la presentación del pretest, posttest y contenido expositivo, se decidió utilizar la herramienta *e-learning* MAGLE. Esta fue elaborada dentro de la misma de universidad donde su objetivo inicial era el de enseñar inglés. La particularidad de la plataforma es que se desarrolló para dar soporte a los distintos tipos de estilos de aprendizaje presentados, por lo que, permite que el contenido que se ha desarrollado se enseñe de manera adecuada dependiendo del estilo o perfil de cada estudiante (Figura 4. 2).

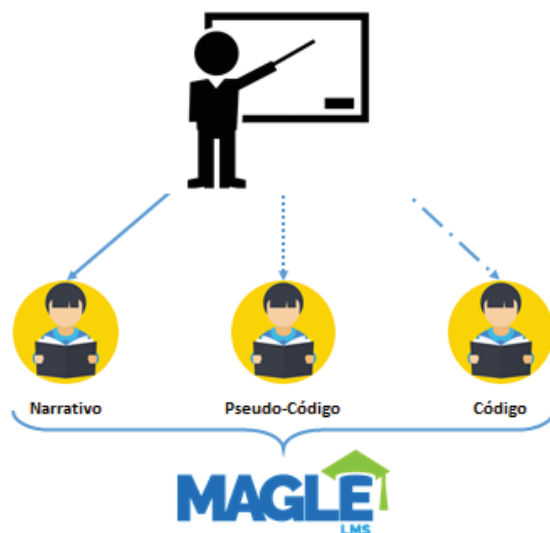


Figura 4. 2 MAGLE como base para distintos estilos de aprendizaje.

La plataforma permite la inclusión de recursos de diversos tipos como imágenes, videos, ingreso de texto, preguntas de verdadero y falso, encuestas y la diferenciación de tipos de usuarios. Esta diferenciación entre usuarios lo vuelve ideal para la generación de un contenido global y que dependiendo del usuario que ingresa al sistema lo deriva a la clasificación correspondiente. La creación de actividades y otros se encuentra agrupada mediante un clúster y cada uno de estos se puede configurar para que se accedan o no dependiendo de las actividades que realice el usuario dentro de la plataforma (Figura 4. 3). Además, como se mencionó previamente, la gran variedad de componentes que posee y la distribución de espacios que permite mediante los *containers* la transforman en una herramienta potente para la combinación de diversos ejercicios.

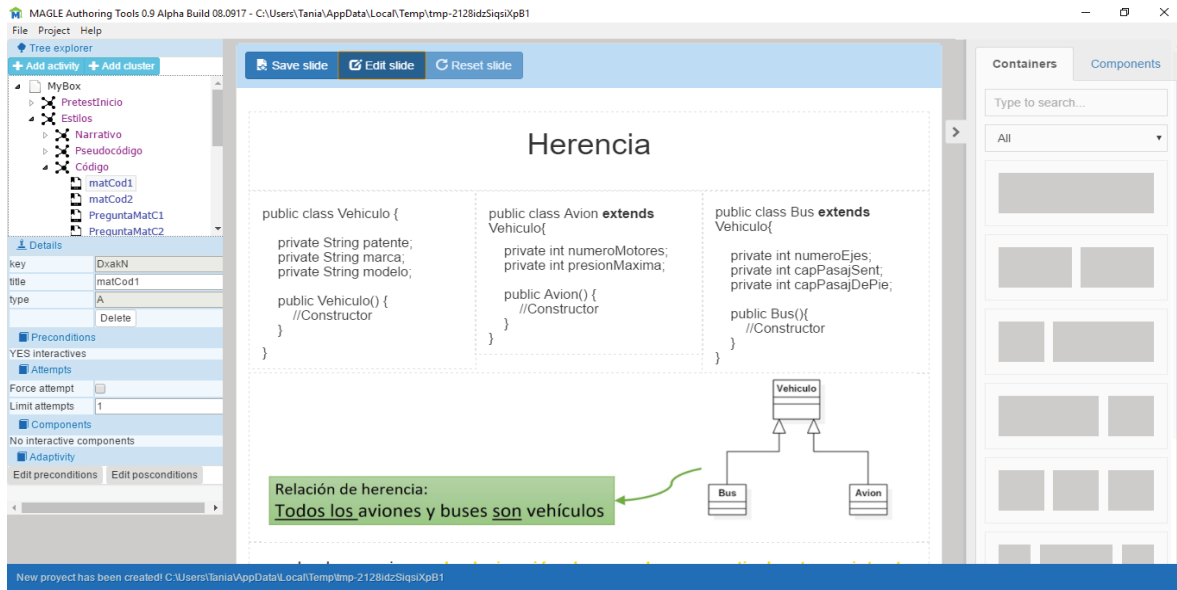


Figura 4. 3 Componentes de *MAGLE*.

Al ser una herramienta de autoría de la Escuela de Ingeniería Informática, se solicitaron modificaciones menores para utilizarse con material de programación orientada a objetos. Dada la modalidad de contenedores que posee, transforma la etapa de las pruebas a un proceso más flexible y de baja complejidad, separándolo en etapas de pretest, presentación del contenido y posttest. El uso de la plataforma está dividido en cuatro etapas:

1. Primera etapa, los estudiantes comienzan realizando la prueba *VARK* modificada, luego la plataforma los clasifica en uno de los estilos de aprendizaje ya comentados.
2. Segunda etapa, se les realiza una prueba de nueve preguntas. Evalúa tres objetivos diferentes de aprendizaje que son: el alumno logra contrastar la diferencia entre superclase y subclase, el alumno logra comprender que los atributos de la superclase no deben escribirse nuevamente en la subclase y el alumno logra comprender las funciones de una superclase puede o no ser sobrescrito por una subclase (Figura 4. 4).
3. Tercera etapa, cada alumno ve el material correspondiente al estilo de aprendizaje asignado que contiene cinco preguntas de control para medir si el material realmente se está leyendo, escuchando o utilizando.
4. Cuarta etapa, se les realiza una prueba de nueve preguntas. Evalúa los mismos objetivos de aprendizaje que la etapa dos usando diferentes preguntas (Figura 4. 5).

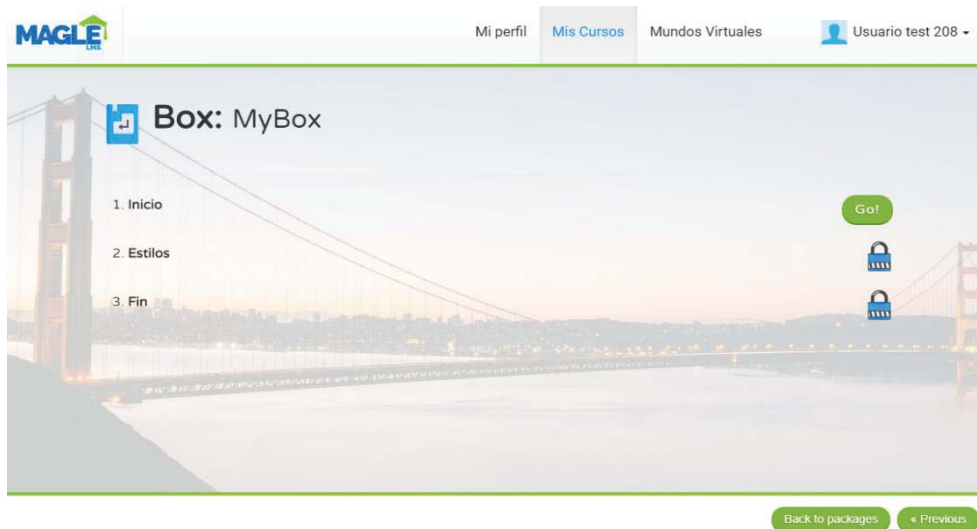


Figura 4. 4 Etapas disponibles para el usuario dentro de *MAGLE*.



Figura 4. 5 Visualización de las preguntas al realizar el posttest en *MAGLE*.

4.4 Desarrollo del material

El desarrollo de contenidos para esta propuesta busca proporcionar un espacio para la mejora del aprendizaje de la orientación a objetos, destacándose así un punto importante:

- Alcance del material de estudio: el contenido presentado por esta metodología tiene mayor énfasis en la segunda mitad del área de estudio de la asignatura. Entonces, el material comienza desde “relaciones de objetos” en adelante y da por hecho que el alumno ya posee conocimientos básicos de la orientación a objetos. Se asume que las bases como transformación y tipos de datos, o sintaxis, es algo que ya se domina, por lo que los ejercicios y/o el contenido no reforzarán esa área.

Durante las primeras pruebas de la plataforma y el uso de esta metodología de perfiles de aprendizaje está contemplado abordar el tópico de herencia de objetos, presentando

definiciones y conceptos básicos de este. Todo el material que se presente dentro del sitio está organizado en una serie de etapas (Figura 4. 6) simulando el proceso de aprendizaje.



Figura 4. 6 Etapas de presentación de tema a evaluar.

En cuanto al tema de la ejercitación, algunas de las propuestas que se plantean para ello son las siguientes:

- **Contraejemplos:** los contraejemplos se caracterizan por ser la excepción a una regla general. En otras palabras, se trata de un ejemplo o caso particular que haría falsa una generalización. Normalmente un contraejemplo se opone a proposiciones que tienen la estructura “Todos los X son (o tienen la característica) Y” y también a aquellas con estructuras negativas “Ningún X...”. Usualmente un contraejemplo sigue la estructura “Existe un X que no es (o no tiene la característica) Y”. Un ejemplo rápido de la aplicación de esto sería lo siguiente:
 - Ejemplo: La orientación a objetos permite la herencia múltiple.
 - Contraejemplo: El lenguaje Java solo permite un padre para una clase en particular (herencia simple).
- **Elementos de arrastre:** el aspecto visual en ocasiones es difícil de manejar, por lo que se ha planteado el uso de elementos de arrastre cuando se trate de composición de objetos. Esto es, por ejemplo, para entender la herencia de atributos y funciones de un objeto arrastrar un elemento de un lado a otro y que visualmente se vean estos cambios al realizar la acción.
- **Comparación (buscar las diferencias):** se busca mostrar partes de un código y que a partir de este los alumnos sean capaces de detectar las diferencias y las partes erróneas que estas presentan. En cuanto a este punto, esto es más un aspecto sintáctico y semántico de la materia o programación, por lo que de algún modo sí o sí debe de evaluarse.
- **Alternativas múltiples:** una de las opciones menos llamativas, pero que no se ha descartado debido a la rapidez con la que es posible evaluar. Es la más tradicional de las presentadas anteriormente, pero aun así es la más cómoda y con la que no se descartan nuevos usos. Es posible realizar preguntas más específicas y por lo mismo, utilizarla para detectar si están comprendiendo la materia. De cierto modo está relacionada a la etapa de procesamiento de la información dentro del proceso de aprendizaje, lo que la hace ideal para utilizar en ese momento.

4.5 Especificación del material pedagógico

El material pedagógico elaborado contempla tres instancias, donde se toma en consideración el proceso de enseñanza que se ha explicado con anterioridad. En cada una de estas instancias existe una modalidad distinta de la presentación del material dependiendo del

perfil que fue asignado al usuario. En cada uno de estos modos, se presentan los mismos conceptos y definiciones, ejemplos y ejercitación, la única diferencia radica en el modo en el que se presentan y por lo mismo, la cantidad de tiempo que se emplea para la lectura y comprensión de este.

En la Figura 4. 7 se explican los pasos establecidos para la presentación del material pedagógico y que se hace en cada uno de los pasos.

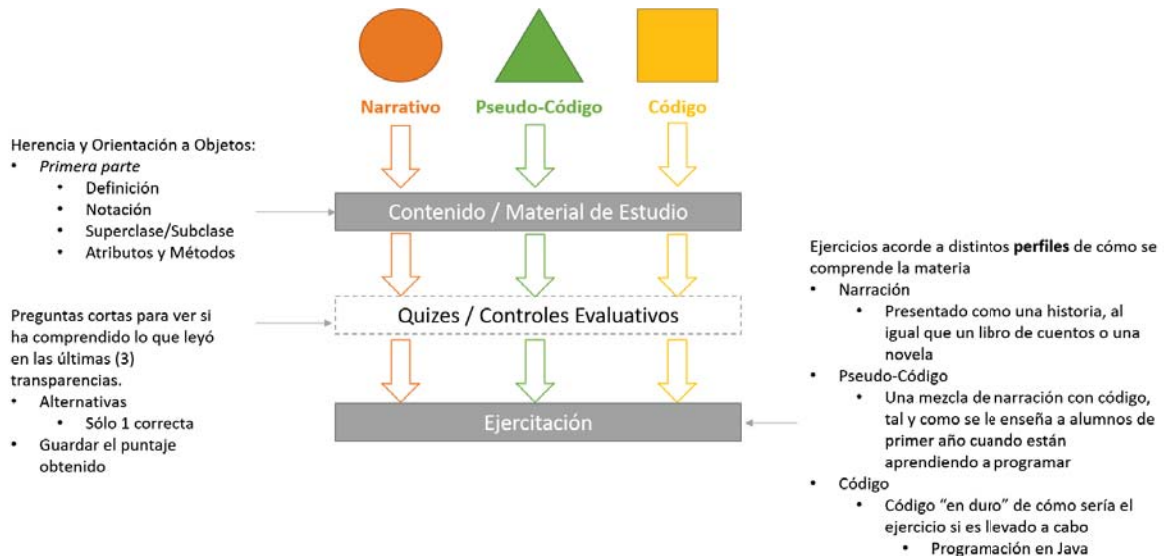


Figura 4. 7 Especificación del material pedagógico.

4.5.1 Material expositivo

El material expositivo es aquel que está contemplado para ser añadido a la plataforma *MAGLE*. Cada una de las diapositivas que se muestran a continuación están determinadas para un perfil en específico, pero todas presentan el mismo contenido. A continuación, se muestran cada una de las transparencias que abarcan la primera parte del material referida a definición y conceptos (Figura 4. 8 hasta Figura 4. 13).

4.5.1.1 Perfil narrativo

Las siguientes imágenes ejemplificativas corresponden al contenido que se presenta en la plataforma *MAGLE* en el perfil narrativo designado para los estudiantes. Las imágenes presentan texto y algunos esquemas.

MAGLE Mi perfil Mis Cursos Mundos Virtuales Usuario test 102

Herencia

- La herencia es un mecanismo por el que se pueden crear nuevas clases a partir de otras existentes, es decir, es la derivación de una clase a partir de otra existente.
 - Heredando, y posiblemente modificando, y/o añadiendo **métodos (funciones/operaciones/acciones)**.
 - Heredando y posiblemente añadiendo **atributos**.
- El objetivo es la reutilización del software desarrollado.

Relación de herencia:
Todos los coches son vehículos



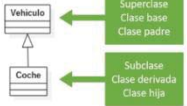
Previous attempts: 0 Back to packages Previous Next

Figura 4. 8 Material expositivo en perfil narrativo, parte 1.

MAGLE Mi perfil Mis Cursos Mundos Virtuales Usuario test 102

Herencia: Superclase y Subclase

- La clase de la cual **se deriva otra** clase se denomina clase base, superclase o clase padre.
- Una clase **derivada** de una superclase recibe también el nombre de subclase o clase hija.



Superclase
Clase base
Clase padre

Subclase
Clase derivada
Clase hija

- La herencia aplica en relaciones de naturaleza **"B es un tipo de A"**

Previous attempts: 0 Back to packages Previous Next

Figura 4. 9 Material expositivo en perfil narrativo, parte 2.

4.5.1.2 Perfil pseudocódigo

Las siguientes imágenes ejemplificativas corresponden al contenido que se presenta en la plataforma *MAGLE* para el perfil Visual-Auditivo. La figura presentada muestra el contenido en forma de audio y video, siguiendo una presentación del material en formato de pseudocódigo.

MAGLE Mi perfil Mis Cursos Mundos Virtuales Usuario test 208

Herencia de clases

Coche: si o si heredará los atributos "motor" y "transporte por medio", además del método "trasladar objetos".



Un Vehiculo tiene motor se transporta por algún medio traslada objetos

Un coche que **extiende** de la idea de Vehiculo tiene ruedas traslada personas



Previous attempts: 0 Back to packages Previous Next

Figura 4. 10 Material expositivo en perfil pseudocódigo, parte 1.

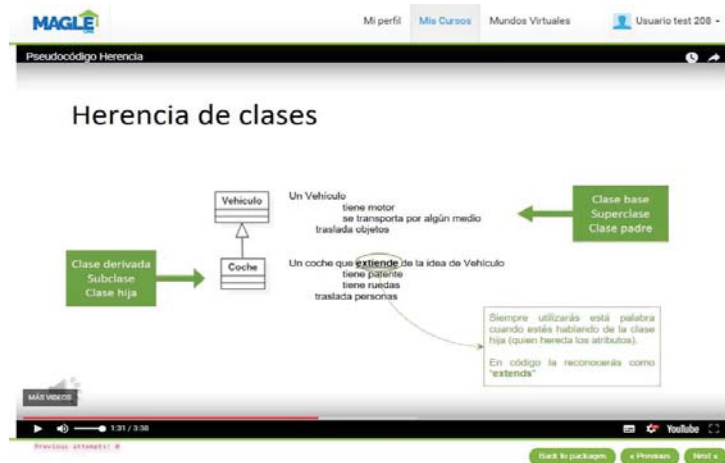


Figura 4. 11 Material expositivo en perfil pseudocódigo, parte 2.

4.5.1.3 Perfil código

Las siguientes imágenes ejemplificativas corresponden al contenido que se presenta en la plataforma *MAGLE* para el perfil Visual-Kinestésico. Las figuras presentadas muestran el contenido presentado en forma código de programación, acompañado de pequeñas explicaciones de a qué se refiere cada segmento.



Figura 4. 12 Material expositivo en perfil código, parte 1.

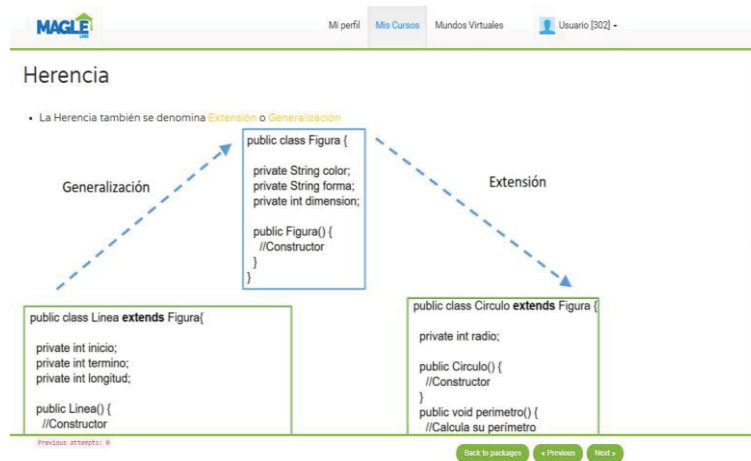


Figura 4. 13 Material expositivo en perfil código, parte 2.

4.5.2 Puntos de control de atención

Para evitar que los estudiantes se distraigan de lo que están estudiando, se tomó la decisión de incluir ‘puntos de control de atención’ en cada uno de los perfiles. Estos puntos de control son evaluaciones presentadas como preguntas cortas y rápidas, enfocadas principalmente para evaluar si el alumno logró entender el material presentado con anterioridad. Cada uno de estos controles se realiza después de una determinada cantidad de transparencias (aproximadamente tres), dejando así un respaldo dentro de la plataforma para saber si el estudiante logra comprender lo presentado. Al tener un registro de las respuestas correctas e incorrectas del alumno en estas instancias, será de apoyo para el docente al momento de analizar los resultados. En otras palabras, cuando revise sus resultados finales en las pruebas podrá identificar si el problema de estos son debido a condiciones del momento, o bien, se debe a problemas de comprensión a comienzos de la materia.

Algunos de los controles evaluativos se pueden observar a continuación (Figura 4. 14 y Figura 4. 15). En cada una de las figuras se indica la respuesta correcta y el fundamento de por qué lo es, la cuál ha de aparecer en un recuadro al momento de responder la pregunta. Si la respondió correctamente, esta aseveración le servirá para reforzar los contenidos; y si ha respondido incorrectamente entonces servirá de explicación de por qué su respuesta ha estado errónea en comparación a la que era correcta.

QUIZ #1

Una de las ventajas que permite el uso de la Herencia es:

- Modificación en Cascada
- Reutilización de Código
- Exclusividad de Clases
- Auto-ejecución de funciones

Respuesta Correcta.
Una de las características más importantes dentro de la utilización de Herencia es que facilita la reutilización del software desarrollado

Figura 4. 14 Control evaluativo, parte 1.

QUIZ #2

¿Qué puedo hacer con las operaciones heredadas de la superclase?

- Dejarla tal y cómo está
- Redefinir completamente la función
- Agregar más líneas de código
- Todas las anteriores

Respuesta Correcta.
Todas las opciones son válidas, ya que una subclase puede hacer lo que estime conveniente con lo que le fue heredado de su superclase

Figura 4. 15 Control evaluativo, parte 2.

4.5.3 Ejercitación

La ejercitación es la última parte respecto al contenido a estudiar en la que observarán la información de acuerdo al perfil que les fue asignado al registrarse en la plataforma. Estos ejercicios tienen la misma idea principal, sólo que se presentan de acuerdo al perfil que corresponda. Es decir, para un alumno que tiene un perfil dirigido a la narración, su ejercitación será presentada mayoritariamente como un libro de texto acompañado de imágenes; a diferencia de un alumno que presenta mayores facilidades con un perfil de código, donde la ejercitación estará enfocada principalmente en el lenguaje de programación correspondiente (en este caso Java).

4.6 Revisión del aprendizaje

Considerando que para comprobar la eficacia de la metodología se realizarán pruebas a grupos de estudiantes de ingeniería, es pertinente tomar evaluaciones pre-test y post-test en cada uno de los grupos de estudio. El fin de estas evaluaciones previas y posteriores al contenido expuesto, es analizar si el estudiante ha presentado mejoras en sus resultados al responder una mayor cantidad de respuestas correctas. El pre-test se considera una ‘prueba de

diagnóstico' para conocer qué tanto sabe una persona respecto al tema, mientras que el post-test verifica si la persona comprendió el contenido al que fue expuesto. Los contenidos de ambas pruebas fueron utilizadas bajo el consentimiento del profesor guía.

Para verificar si un alumno cumplió con los objetivos de aprendizaje, cada uno de estos se encuentra ligado a lo menos con tres preguntas por prueba. Es decir, dada la posibilidad de que los estudiantes respondan al azar, al preguntar tres veces o más sobre un mismo tópico se minimiza la probabilidad de obtener respuestas poco honestas. Esto permite balancear la dificultad de las preguntas y así no favorecer o perjudicar algún estudiante que se encuentre familiarizado con ellas.

Tabla 4. 2 Objetivos de aprendizaje para la primera parte de herencia.

Tema	Herencia y concepto de superclase/subclase
Público	Estudiantes de 2do y 3er año de Ingeniería que cursen asignaturas de programación.
Objetivos de Aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> • Distingue la diferencia entre superclase y subclase en orientación a objetos para la construcción de aplicativos con herencia en Java. • Infiere que no se debe re-escribir los atributos de la superclase en la subclase en herencia de clases para la confección de aplicativos en Java. • Reconoce que los métodos de una superclase pueden o no ser sobre-escritos por una subclase en herencia de clases para la confección de aplicativos en Java.

En la Tabla 4. 2 se presentan los objetivos de aprendizaje correspondientes a la primera parte de la planificación pedagógica. Dado que el contenido de esta materia es pequeña, los objetivos en cuestión son pocos y atacan directamente a cada uno de los temas que se abordan en los tres perfiles diseñados. En los siguientes puntos (véase capítulos 4.6.1 y 4.6.2) se presentan las preguntas correspondientes a pre-test y post-test, en los que además se especifican a qué objetivo corresponde cada una de ellas.

4.6.1 Pre-Test

El pretest es una prueba previa que se tomará a los grupos de estudiantes participantes. Consiste en nueve preguntas de alternativas respecto del material expositivo que se les presentará una vez finalicen la evaluación. Su objetivo es verificar qué tanto conocimiento poseen los alumnos antes de estudiar la materia.

Las preguntas están diseñadas para ser respondidas por personas que nunca han visto herencia de clases, o que poseen poco conocimiento sobre este contenido. No obstante, ninguna de ellas supone ser un reto para el estudiante. A continuación, se listan en una tabla (Tabla 4. 3) ejemplos de preguntas correspondientes a pretest y su correspondiente objetivo de aprendizaje. Cada una de las alternativas correctas se encuentra resaltada.

Tabla 4. 3 Evaluación pre-test: ejemplos de preguntas por objetivo.

Objetivo de Aprendizaje	Pregunta
Distingue la diferencia entre superclase y subclase en orientación a objetos para la construcción de aplicativos con herencia en Java.	<p>Seleccione un mal ejemplo de los conceptos de superclase y subclase:</p> <ol style="list-style-type: none"> Superclase: Profesional, Subclase(s): Abogado, Médico, Ingeniero Superclase: SistemaOperativo, Subclase(s): iOS, Android, Windows OS Superclase: Animal, Subclase(s): Mamífero, Anfibio, Reptil Superclase: Alumno, Subclase(s): Pregrado, Magister, Doctorado Superclase: Camioneta, Subclase(s): Auto, Motocicleta, Camión
Infiere que no se debe re-escribir los atributos de la superclase en la subclase en herencia de clases para la confección de aplicativos en Java.	<p>La clase Persona posee los atributos: nombre, apellidos y rut. La clase Alumno que es subclase de la clase Persona posee los atributos: añoIngreso, tasaAvance y añoEgresoEstimado. ¿Qué atributos deben estar escritos en la clase Alumno?</p> <ol style="list-style-type: none"> nombre, apellidos, rut, añoIngreso, tasaAvance y añoEgresoEstimado añoIngreso, tasaAvance y añoEgresoEstimado tasaAvance, añoIngreso, añoEgresoEstimado, nombre y rut nombre, apellidos y rut Ninguna de las anteriores
Reconoce que los métodos de una superclase pueden o no ser sobre-escritos por una subclase en herencia de clases para la confección de aplicativos en Java.	<p>Suponga que el método encender, implementado por la clase Vehículo, realiza una impresión por consola donde anuncia que está encendiendo su motor. Suponga que la clase Avión utiliza el método encender que realiza una impresión por pantalla anunciando que sus turbinas 1 y 2 están comenzando a calentarse.</p> <p>¿Qué está ocurriendo con el método de Avión?:</p> <ol style="list-style-type: none"> Sobre-carga uno de sus métodos Sobre-escrive el método de la superclase Sobre-carga y sobre-escrive el método encender Hereda la funcionalidad de la superclase a y d

4.6.2 Post-Test

El posttest es la prueba a realizar una vez que los estudiantes ya han estudiado todo el material y han ejercitado según el perfil asignado. Similar al pretest, consiste en un grupo de preguntas de alternativas, la cual tiene en consideración el material expositivo presentado. Su objetivo es verificar que tan bien lograron comprender los alumnos la materia estudiada; en otras palabras, si presentaron mejoras a partir de la forma en que estudiaron y comparándolo con los resultados obtenidos en el pretest.

Las preguntas poseen una estructura idéntica a la presentada en el pretest, solo que en esta ocasión, las preguntas poseen variaciones. Ninguna de ellas supone ser un reto para el estudiante. A continuación, se listan en una tabla (Tabla 4. 4) las preguntas elaboradas para el posttest, identificando el objetivo que abarcan y la alternativa correcta resaltada.

Tabla 4. 4 Evaluación posttest: ejemplos de preguntas por objetivo.

Objetivo de Aprendizaje	Pregunta
Distingue la diferencia entre superclase y subclase en orientación a objetos para la construcción de aplicativos con herencia en Java.	<p>Las clases Abogado y Médico son subclases. Indique la superclase que mejor las representa.</p> <ol style="list-style-type: none"> Persona Ingeniero Profesional Persona e Ingeniero Persona y Profesional
Infiere que no se debe re-escribir los atributos de la superclase en la subclase en herencia de clases para la confección de aplicativos en Java.	<p>La clase Universidad posee los atributos: listaProfesores, nombre y dirección. La clase FacultadIngeniería que extiende a Universidad posee los atributos: listaAsignaturas, ingresoAnual y tasaDeserción. ¿Qué atributos deben estar escritos en la clase FacultadIngeniería?</p> <ol style="list-style-type: none"> listaProfesores, nombre, dirección, listaAsignaturas, ingresoAnual y tasaDeserción listaProfesores, nombre y dirección tasaDeserción, listaAsignaturas e ingresoAnual listaProfesores, tasaDeserción, ingresoAnual y listaAsignaturas Todas están correctas
Reconoce que los métodos de una superclase pueden o no ser sobre-escritos por una subclase en herencia de clases para la confección de aplicativos en Java.	<p>Suponga que el método acelerar de la clase Vehículo realiza una impresión por consola donde anuncia que está acelerando. Si las clases Automóvil y Camioneta que extienden de Vehículo invocan el método acelerar por separado y cada una realiza una impresión por consola donde anuncia que está acelerando; nos encontramos en presencia de:</p> <ol style="list-style-type: none"> Sobre-carga de métodos Sobre-escritura de métodos Sobre-carga y sobre-escritura de métodos Herencia de métodos a y d

5 Plan de diseño de actividades

Los procedimientos medulares de este trabajo se llevaron a cabo durante el segundo semestre (julio-noviembre), dado que el material de trabajo está en constante desarrollo y cambios al recibir la retroalimentación de los docentes y los mismos alumnos. Por lo cual, gran parte del trabajo se concentra reiteradamente en el desarrollo de contenido para la herramienta *MAGLE*, pruebas y análisis del contenido asociado. Entre las principales actividades se encuentran:

- Modificación del contenido (material expositivo y ejercicios) para los tres perfiles de aprendizaje.
- Diseño del cuestionario de asignación de perfiles.
- Programación de las pruebas con los estudiantes.
- Análisis de los resultados obtenidos en el pretest y en el posttest.

Uno de los objetivos a corto plazo es que la plataforma demuestre que efectivamente es posible enseñar a los estudiantes, mediante distintos perfiles de aprendizaje, y que estos presenten resultados satisfactorios (respuestas correctas) de forma equitativa. Por este motivo, se han programado una serie de pruebas a lo largo del semestre para analizar los resultados de cada una y ver qué aspectos hay que mejorar para la siguiente aplicación. Así pues, tanto el contenido de estudio como el cuestionario de asignación de perfiles están en constante actualización debido a los comentarios que se reciben por parte de asesores y usuarios. Por ejemplo, uno de los comentarios que se recibieron durante las primeras pruebas es que el cuestionario de asignación de perfiles era bastante extenso y eso afectaba en la atención del alumno, ocasionando que respondiera de manera rápida para dar por terminada la actividad lo más pronto posible. Esto afecta directamente a la asignación del perfil dado que puede no ser la más adecuada a su forma de aprender y por lo mismo, reflejarse al momento de realizar el posttest.

5.1 Diseño del experimento

La aplicación de la propuesta se considera como un proceso de cuatro etapas; en primer lugar los estudiantes comienzan con la realización del test *VARK* para clasificarlos en sus correspondientes estilos de aprendizaje; en segundo lugar se les invita a realizar un pretest para medir sus conocimientos previos a la utilización del recurso adaptativo; en tercer lugar se les habilita el módulo de recursos adaptativos que posee los contenidos de herencia de clases; en cuarto y último lugar se les solicita realizar un posttest para medir sus logros obtenidos.

5.1.1 Indicadores de logros

Entre los indicadores que se destacan para observar el comportamiento de los estudiantes al utilizar la plataforma se encuentran:

- Respuestas correctas e incorrectas: la cantidad de respuestas es el indicador más tradicional para identificar si el usuario comprendió lo que se le presentó con anterioridad.

- Tiempo de respuesta: para reconocer si se está respondiendo y tomando el tiempo necesario para comprender lo que se le está preguntando y no está realizando a la ligera la actividad. Un tiempo de respuesta muy breve entre preguntas induce a que el alumno buscaba finalizar lo antes posible.
- Término de la actividad: si un estudiante no termina la actividad puede significar que el material presentado no fue interesante para él, puesto que lo consideró muy fácil o demasiado difícil. Si ocurriera el caso en que la mayoría desertara en la utilización de la plataforma se realizarán modificaciones en los recursos de cada uno de los perfiles.
- Comparación entre estilos: es interesante analizar si alguno de los perfiles presenta mejores resultados que otros pues podría significar que el material pedagógico se encuentra mejor preparado o que no logra comprenderse con la misma facilidad.
- Desviación estándar: para medir progreso de los estudiantes y sus diferencias entre ellos. Una desviación estándar menor significa que la cantidad de respuestas que se obtienen presentan una mayor semejanza, por lo que es más fácil detectar en qué factores específicos se están equivocando los alumnos.
- Test chi-cuadrado: se utiliza para determinar la asociación entre dos categorías en una muestra, es decir, determinar cuán asociadas o si existe alguna diferencia, entre dos variables. Por ejemplo, la cantidad de respuestas correctas en el pretest comparadas con las del posttest.
- Dósimas de hipótesis: busca probar una hipótesis acerca de los parámetros de una población, como: esperanza, varianza, media, entre otros. Así, se busca aceptar o rechazar probabilísticamente una hipótesis.

5.2 Pruebas a realizar

Respecto a las pruebas a realizar para la evaluación de esta plataforma, se utiliza con un pretest y posttest a cada grupo de estudiantes que participe de las actividades programadas. La selección de los alumnos que probarán el sistema viene de los cursantes de asignaturas relacionadas a la programación orientada a objetos en carreras de Ingeniería Civil Informática, Ingeniería de Ejecución en Informática e Ingeniería Civil Industrial. En una primera instancia se solicitará la participación voluntaria a aquellos que deseen ser parte de este estudio, posteriormente se programará la participación de alumnos de las clases de los profesores Claudio Cubillos y Rafael Mellado.

Al ser tres perfiles los determinados para la explicación de la materia, cada grupo de alumnos que realice las pruebas debe poseer con una muestra de quince personas mínimo para cada uno de los perfiles. Esto pues, si son muy pocos los usuarios que utilizan la plataforma no se contará con los datos suficientes para realizar un análisis que demuestre que efectivamente se presentan (o no) diferencias entre cada una de las modalidades. En la Tabla 5. 1 se muestra las pruebas programadas para el semestre en curso.

Tabla 5. 1 Programación de pruebas de la metodología.

Nº de Prueba	Contenido	Participantes	Cantidad	Fecha de evaluación	Estado	Comentarios
v.0.1	Herencia: conceptos básicos	Ingeniería Ejecución Informática	49	01-09-17	Realizada	Mejoras en el contenido, redacción y usabilidad de la plataforma.
v.0.2	Herencia: conceptos básicos	Ingeniería Ejecución Informática	30	11-09-17	Realizada	Mejoras en el contenido y ejercitación para los distintos perfiles.
v.1.0	Herencia: conceptos básicos y sobre-escritura	Ingeniería Civil Industrial	32	20-10-17	Realizada	Modificación en el cuestionario de asignación de perfiles y cambios en la presentación del perfil pseudocódigo.
v.1.1	Herencia: conceptos básicos y sobre-escritura	Ingeniería Civil Industrial	110	16-11-17	Realizada	

6 Resultados

Se han realizado cuatro pruebas para la evaluación de la propuesta mediante la herramienta *MAGLE* (véase Tabla 5. 1). Aunque para las primeras pruebas se contaba con altas expectativas del equipo de trabajo, la realidad demostró que se necesitaba realizar diversos cambios tanto en el sitio como en el material de estudio. Por ejemplo, antes de poder utilizar la plataforma, los estudiantes debían contestar la encuesta de asignación de perfiles unos días antes para poder asignar los usuarios correspondientes en la base de datos y permitir el acceso debido.

6.1 Primeras pruebas realizadas

Durante la primera versión (realizada el primero de septiembre), se utilizó una muestra de cuarenta y nueve personas. Este grupo fue clasificado para la plataforma a partir de los tres perfiles de los cuales código y narrativo comparten la cantidad de personas clasificadas (dieciocho), mientras pseudocódigo queda por debajo en cinco unidades. No obstante, debido a problemas en el sitio, del grupo original no todos fueron capaces de completar la actividad. En código solo terminaron quince personas, diecisiete en narrativo y diez personas en pseudocódigo (Figura 6. 1).

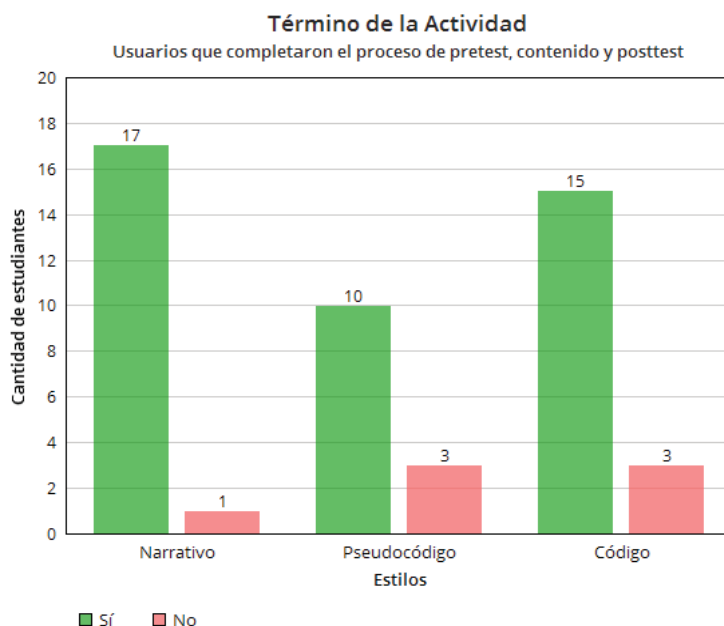


Figura 6. 1 Resultados del término de la actividad durante el primero de septiembre.

La cantidad de personas que participó hasta el término de la actividad son un número moderado, no obstante a pesar de que terminaron, los resultados que obtuvieron en las pruebas fueron bastante desalentadores. Tanto en pretest como en posttest, más del 60% de los participantes obtuvo respuestas incorrectas, es decir, no hubo mejora alguna en sus resultados. Creemos que algunos de los factores significativos que alteraron estos resultados son:

- En una primera instancia, se presentaron dificultades con la plataforma pues esta colapsó y dejó de funcionar debido a una falta de recursos. Este infortunio duró media hora al comienzo de la actividad, lo cual pudo ocasionar la pérdida de concentración e interés de los estudiantes para continuar con sus estudios.
- Otro de los problemas fue la usabilidad del sitio. Al momento de responder las preguntas (tanto *quizzes* como pruebas), estaban disponibles dos botones: “*submit*” y “*continue*”. Para que la respuesta fuera válida, debían presionar en primer lugar *submit* (para guardar la respuesta) y luego “*continue*”. Fueron instrucciones que se mencionaron al comienzo de la actividad pero provocó problemas de todas formas.
- Por último, el retraso que se ocasionó al comienzo, forzó a que la actividad se ejecutara en los hogares de los alumnos. Es por tal motivo que se presentó un alto porcentaje de no respuesta en la última parte de la prueba de posttest. De hecho, analizando los tiempos de cada una de las preguntas, en promedio presentan un margen de respuesta de treinta segundos, lo cual es demasiado rápido considerando que la tarea implica la lectura de la pregunta y sus respuestas. Otro detalle que se logra observar es que más de la mitad de los usuarios que terminó su estudio en casa tardó más de dos horas en promedio para leer el material de estudio (el cual no debería utilizar más de cuarenta min).

Tomando en consideración estos problemas que se presentaron, para la segunda versión de la prueba de la metodología (realizada el once de septiembre) se hicieron las respectivas modificaciones:

- Cambio de test de estilos/perfiles de aprendizaje
 - Modificación de la cantidad de preguntas a evaluar.
 - Utilización de tres test diferentes, generando un cuestionario que combina tres visiones de distintos autores para no guiarnos únicamente con la visión original de Felder-Silverman.
- Mejoras de usabilidad
 - Corrección de botones que se prestaban para una doble interpretación o que los alumnos no podían reconocer fácilmente.
- Trabajo en casa
 - Se logró utilizar la plataforma de manera presencial en las dependencias de la universidad, en los laboratorios de computación de la Escuela de Ingeniería Informática.

En esta segunda ocasión, todos los participantes completaron la actividad, no obstante, el problema se presentó al momento de comparar entre los distintos perfiles pues no se contaba con una cantidad proporcional de personas (ver Figura 6. 2).

Asignación de Perfiles
Clasificación mediante test de VARK

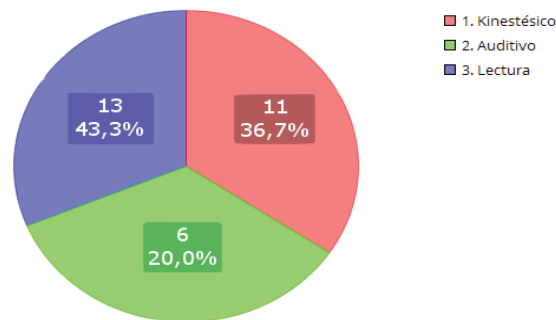


Figura 6. 2 Usuarios clasificados para la plataforma en los distintos perfiles.

En cualquier caso, independiente de la cantidad de personas en cada uno de los estilos, los resultados fueron completamente distintos a los de la primera versión, pues en estos sí hubo mejorías en las pruebas posteriores, pudiendo ser, tanto el cambio de usabilidad de la plataforma como la modificación del contenido. Aunque la variación porcentual entre uno y otro no es grande (no superan el 15%) los alumnos logran responder correctamente la pregunta anteriormente evaluada, sólo que expresada de una manera distinta, evidenciando así que comprendieron lo que estudiaron a través del perfil asignado.

En conversación con los alumnos y profesores después de realizar la actividad, se observa que algunas de las preguntas podían tener una doble interpretación por parte de los estudiantes, por lo que se determinó una segunda revisión en la redacción de estas y los ejemplos que se utilizaban. Por ejemplo, varios de los estudiantes mencionaron que se confunden cuando se les preguntaba utilizando referencias a animales o comidas. En otra pregunta, todos los estudiantes respondieron erróneamente porque todos comprendieron algo completamente distinto a lo que se preguntaba, lo cual se sigue cuestionando entre el equipo de trabajo de si fue un problema de comprensión de lectura o si la pregunta era demasiado compleja para encontrar la respuesta.

6.2 Tercera prueba realizada: cambios en el contenido

Posterior a los problemas presentados durante las primeras pruebas, se realizó un cambio mayor en la modalidad de presentación de los perfiles. Para luego realizar una serie de arreglos menores dentro de la plataforma, los resultados obtenidos en la nueva muestra de alumnos dieron valores significativamente distintos a los encontrados en las versiones anteriores.

Para esta prueba participaron treinta y dos voluntarios de Ingeniería Civil Industrial como estudiantes regulares de cursos de programación orientada a objetos. Como muestra la Figura 6. 3, la asignación de perfiles mediante el test *VARK* modificado (ocho preguntas) clasificó a diez personas en el perfil de lectura/escritura (narrativo), once en auditivo (pseudocódigo) y once como kinestésico (código), donde el 28.12% corresponde a mujeres y el 71.88% a hombres.

Asignación de Perfiles
Clasificación mediante test de VARK

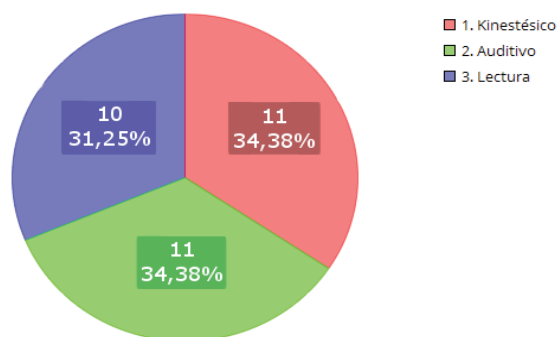


Figura 6. 3 Usuarios clasificados para la plataforma en la tercera aplicación.

Los resultados del pretest y posttest se dividieron en seis categorías: global, hombres, mujeres, lectura/escritura, auditivo y kinestésico, siendo evaluados con dójimas de hipótesis y pruebas de chi-cuadrado.

Tabla 6. 1 Resultados del estadístico de prueba y chi-cuadrado (valor p) durante la tercera prueba.

	Categorías					
	<i>Global</i>	<i>Hombres</i>	<i>Mujeres</i>	<i>Lectura</i>	<i>Auditivo</i>	<i>Kinestésico</i>
Estadístico de prueba	-1.077	-1.047	-0.429	-1.320	-0.109	-0.848
Valor p	1.000	1.000	0.926	0.991	0.995	0.935

La Tabla 6. 1 muestra el puntaje obtenido de las pruebas de chi-cuadrado y dójimas de hipótesis para cada estilo de aprendizaje. Se establecieron dos hipótesis para contrastar según los valores obtenidos tanto en el valor p y en el estadístico de prueba. El nivel de significancia (α) fue de 0.05.

- H_0 : Al darle al estudiante material pedagógico más enfocado, esto se refleja en la cantidad de respuestas correctas obtenidas en una prueba.
- H_1 : Que un material pedagógico esté más enfocado, dedicado o personalizado, no significa que los estudiantes obtengan más respuestas correctas.

En todas y cada una de las categorías se demostró que la hipótesis H_0 no se rechaza. Por una parte, la evaluación de dójimas de hipótesis en todas las categorías los valores no dieron mayores que $Z_{1-\alpha} = 1.645$ (donde α es 0.05). Por otra, el análisis de chi-cuadrado los valores p obtenidos eran mayores que el 0.05. Por lo tanto, al no rechazar H_0 , esto quiere decir que al tener un material más enfocado al estudiante esto se ve reflejado en sus respuestas correctas. La Tabla 6. 2 muestra una comparación de la media, la desviación estándar y los porcentajes de respuestas correctas.

Tabla 6. 2 Media aritmética, desviación estándar y comparación porcentual de las respuestas correctas obtenidas durante la tercera prueba.

	Categorías					
	<i>Global</i>	<i>Hombres</i>	<i>Mujeres</i>	<i>Lectura</i>	<i>Auditivo</i>	<i>Kinestésico</i>
Pretest	5.06	5.26	4.56	5.3	5	4.91
	1.39	1.18	1.81	1.42	1.67	1.14
	56.22	58.45	50.62	58.89	55.56	54.55
Posttest	5.84	6.0	5.44	6.5	5.18	5.91
	1.90	1.76	2.30	1.43	2.18	1.92
	64.89	66.67	60.49	72.22	57.58	65.66
Diferencia (Posttest-Pretest)	0.78	0.74	0.89	1.2	0.18	1.00
	-0.51	-0.58	-0.49	-0.02	-0.51	-0.78
	8.67	8.21	9.88	13.33	2.02	11.11

No se puede asegurar que la categoría hombres sea mejor que la de mujeres dado que, a pesar de que los hombres tuvieron más respuestas correctas, representan el 71.88% de la muestra, mientras que las mujeres solo el 28.12%.

Se esperaban estos porcentajes y puntajes porque los estudiantes generalmente no saben o no han codificado en lenguaje Java. Algunos estudiantes mejoraron más que otros y eso explicaría el aumento de la desviación estándar en cada categoría.

Por un lado, los estilos de aprendizaje de lectura/escritura y kinestésico tienen mejoras notorias con respecto a los porcentajes de respuestas correctas y, por otro lado, el estilo de aprendizaje auditivo tiene una mejora de solo el 2.02% pero hay un incremento de 0.51 puntos de dispersión en la desviación estándar, por lo tanto, se puede afirmar que a pesar de la poca mejora en las respuestas correctas, algunos estudiantes mejoraron su aprendizaje. Los resultados reunidos están en relación directa con el material de aprendizaje adaptativo que se probará y mejorará a una versión definitiva. Otro resultado interesante es que el estilo de aprendizaje de lectura/escritura tuvo el menor aumento en la desviación estándar (0.02). Se puede interpretar que este grupo de personas tiene una mejor retención de memoria o mejores habilidades cognitivas o el material pedagógico podría haber estado mejor preparado que en los otros estilos. Sin embargo, se realizarán más pruebas para proponer una afirmación precisa.

Los resultados permiten decir que la aplicación del material de aprendizaje adaptativo con la combinación de los estilos *VARCK* modificados es una contribución significativa al nivel del grupo y a la comprensión del material regular. Esto podría mezclarse o usarse con una metodología de aprendizaje activa donde el profesor puede participar directamente con los estudiantes y también dejar que los estudiantes aprendan solos, aunque el objetivo principal es evitar la escucha pasiva.

La variación en la desviación estándar respecto de la media en los estilos de aprendizaje mostró que no hubo variaciones significativas entre ellos, en el pretest y posttest. Sin embargo, hubo una variación menor significativa en el estilo de aprendizaje de lectura/escritura. Los estilos de *VARCK* modificados y el material de aprendizaje adaptativo tienen importantes consecuencias positivas tanto para los estudiantes como para los profesores, por un lado, ejercicios desafiantes, estudiantes interesados y, por otro lado, una disminución en los índices de deserción en asignaturas orientadas a objetos.

6.3 Cuarta prueba realizada

La última prueba programada fue durante mediados de noviembre. En ella se tomaron en cuenta las mismas hipótesis y análisis considerados en la prueba anterior. Los resultados se dividieron en categorías (global, género y estilo) y cada una de ellas acompañados de los valores obtenidos en las evaluaciones como décimas de hipótesis y chi-cuadrado (Tabla 6. 3). Las hipótesis para el análisis de esta cuarta prueba continúan siendo las mismas:

- H_0 : Al darle al estudiante material pedagógico más enfocado, esto se refleja en la cantidad de respuestas correctas obtenidas en una prueba.
- H_1 : Que un material pedagógico esté más enfocado, dedicado o personalizado, no significa que los estudiantes obtengan más respuestas correctas.

Tabla 6. 3 Resultados del estadístico de prueba y chi-cuadrado (valor p) durante la cuarta prueba.

	Categorías					
	<i>Global</i>	<i>Hombres</i>	<i>Mujeres</i>	<i>Lectura</i>	<i>Auditivo</i>	<i>Kinestésico</i>
Estadístico de prueba	-0.419	-0.261	-0.323	0.266	-0.676	-0.241
Valor p	1.000	1.000	0.998	0.999	0.999	0.999

En todas y cada una de las categorías se demostró que la hipótesis H_0 no se rechaza. Por una parte, la evaluación de décimas de hipótesis en todas las categorías los valores no dieron mayores que $Z_{1-\alpha} = 1.645$ (donde α es 0.05). Por otra, el análisis de chi-cuadrado los valores p obtenidos eran mayores que el 0.05. Por lo tanto, al no rechazar H_0 , esto quiere decir que al tener un material más enfocado al estudiante esto se ve reflejado en sus respuestas correctas.

No se puede asegurar que la categoría hombres sea mejor que la de mujeres dado que, a pesar de que los hombres tuvieron más respuestas correctas, representan el 74.55% de la muestra, mientras que las mujeres solo el 25.45% (Tabla 6. 4).

Tabla 6. 4 Cantidad de estudiantes clasificados en los perfiles NPSC.

Total	Hombres	Mujeres
110	82 74.55%	28 25.45%
<i>Narrativo</i>		
38 34.55%	29 76.32%	9 23.68%
<i>Pseudocódigo</i>		
41 37.27%	33 80.49%	8 19.51%
<i>Código</i>		
31 28.18%	20 64,52%	11 35.48%

La Tabla 6. 5 muestra una comparación de la media, la desviación estándar y los porcentajes de respuestas correctas.

Tabla 6. 5 Media aritmética, desviación estándar y comparación porcentual de las respuestas correctas obtenidas durante la cuarta prueba.

	Categorías					
	<i>Global</i>	<i>Hombres</i>	<i>Mujeres</i>	<i>Lectura</i>	<i>Auditivo</i>	<i>Kinestésico</i>
Pretest	5.62	5.72	5.32	5.47	5.68	5.71
	1.60	1.36	2.14	1.43	1.71	1.68
	62.42	63.55	59.13	60.82	63.14	63.44
Posttest	5.77	5.8	5.68	5.32	6.12	5.87
	1.71	1.64	1.91	1.74	1.72	1.57
	64.14	64.50	63.10	59.06	68.02	65.23
Diferencia (Posttest-Pretest)	0.15	0.08	0.36	-0.15	0.44	0.16
	0.11	0.28	-0.23	0.31	0.01	-0.11
	1.72	0.95	3.97	-1.76	4.88	1.79

Los porcentajes y puntajes observados no eran del todo esperados, debido a que las pruebas anteriores mostraron una tendencia incremental y los estudiantes evaluados no necesariamente han codificado en lenguaje Java. Algunos mejoraron más que otros y aquello podría explicar el incremento en las desviaciones estándar de las categorías: global, hombres, lectura/escritura y auditiva.

La categoría lectura/escritura tuvo una disminución de respuestas correctas y una media menor a la observada en las pruebas anteriores. Esto puede ser explicado por dos factores, comparado a los buenos resultados obtenidos en la prueba anterior (la desviación estándar aumentó en 0.02 puntos, la media en 1,2 puntos y se obtuvo una mejora del 13.33%): El primero, es que los estudiantes se encuentran finalizando su periodo regular de clases, por lo que pueden estar destinando sus esfuerzos a otras asignaturas. El segundo, es que puede no haber sido abarcado totalmente los objetivos de aprendizaje con el contenido pedagógico mostrado en la plataforma. Los resultados son completamente opuestos a la prueba anterior, donde los estudiantes mostraron poseer una mejor capacidad cognitiva y buenas capacidades de retención de memoria, por lo tanto, con el objetivo de encontrar una respuesta apropiada a este hecho, se le preguntará a cada uno de los estudiantes qué ocurrió durante la utilización de la plataforma.

Comparando los resultados obtenidos en la tercera y cuarta prueba de la categoría auditiva, se evidencia mejorías significativas. Esto se explica principalmente porque durante la tercera prueba el material pedagógico estaba incompleto para ese estilo. Los resultados de la categoría auditiva en la tercera prueba mostraron una mejora del 2.02% en respuestas correctas, un incremento de 0.18 en la media con una disminución de la desviación estándar en 0.51 puntos. A pesar de que la desviación estándar aumentó solo un 0.01 punto en la última prueba, los resultados generales demuestran mejoras importantes al tener completo el material pedagógico y ejercitación correspondiente. También, se considera como un factor importante que en la tercera prueba el pretest y posttest obtuvieron un 55.56% y un 57.58% de respuestas correctas respectivamente, mientras que en la cuarta prueba se obtuvieron 63.14% y 68.02% de respuestas correctas respectivamente. Estos porcentajes muestran que todo el nivel del grupo aumentó y puede estar relacionado con conocimiento previo y a un mejor entendimiento del material pedagógico.

Clasificando los resultados obtenidos en cada uno de los estilos según la diferencia obtenida en las pruebas de pretest y posttest, se dividió a los estudiantes en tres categorías:

buenos, regulares y malos (Tabla 6. 6). Para ello se consideró que un alumno clasificaba como regular (normal) si sus respuestas se encontraban en dentro de la media, y para los extremos se consideró un +/- la desviación estándar (que corresponde a dos respuestas correctas).

Tabla 6. 6 Consideraciones para la clasificación del rendimiento del estudiante

<i>PROM DIF.</i>	<i>DVEST DIF.</i>	Clasificación			Cant. Personas		
		<i>Bueno</i>	<i>Normal</i>	<i>Malo</i>	<i>Bueno</i>	<i>Normal</i>	<i>Malo</i>
0,15	1,67	1,82	0,15	-1,51	25	66	19

Observando la Figura 6. 4 se obtuvo que quienes presentaron mayores mejoras en general fueron aquellos estudiantes clasificados en el perfil de pseudocódigo. Sin embargo, cabe destacar que los pertenecientes al perfil de código son quienes presentaron menor cantidad de alumnos con un mal rendimiento. Por lo que, comparando los perfiles entre sí, quienes obtuvieron mejores resultados son los perfiles asociados a las categorías kinestésica y auditiva; el primero por tener un rendimiento constante al presentar muy pocas bajas, y el segundo por poseer la mayor cantidad de estudiantes con mejoras luego de estudiar el material.

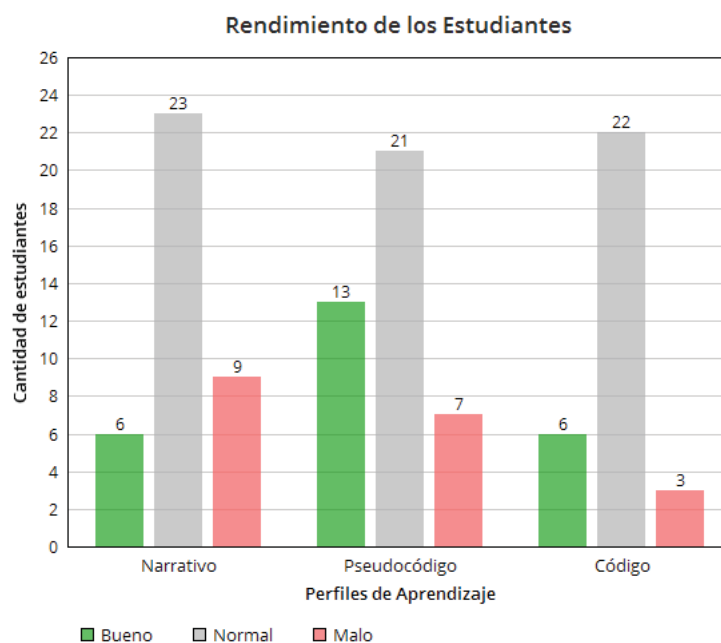


Figura 6. 4 Rendimiento de los estudiantes al término de la actividad.

Las categorías mujeres y kinestésico (código) fueron las únicas dos que mostraron resultados positivos en conjunto con una disminución en la desviación estándar. Se puede afirmar que esta combinación se produce debido a que once de los treinta y un estudiantes que pertenecen a la categoría kinestésica eran mujeres y representan el porcentaje de personas que obtuvieron la mayor cantidad de respuestas correctas (Figura 6. 4 y Figura 6. 5) en comparación a los otros veinte hombres. Este hecho permite interpretar que las mujeres poseen mejores capacidades de concentración y un mayor compromiso cuando se trata el tema de adquirir nuevo conocimiento. No podría relacionarse con el tiempo empleado en las respuestas

ya que en promedio, tanto hombres como mujeres, demoraron lo mismo (cuarenta y ocho y cuarenta y uno segundos respectivamente).

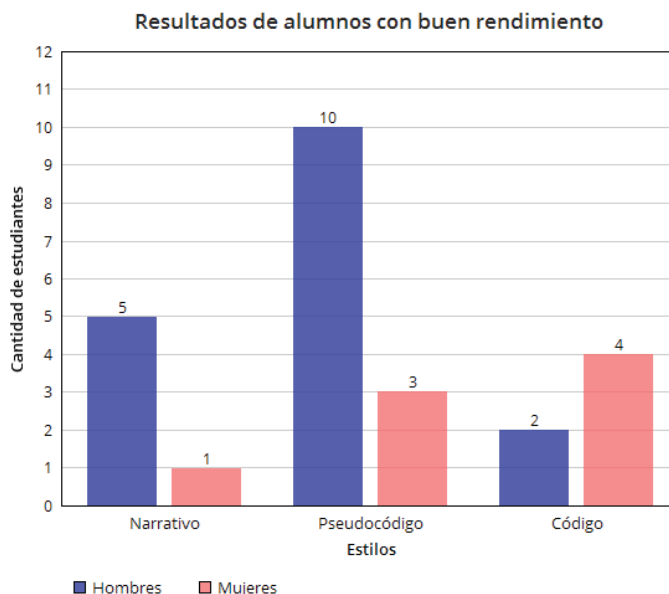


Figura 6. 5 Estudiantes que presentan buen rendimiento.

En cuanto a los estudiantes que demostraron un bajo rendimiento (Figura 6. 6), resulta interesante que quienes presentaron mayores problemas fueron aquellos del perfil narrativo. Esto puede interpretarse como que el material no logró llamar la atención lo suficiente y/o que el contenido se presenta de manera inadecuada. Otra de las posibilidades es que quienes conforman la mayor parte de este grupo son hombres, y según el estudio de ADIMARK sólo el 20% de la población masculina lee por gusto, lo que explicaría que el contenido al ser presentando en un formato similar a los libros de lectura o recomendaciones de los profesores para estudiar no sea de su gusto. No obstante, esto solo puede corroborarse una vez se realicen entrevistas con los estudiantes seleccionados en cada una de las categorías.

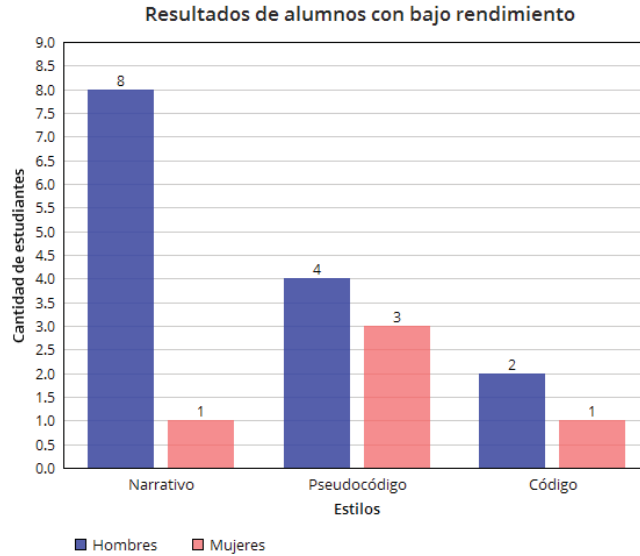


Figura 6. 6 Estudiantes que presentan bajo/mal rendimiento.

Analizando los resultados según los objetivos de aprendizaje, en la Tabla 6. 7 fueron organizados según pares equivalentes, es decir, cada pregunta del pretest tendrá su equivalente modificada en posttest (tanto objetivos de aprendizaje como las preguntas). Observando las diferencias porcentuales entre personas que respondieron correcta e incorrectamente, se aprecia que en el posttest la mayor parte de las preguntas presentaron mejoras, especialmente en los objetivos dos y tres de aprendizaje. Aunque la diferencia entre las preguntas de un mismo objetivo (posttest) es de veinte puntos, en todas ellas el porcentaje de personas que obtuvieron respuestas correctas es superior al 50% (sin considerar el caso particular de la pregunta posttest número siete).

Tabla 6. 7 Resultados de las preguntas de pretest y posttest según su objetivo de aprendizaje.

<i>Objetivo</i>	<i>Pregunta</i>	Cantidad de Personas					
		<i>Correctas</i>	<i>Incorrectas</i>	<i>Total</i>	<i>Correctas</i>	<i>Incorrectas</i>	<i>Dif.</i>
OBJ1	Pretest 1	96	14	110	87%	13%	75%
	Pretest 2	63	47	110	57%	43%	15%
	Pretest 7	110	0	110	100%	0%	100%
OBJ2	Pretest 3	72	38	110	65%	35%	31%
	Pretest 4	51	59	110	46%	54%	-7%
	Pretest 8	106	4	110	96%	4%	93%
OBJ3	Pretest 5	68	42	110	62%	38%	24%
	Pretest 6	54	56	110	49%	51%	-2%
	Pretest 9	6	104	110	5%	95%	-89%
OBJ1	Postest 5	93	17	110	85%	15%	69%
	Postest 7	29	81	110	26%	74%	-47%
	Postest 8	90	20	110	82%	18%	64%

OBJ2	Postest 2	83	27	110	75%	25%	51%
	Postest 4	64	46	110	58%	42%	16%
	Postest 3	68	42	110	62%	38%	24%
OBJ3	Postest 6	83	27	110	75%	25%	51%
	Postest 1	58	52	110	53%	47%	5%
	Postest 9	68	42	110	62%	38%	24%

La pregunta posttest número siete (Tabla 6. 8) se caracterizó por sobre las demás al poseer una gran cantidad de respuestas incorrectas, lo cual se asocia a que fue elaborada con una dificultad mayor. En ella todos los estudiantes por igual presentaron un aumento en la cantidad de respuestas erróneas, pero solo los varones del perfil pseudocódigo son quienes demostraron un mayor equilibrio respecto al acierto y error. Una de las hipótesis que se plantean para la explicación de este suceso es la dificultad de la pregunta al no estar relacionada directamente al área de la ingeniería, sino a la cultura general. Tal vez que la pregunta no se encuentre en el área al que están frecuentemente expuestos y se refiera más a algo que se les enseñó durante la enseñanza media los tomó por sorpresa, puesto que en cada uno de los perfiles y ambos géneros los estudiantes se equivocaron al contestar.

Tabla 6. 8 Resultados en pregunta siete del posttest.

<i>Pregunta</i>	<i>Estilo</i>	<i>Género</i>	Cantidad de Personas					
			<i>Correctas</i>	<i>Incorrectas</i>	<i>Total</i>	<i>Correctas</i>	<i>Incorrectas</i>	<i>Dif.</i>
Postest 7	Narrativo	Hombres	6	23	29	21%	79%	-59%
		Mujeres	2	7	9	22%	78%	-56%
	Pseudocódigo	Hombres	11	22	33	33%	67%	-33%
		Mujeres	2	6	8	25%	75%	-50%
	Código	Hombres	5	15	20	25%	75%	-50%
		Mujeres	3	8	11	27%	73%	-45%

Respecto al objetivo tres (Tabla 6. 9), en general todos los perfiles presentaron mejoras en el posttest, sobretodo en la última pregunta. En cada una de ellas el porcentaje de personas que respondieron correctamente varía entre el 54% y 80%. En el caso del perfil narrativo para la pregunta posttest uno a pesar de ser un valor menor al de antes y menor a lo obtenido en los otros perfiles, comparándolo a las otras preguntas su resultado sigue siendo elevado ya que en ambos casos de posttest veintisiete de los treinta y ocho estudiantes respondieron correctamente.

Tabla 6. 9 Resultados en las distintas preguntas del objetivo de aprendizaje tres.

<i>Objetivo</i>	<i>Estilo</i>	<i>Género</i>	Cantidad de Personas					
			<i>Correctas</i>	<i>Incorrectas</i>	<i>Total</i>	<i>Correctas</i>	<i>Incorrectas</i>	<i>Dif.</i>
OBJ3	Pretest 5	Narrativo	25	13	38	66%	34%	32%
		Pseudocódigo	23	18	41	56%	44%	12%
		Código	19	12	31	61%	39%	23%
	Pretest 6	Narrativo	20	18	38	53%	47%	5%
		Pseudocódigo	21	20	41	51%	49%	2%

		Código	13	18	31	42%	58%	-16%
	Pretest 9	Narrativo	3	35	38	8%	92%	-84%
		Pseudocódigo	5	36	41	12%	88%	-76%
		Código	0	31	31	0%	100%	-100%
OBJ3	Postest 6	Narrativo	27	11	38	71%	29%	42%
		Pseudocódigo	33	8	41	80%	20%	61%
		Código	23	8	31	74%	26%	48%
	Postest 1	Narrativo	17	21	38	45%	55%	-11%
		Pseudocódigo	22	19	41	54%	46%	7%
		Código	19	12	31	61%	39%	23%
	Postest 9	Narrativo	27	11	38	71%	29%	42%
		Pseudocódigo	23	18	41	56%	44%	12%
		Código	18	13	31	58%	42%	16%

6.4 Análisis de la metodología a través de la plataforma

Una de las formas de comprobar la eficiencia de una propuesta es llevar a cabo pruebas con determinados grupos de personas (siguiendo el mismo orden de pretest, contenidos y posttest). La realización de ensayos contribuye a la detección de cuánta es la diferencia entre sujetos que utilicen el material de estudio desarrollado mediante la asignación de perfiles contra aquellos que están acostumbrados al ambiente tradicional de las aulas de clases. Así pues, la propuesta se utiliza para comparar los resultados entre ambos modelos y observar cuán benéficos son los cambios producidos por la utilización de la plataforma.

Resultados homogéneos entre los perfiles permite plantear la hipótesis de que se está enseñando a los alumnos de manera equitativa, independiente del perfil que le fue asignado. Es decir, a pesar de que tres alumnos que estudian de un modo diferente cada uno por separado, comprenden la materia y son capaces de aplicar los conceptos sin problemas. Esto demuestra que a través de la plataforma se podría alcanzar a todos los estudiantes por igual en la forma en que cada uno de ellos lo necesite, situación que en condiciones normales un profesor no lograría.

Dados los alentadores resultados obtenidos en la utilización de la plataforma durante los últimos meses, se proponen tres pasos que permitirán un estudio en mayor profundidad para futuros trabajos investigativos:

1. Comprobar la efectividad de la propuesta, comparando sus resultados con otros modelos existentes. En este caso particular, comparar la propuesta de tres perfiles de aprendizaje con el ambiente tradicional de un aula de clases en la que el profesor enseña de una forma única/estándar. El fin de esta etapa es llevar un seguimiento semestral de lo que está sucediendo tanto con los alumnos que estudian según el método tradicional contra aquellos que utilizan la nueva metodología.
2. Probar el contenido en sí. Es decir, que la forma en la que se está enseñando en cada uno de los perfiles es el adecuado. Por ejemplo, en el caso del estilo narrativo, que el uso de textos y palabras claves resulta lo suficientemente atractivo, o que en el caso

del pseudocódigo, los audios, vídeos y esquemas que se utilizan cuentan con los balances adecuados y no resultan molestos.

3. Una vez que la plataforma funcione de manera propicia, volver a evaluar que lo que se está enseñando es el material correcto y cumple con el plan de estudios correspondiente. Este punto se refiere a las modificaciones realizadas para que los alumnos entendieran los problemas y ejercicios que se presentaron a lo largo del estudio (lo que en ocasiones significaba disminuir la dificultad de las preguntas o la modificación del material pedagógico presentado).

7 Conclusión

El modo de enseñar ha estado durante años en un continuo avance para perfeccionar las técnicas y adaptaciones hacia el estudiante. Los sistemas de tutores inteligentes son unas de las tantas tecnologías que se han utilizado para complementar la educación tradicional tanto desde la perspectiva de los estudiantes como de la de los maestros. No obstante, el auge de esta fortaleza educativa sin duda recae en la utilización de plataformas *e-learning*, principalmente aquellas basadas en web, pues fueron las primeras instancias para poder perfeccionar el método de aprendizaje externo de la relación directa entre alumno y profesor.

Usando como base este tipo de plataformas, se ha podido perfeccionar las metodologías de enseñanza al añadirles una capacidad de adaptabilidad del contenido enseñado a cada estudiante teniendo en cuenta las características que ellos demuestran. La adaptabilidad es importante para el continuo avance en la educación, y es que no todos los sitios logran solventar de la mejor manera la aparición de nuevas tecnologías en conjunto a lo que se desea enseñar. La falta de personalización de recursos debe partir inicialmente por definir los elementos que deben ser tenidos en cuenta en cada estudiante para adaptar el curso, y a la vez asociar estas diferencias con materiales y actividades que reconozcan en la práctica a cada estudiante buscando su satisfacción académica y emocional.

Uno de los puntos más importantes es tener en consideración la estructura del curso y la composición a partir de elementos de alta granularidad que permitan una detallada adaptación. Mientras se contengan todos los datos necesarios obtenidos del fruto de la interacción de los estudiantes con el sistema, será posible adaptar la introducción de los contenidos de la materia al ritmo de aprendizaje de cada estudiante. Además, al controlar los resultados que se rescatan de un módulo educativo, estas recomendaciones serán útiles para mejorar el curso que el maestro dicta.

Si bien existen diversas opciones para la enseñanza adaptativa a través del *e-learning*, no existe una herramienta enfocada en un área en específico. La gran mayoría está enfocada en programación web o lenguajes solicitados por el mercado, pero no en aquellos que son los básicos que se enseñan durante los estudios universitarios, tales como C, C++ o Java. La propuesta aquí presentada no busca ser la solución definitiva a la enseñanza de programación, específicamente la orientación a objetos, pero sí las bases para permitir que más adelante existan estudiantes motivados a enfocarse en un área en específico; y así, los más jóvenes logren superar las dificultades de una mejor manera que cuando ellos se enfrentaron.

Los resultados obtenidos durante las pruebas fueron positivos en varios aspectos, se obtuvo *feedback* de parte de los estudiantes y ellos consiguieron mejorar su proceso de aprendizaje. La minimización de la dispersión en la desviación estándar y el incremento en el porcentaje de respuestas correctas tanto en las categorías global y en la de estilos de aprendizaje permiten ayudar a los profesores universitarios en su rol de educador como facilitador en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Los resultados globales del tercer y cuarto ensayo permitieron demostrar que los alumnos están efectivamente aprendiendo con la propuesta de una combinación entre el modelo *VARK* modificado y una plataforma electrónica con contenido adaptativo. Los estudiantes pudieron experimentar el uso de una plataforma electrónica durante ambos ensayos, ya que se permitió su utilización durante dos días.

Con el objetivo de mejorar el material adaptativo y el uso de la plataforma, se deja abierta la posibilidad del desarrollo de nuevas pruebas con la adición de elementos que fomenten el aprendizaje de los estudiantes. Entre las múltiples opciones estudiadas, las que se consideran de mayor influencia para con el alumno, y continuar con la adaptación de la metodología, son la inclusión de un *chatbot* educacional, disponible para el estudiante en todo momento, y la retroalimentación en las preguntas de los cuestionarios y controles de atención, explicando el por qué su respuesta es correcta/incorrecta. De ser llevado a cabo, se sugiere la supervisión de profesores especializados en el desarrollo de contenido adaptativo para así perfeccionar el material lo suficiente para que el 70% de los estudiantes logren aprender a un mismo nivel cognitivo.

Otro elemento que siempre es oportuno de realizar es la elaboración encuestas, sobre todo por lo útiles que resultan al obtener información de las personas, en este caso de alumnos. El motivo detrás de esto es para estar al tanto de las opiniones de los estudiantes y recibir retroalimentación respecto a la problemática en cuestión. Considerar la opinión del público objetivo de la metodología puede proporcionar puntos de vista que no se hayan considerado por el equipo de trabajo. También, el uso de encuestas es un medio que genera la visualización de cómo van progresando los alumnos y qué partes son las que presentan mayor dificultad. La experiencia obtenida por alumnos que ya hayan cursado la asignatura, sumado a aquellos que se encuentran actualmente cursando el curso, genera una gran fuente de información a considerar en el estudio de esta metodología.

Al hablar respecto a la herramienta utilizada es importante señalar que se presentaron diversos impedimentos, tales como, retrasos en la entrega de la herramienta, problemas propios de esta que tuvieron que arreglarse, entre otros. Sin duda tiene aspectos muy favorables relacionados con los estilos de aprendizaje desarrollados; existen de forma tangible resultados positivos, permitiendo dar continuidad a este proceso de descubrimiento de nuevas metodologías y propuestas de enseñanza. Se espera que la creación de los tres estilos desarrollados permita ser en definitiva un avance importante en cuanto a batir dificultades de aprendizaje en la orientación a objetos.

8 Referencias

- [ALMazroui, 2013] Yousef A. ALMazroui. *A survey of Data mining in the context of E-learning*. *International Journal of Information Technology & Computer Science (IJITCS)*, Vol. 7, N° 3, 2013.
- [Alonso et al., 1994] C. Alonso, D. J. Gallego, P. Honey. Los estilos de aprendizaje: procedimientos de diagnóstico y mejora. En Ediciones Mensajero, 7° edición, Bilbao. 1994.
- [Álvarez et al., 2006] L. Álvarez, D. Espinoza, S. Bucarey Empaquetamiento y Visualización de Objetos de Aprendizaje SCORM en LMS de Código Abierto. En Actas de la 1era Conferencia Latinoamericana de Objetos de Aprendizaje, Guayaquil, Ecuador, 2006.
- [Alshammari et al., 2015] M. Alshammari, R. Anane, R. J. Hendley. *Design and Usability Evaluation of Adaptive e-learning Systems Based on Learner Knowledge and Learning Style*. En *Human-Computer Interaction – INTERACT 2015*, Vol. 9297 de la serie “*Lecture Notes in Computer Science*”, Pág. 584-591, 2015.
- [Alshammari et al., 2014] M. Alshammari, R. Anane, R. J. Hendley. *Adaptivity in e-learning systems*. En *8th International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems (CISIS)*, Pág. 79-86, 2014.
- [Azcorra et al., 2001] A. Azcorra y otros. Informe sobre el estado de la tele-educación en España. Madrid: Asociación de Usuarios de Internet, 2001.
- [Baelo, 2009] Roberto Baelo Álvarez. El e-learning, una respuesta educativa a las demandas de las sociedades del siglo XXI. *Revista de Medios y Educación*, N°35, Pág. 87-96, Julio 2009. Universidad de Sevilla, España.
- [Bartolomé, 2004] A. Bartolomé. *Blended Learning*. Conceptos básicos. Pixes-Bit: Revista de medios y educación, N°23, pág. 7-20, 2004.
- [Cataldi y Lage, 2009] Z. Cataldi, F. J. Lage. Sistemas tutores inteligentes orientados a la enseñanza para la comprensión. En *EDUTEC: Revista electrónica de tecnología educativa*, Vol. 28, 2009.
- [Codeplace] *Codeplace: Learn Web Development the Right Way*. Disponible en <https://www.codeplace.com/>. Visitado por última vez el 27 de Abril del 2017.
- [Codeplace para programación] “Codeplace: una plataforma especialmente diseñada para cursos de programación”. Disponible en <https://www.whatsnew.com/2016/08/17/codeplace-una-plataforma-especialmente-disenada-para-cursos-de-programacion/>. Visitado por última vez el 27 de Abril del 2017.
- [CodinGame] *CodinGame: Coding Games and Programming Challenges to Code Better*. Disponible en <https://www.codingame.com/start>. Visitado por última vez el 27 de Abril del 2017.
- [CodinGame - Programar Jugando] “CodinGame, la web para aprender a programar jugando”. Disponible en <https://blogthinkbig.com/codingame-la-web-para-aprender-a-programar-jugando/>. Visitado por última vez el 27 de Abril del 2017.
- [Coffield et al., 2004] F. Coffield, D. Moseley, E. Hall, K. Ecclestone. *Should We Be Using Learning Styles? What Research Has to Say to Practice*. En *Learning and Skills Research Centre/University of Newcastle upon Tyne*, Londres, 2004.
- [Darío et al., 2008] N. Darío, D. Méndez, D. Ovalle, R. Vicari, R. Azambuja. Modelo inteligente genérico para adaptividad de cursos virtuales. En *Revista Renote*, Vol. 6, N°2, 2008.
- [Dougiamas y Taylor, 2003] Martin Dougiamas y Peter C.Taylor. *Moodle: Using Learning Communities to Create an Open Source Course Management System*. En *World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications (EDMEDIA)*, 2003.

[e-ABC Learning] *e-ABC Learning*. Disponible en <http://www.e-abclearning.com/definicion-e-learning>. Visitado por última vez el 28 de Marzo del 2017.

[Felder y Silverman, 1988] R. Felder, L. Silverman. *Learning and Teaching Styles in Journal of Engineering Education*. En *Journal of Engineering Education*, Vol. 78, N°7, Pág. 674-681, 1988.

[Felder y Spurlin, 2005] R. M. Felder, J. Spurlin. *Applications, reliability and validity of the index of learning styles*. En *International Journal of Engineering Education*, Vol. 21, N°1, Pág. 103-112, 2005.

[Fernández-Pampillón, 2009] Ana Fernández-Pampillón C. Las plataformas *e-learning* para la enseñanza y el aprendizaje universitario en Internet. Universidad Complutense de Madrid.

[Fleming y Mills, 1992] N. Fleming, C. Mills. *Not Another Inventory, Rather a Catalyst for Reflection*. En *To Improve the Academy*, Vol. 11, Pág. 137-155, 1992.

[Geekie] Geekie, *O Poder de Aprender*. Disponible en <https://www.geekie.com.br/>. Visitado por última vez el 27 de Abril del 2017.

[Guzmán y Conejo, 2004] E. Guzmán, R. Conejo. *A model for student knowledge diagnosis through adaptive testing*. En *Intelligent Tutoring Systems*, Vol. 3220 de la serie “*Lecture Notes in Computer Science of the series*”, Pág. 12-21, 2004.

[Hernández, 2006] Martín Hernández. Conceptos en “La Formación sin distancia”. En Alvarado, A. y Rodríguez, A. (eds.). Madrid: Servicio Público de Empleo Estatal.

[Hernández y Silva, 2013] Y. Hernández, A. Silva. Diseño y construcción de objetos de aprendizaje web desde la perspectiva tecno-pedagógica para la enseñanza y aprendizaje las comunidades virtuales. En el libro “Ciencias, tecnologías y culturas: Educación y nuevas tecnologías” de Silvia Fridman y Rubén Edel-Navarro (editores), 2013.

[Innovadores de Brasil] Creación de una plataforma de aprendizaje adaptativo para personalización de la educación en colegios y universidades. Disponible en <https://www2.technologyreview.es/tr35brasil/1457/eduardo-bontempo/>. Visitado por última vez el 27 de Abril del 2017.

[Jaques et al., 2002] P. Jaques, A. Ferreira de Andrade, J. Luiz, R. Bordini, R. Vicari. *Using pedagogical agents to support collaborative distance learning*. En *Proceedings of the Conference on Computer Support for Collaborative Learning: Foundations for a CSCL Community*, Pág. 546-547, 2002.

[Jaques y Vicari, 2007a] P. Jaques, R. Vicari. *Pat: An pedagogical and affective tutor*. En *Anais do SBIE*, Pág. 422-431, 2007.

[Jaques y Vicari, 2007b] P. Jaques, R. Vicari. *A BDI approach to infer students emotions in an intelligent learning environment*. En *Computers & Education*, Vol. 49, N°2, Pág. 360-384, 2007.

[Jensen, 2001] F. Jensen. *Bayesian networks and decision graphs*. En Springer Verlag, 2001.

[Jiménez, 2006] J. Jiménez. Un modelo de planificación instruccional usando razonamiento basado en casos en sistemas multi-agente para entornos integrados de sistemas tutoriales inteligentes. Tesis de Doctorado, 2006.

[Keefe, 1979] J. W. Keefe. *Learning style: An overview, Student Learning Styles: Diagnosing and Prescribing Programs*, Pág. 1-17, 1979.

[Klašnja-Milićević et al., 2011] A. Klašnja-Milićević, B. Vesin, M. Ivanović, Z. Budimac. *E-Learning personalization based on hybrid recommendation strategy and learning style identification*. En *Computers & Education*, Vol. 56, N°3, Pág. 885-899, 2011.

[Lozano, 2001] A. Lozano Rodríguez. . Estilos de enseñanza y aprendizaje: Un panorama de la estilística educativa. México, Trillas: ITESM. 2001.

[Mathoff y Van Hoe, 1996] J. Mathoff, R. Van Hoe. *APEALL: A multi-agent approach to interactive learning environments*. En *6th European workshop on Modeling autonomous agents, Distributed Software Agentes and Applications*, Vol. 1069 de la serie “*Lecture Notes in Computer Science*”, Pág. 77-89, 1996.

[Mikic et al., 2012] F. A. Mikic, J. C. Burguillo, M. Llamas. *An intelligent tutoring module controlled by BDI agents for an e-learning platform*. En *Expert Systems with Applications*, Vol. 39, N°8, Pág. 7546-7554, 2012.

[Millán, 2000] E. Millán. Sistema bayesiano para modelado del alumno. Tesis Doctoral Universidad de Málaga, 2000.

[Nabeth et al., 2005] T. Nabeth, L. Razmerita, A. Angehrn, C. Roda. *InCA: A cognitive multi-agents architecture for designing intelligent & adaptive learning systems*. En *Computer Science and Information Systems*, Vol. 2, N°2, Pág. 99-114, 2005.

[Ovalle y Jiménez, 2006] D. Ovalle, J. Jiménez. Ambiente inteligente distribuido de aprendizaje: Integración de ITS y CSCL por medio de agentes pedagógicos. En *Revista EIA*, Vol. 6, Pág. 89-104, 2006.

[Pea y Midian, 1984] R. D. Pea, D. Midian Kurland. *On the cognitive effects of learning computer programming*. En *New Ideas in Psychology*, Vol. 2, N°2, Pág. 137-168, 1984.

[Rani et al., 2015] M. Rani, R. Nayak, O. P. Vyas. *A ontology-based adaptive personalized e-learning system assisted by software agents on cloud storage*. En *Knowledge-Based Systems*, Vol. 90, Pág. 33-48, 2015.

[Rundle y Dunn, 2000] S.M. Rundle, R. Dunn. *The guide to individual excellence: A self directed guide to learning and performance solutions*. En *Performance Concepts International*, New York, 2000.

[Sánchez y Sicilia, 2005] S. Sánchez, M. Sicilia. *Normative Specifications of Learning Objects and Learning Processes: Towards Higher Levels of Automation in Standardized e-Learning*. En *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, Vol. 2, N°3, Pág. 3-11, 2005.

[Shunk, 1997] Dale H. Schunk. *Learning Theories an educational Perspective. Segunda edición, Universidad de Purdue*. Traducido por Lic. Jose Francisco Javier Davila Martinez, UNAM. 1997.

[Silveira et al., 2006] R. Silveira, E. Rodrigues, R. Vicari. *Intelligent learning objects: an agent approach to create interoperable learning objects*. En *Education for the 21st Century - Impact of ICT and Digital Resources*, Vol. 210 de la serie “*IFIP International Federation for Information Processing*”, Pág. 411-415, 2006.

[Silveira y Vicari, 2002] R. Silveira, R. Vicari. *Improving interactivity in e-learning systems with multi-agent architecture*. En *2nd International Conference of Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems*, Vol. 2347 en la serie “*Lecture Notes in Computer Science*”, Pág. 466-471, 2002.

[Suárez et al., 2010] J. Suárez, F. Maiz, M. Meza. Inteligencias múltiples: una innovación pedagógica para potenciar el proceso enseñanza aprendizaje. *Investigación y Postgrado*, Vol. 25, N°1, Pág. 81-94, 2010.

[Sun y Joy, 2005] S. Sun, M. Joy. *Learning objects & learning styles as a foundation for a multi-agent web-based education system*. En *4th IASTED International Conference on WEB-BASED Education*, Pág. 189-194, 2005.

[Schiaffino et al., 2008] S. Schiaffino, P. Garcia, A. Amandi. *eTeacher: Providing personalized assistance to e-learning students*. En *Computers & Education*, Vol. 51, N°4, Pág. 1744-1754, 2008.

[Van Rosmalen et al., 2005] P. Van Rosmalen, F. Brouns, C. Tattersall, H. Vogten, J. Van Bruggen, R. Koper. *Towards an open framework for adaptive, agent-supported e-learning*. En *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning*, Vol. 15, N° 3-6, Pág. 261-275, 2005.

[Wolf, 2007] C. Wolf. *Construction of an Adaptive E-learning Environment to Address Learning Styles and an Investigation of the Effect of Media Choice*. Thesis, School of Education, Design and Social Context Portfolio, RMIT University, 2007.

Anexos

A.: Plantilla de Contenidos – Herencia

Generación de Contenido: Herencia

Para comenzar con el contenido en el que se desea que los alumnos desarrollen habilidades de aprendizaje, se propone la siguiente secuencia:

1. Explicar qué es y cómo se compone la herencia en Java, tomando como punto de entrada que el alumno no tiene ninguna noción sobre qué es ésta.
2. Utilizar diagramas de clases, de los que el estudiante ya posee conocimientos de asignaturas anteriores para explicar de forma global y luego específica como se compone la relación superclase-subclase.
3. Se procederá a mostrar un ejemplo en lenguaje Java buscando que el alumno adquiera nociones de cómo y que deberá hacer para implementar herencia de forma codificada.
4. Ahora que el alumno ya tiene una idea general de cómo funciona la herencia, se procederá a combinar diagramas y código para que pueda generar una visión abstracta y detallada al mismo tiempo.
5. Una vez que el alumno comprende de manera general como funciona la herencia se procederá a detallar características específicas bajo la misma modalidad de código más diagrama más explicación (constructores, redefinición de operaciones, invocación de operaciones de una superclase)
6. Se finalizará explicando la utilización del modificador de acceso *Protected*.

A continuación se muestra la propuesta de contenido expositivo que incluirá la herramienta.

I. Definición y Comprensión

La herencia es un mecanismo que permite crear nuevas clases (subclases) a partir de otras existentes (superclases).

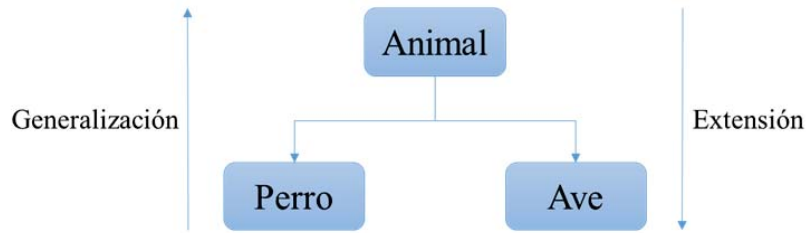
“todos los perros son animales”

Una subclase:

- Hereda todos los atributos y operaciones de la superclase.
- Puede añadir nuevos atributos y operaciones
- Puede re-definir algunas operaciones para que tengan un comportamiento diferente de las heredadas.

Note que una operación o atributo no puede ser suprimido en el mecanismo de herencia.

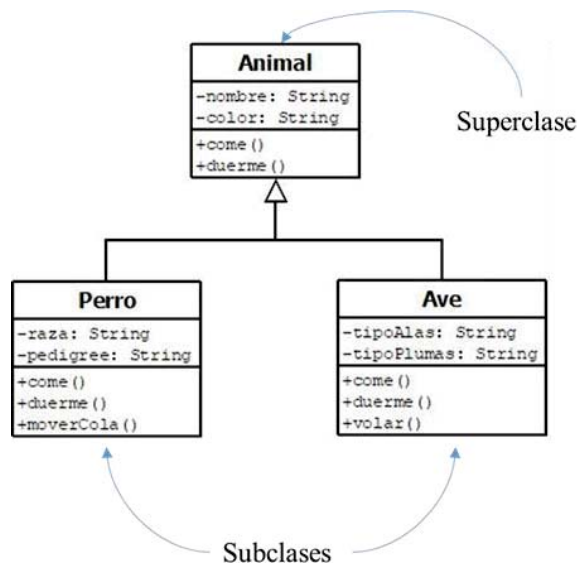
La herencia también se denomina **Extensión** o **Generalización**:



Para enseñar herencia y explicar contenido sobre las superclases y subclases, se suele utilizar una nomenclatura sencilla:

Superclase	Clase original	Padre	Animal
Subclase	Clase extendida	Hijo	Perro, Ave

La herencia y el polimorfismo son unos de los conceptos más importantes y diferenciadores de la programación orientada a objetos.



Los atributos y métodos de la superclase no se repiten en las subclases, a menos que las operaciones se hayan redefinido.

A continuación se presentará un ejemplo sencillo:

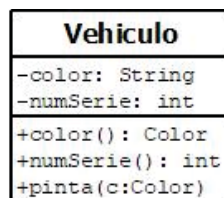
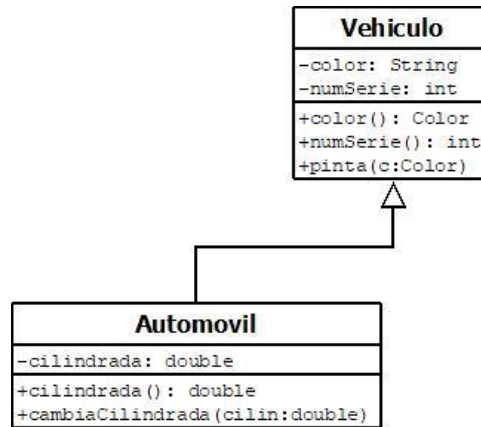
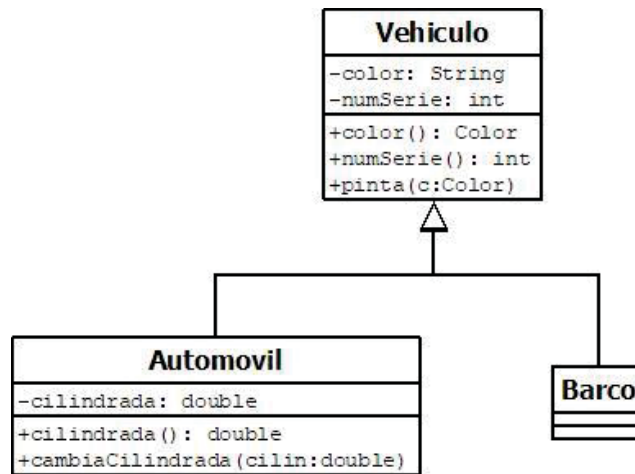


Fig. 1 Clase que representa un vehículo cualquiera



La clase automóvil añade el atributo cilindrada y los métodos para gestionar dicho atributo.



Note que se puede extender una clase sin añadir atributos ni métodos, a continuación se mostrará cómo desarrollar el ejemplo en Java.

```

public class Vehiculo
{
    // Colores de los que se puede pintar un vehiculo
    public static enum Color { ROJO, VERDE, AZUL}

    // Atributos
    private Color color;
    private final int numSerie;

    /**
     * Construye un vehiculo
     * @param color color del vehiculo
     * @param numSerie número de serie del vehiculo
     */
    public Vehiculo(Color color, int numSerie)
    {
        this.color=color;
        this.numSerie=numSerie;
    }

    /**
     * Retorna el color del vehiculo
     * @return color del vehiculo
     */
    public Color color()
    {
        return color;
    }

    /**
     * Retorna el numero de serie del vehiculo
     * @return numero de serie del vehiculo
     */
    public int numSerie()
    {
        return numSerie;
    }

    /**
     * Pinta el vehiculo de un color
     * @param nuevoColor color con el que pintar el vehiculo
     */
    public void pinta(Color nuevoColor)
    {
        color = nuevoColor;
    }
}

```

Fig. 2 Clase que representa un vehículo cualquiera

```

public class Automovil extends Vehiculo {

    // cilindrada del coche
    private int cilindrada;

    public Automovil(/*...*/) {
        // Se hablará del constructor más adelante
    }

    /** Retorna la cilindrada del automovil ... */
    public int cilindrada() {
        return cilindrada;
    }

    /** Cambia la cilindrada del automovil ... */
    public void cambiaCilindrada(int c) {
        this.cilindrada=c;
    }

}

```

Fig. 3 Clase Automóvil

```

public class Barco extends Vehiculo {

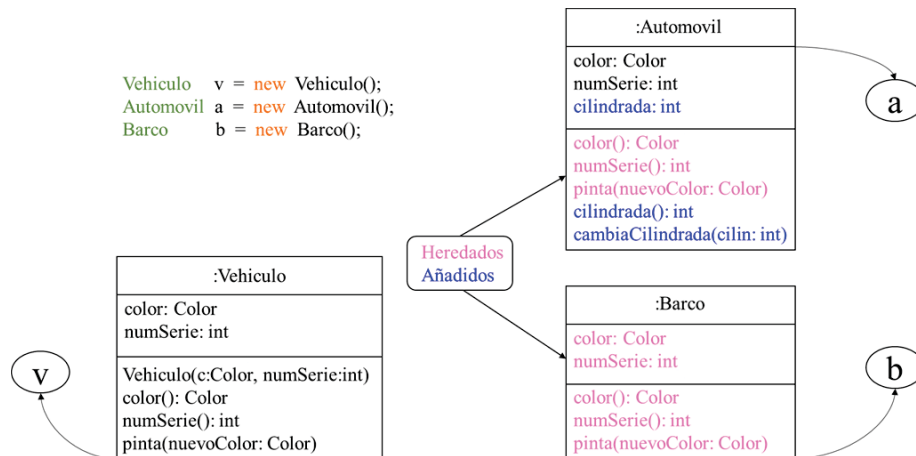
    public Barco() {
        //Se hablará del constructor mas adelante
    }

}

```

Fig. 4 Clase Barco

II. Ejemplo de Creación de Objetos y Herencia



III. Herencia y Constructores en Java

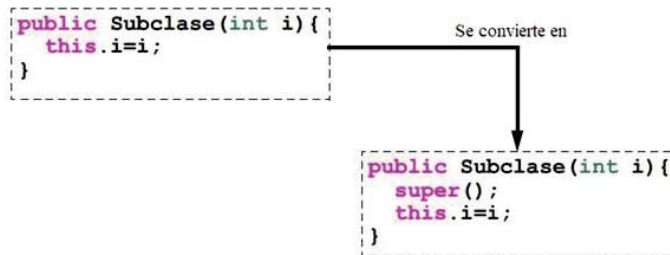
Los constructores no se heredan, las subclases deben definir su propio constructor. Normalmente será necesario inicializar los atributos de la superclase, para ello se llama a su constructor desde la subclase.

```

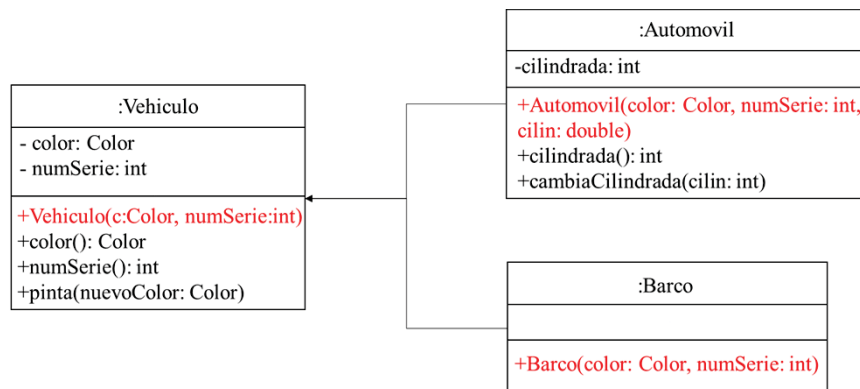
/** constructor de una subclase */
public Subclase(parámetros...) {
// invoca el constructor de la superclase
super(parámetros para la superclase);
// inicializa sus atributos
...
}

```

La llamada a “super” debe ser la primera instrucción del constructor de la subclase. Si desde un constructor de una subclase no se llama expresamente al de la superclase el compilador añade la llamada al constructor sin parámetros.



En el caso de que la superclase no tenga un constructor sin parámetros se produciría un error de compilación. Para obtener un ejemplo más representativo, se mostrará como añadir constructores a la jerarquía de vehículos anteriormente presentada.



```

public class Vehiculo
{
// Colores de los que se puede pintar un vehiculo
public static enum Color { ROJO, VERDE, AZUL}

// Atributos
private Color color;
private final int numSerie;

/**
 * Construye un vehiculo
 * @param color color del vehiculo
 * @param numSerie número de serie del vehiculo
 */
public Vehiculo(Color color, int numSerie)
{
    this.color=color;
    this.numSerie=numSerie;
}

/* ..... Otros Métodos ..... */
}

```

Fig. 5 Clase Vehículo

```

public class Automovil extends Vehiculo {

    // cilindrada del coche
    private int cilindrada;

    /**
     * Construye un automóvil
     * @param color color del automóvil
     * @param numSerie número de serie del automóvil
     * @param cilindrada cilindrada del automóvil
     */
    public Automovil(Color color, int numSerie,
        int cilindrada) {
        super(color, numSerie);
        this.cilindrada = cilindrada;
    }

    /* .... Otros Métodos .... */
}

```

Fig. 6 Clase Automóvil

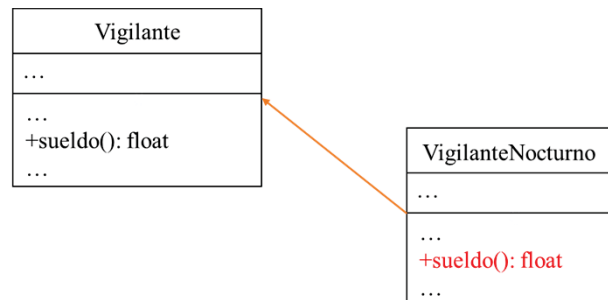
```

public class Barco extends Vehiculo {
    /**
     * Construye un barco
     * @param color color del barco
     * @param numSerie número de serie del barco
     */
    public Barco(Color color, int numSerie) {
        super(color, numSerie);
    }
}

```

Fig. 7 Clase Barco

Una subclase puede redefinir (“*override*”) una operación en lugar de heredarla directamente.



La operación redefinida puede ser totalmente heredada o usar la de la superclase y hacer más cosas. Es conveniente indicar que se desea redefinir un método utilizando la anotación `@override` para informar al compilador de que el método redefine uno de la superclase y detectar el error en caso de que no lo haga. A continuación se presentará un ejemplo de una redefinición errónea del método sueldo.

```
public class VigilanteNocturno extends Vigilante {
    /* ... */

    @Override
    public float suelo() {
        /* ... */
        return 0;
    }
}
```

Gracias a la anotación `@Override`, el compilador nos informa de que `suelo()` NO redefine ningún método de `Vigilante`

Por error se ha escrito `suelo()` en vez de `sueldo()`

IV. Invocación de Operaciones de la Superclase

En variadas ocasiones (no siempre) la operación redefinida invoca la de la superclase, por ejemplo:

- El sueldo de un `VigilanteNocturno` es el sueldo de un `Vigilante` más un plus por trabajar de noche

Java proporciona un mecanismo para invocar las operaciones de la superclase; para referirse a un método de la superclase del objeto actual se usa la palabra reservada `super`

“`super.nombreMétodo (Parámetros...);`”

Por ejemplo:

```
public class VigilanteNocturno extends Vigilante {
    /* ... */

    @Override
    public float sueldo() {
        /* ... */
        return super.sueldo() + 30;
    }
}
```

Sueldo de un `Vigilante`

V. Modificador de acceso `protected`

Los modificadores de acceso para los miembros de una clase son:

En variadas ocasiones (no siempre) la operación redefinida invoca la de la superclase, por ejemplo:

- `<ninguno>`: accesible desde el paquete.
- `Public`: accesible desde todo el programa.
- `Private`: accesible sólo desde esa clase.
- `Protected`: accesible desde sus subclases y, en Java, desde cualquier clase del mismo paquete.

UnaClase
+ atrPublico
- atrPrivado
- atrPaquete
atrProtegido
+ metPublico
- metPrivado
~ metPaquete
metProtegido

En general, definir atributos `protected` en Java NO es una buena práctica de programación, ese atributo sería accesible desde cualquier subclase pudiendo existir varias y

por lo tanto complicaría las tareas de mantenimiento. Además, en Java el atributo es accesible desde todas las clases del paquete sean subclases o no.

El uso recomendado del modificador de acceso *protected* es encapsular todas las clases de la jerarquía en el mismo paquete. Para cambiar los atributos que sólo puedan ser leídos y/o cambiados por las subclases se hacen métodos *protected*. Se debe tener en consideración que NO se debe abusar del modificador de acceso *protected*

```
public class Superclase {  
  
    private int atributo; // atributo privado  
    // método para leer (público)  
  
    public int atributo() {  
        return atributo;  
    }  
  
    // método para cambiar (sólo para las subclases)  
    protected void cambiaAtributo(int a) {  
        atributo = a;  
    }  
}
```

B.: Cuestionario de Estilos de Aprendizaje

Cuestionario de Estilos de Aprendizaje

Neil Fleming en colaboración con Collen Mills en 1992, desarrollaron un instrumento sencillo para determinar las preferencias de modalidad sensorial a la hora de procesar información.

Nombre: _____

Apellido Paterno: _____

Apellido Materno: _____

Rut: _____

Preguntas

Instrucciones: seleccione la alternativa de la respuesta que mejor explica su preferencia, seleccione más de una respuesta si una sola no encaja con su percepción. Deje en blanco toda pregunta que no se aplique.

1. Usted escogerá alimento en un restaurante o un café. Usted haría:

- a. Escuchar al mesero o pedir que amigos recomienden opciones.
- b. Mirar lo que otros comen o mirar dibujos de cada platillo.
- c. Escoger de las descripciones en el menú.
- d. Escoger algo que tienes o has tenido antes.
- e. Ninguna.

2. Usted tiene un problema con la rodilla. Usted preferiría que el doctor:

- a. Use un modelo de plástico y te enseñe lo que está mal.
- b. Te de una página de internet o algo para leer.
- c. Te describa lo que está mal.
- d. Te enseñe en un diagrama lo que está mal.
- e. Ninguna.

3. Usted está a punto de comprar una cámara digital o teléfono o móvil. ¿Aparte del precio qué más influirá en tomar tu decisión?

- a. Probándolo.
- b. Es un diseño moderno y se mira bien.
- c. Leer los detalles acerca de sus características.
- d. El vendedor me informa acerca de sus características.
- e. Ninguna.

4. Me gustan páginas de Internet que tienen:

- a. Interesantes descripciones escritas, listas y explicaciones.
- b. Diseño interesante y características visuales.

- c. Cosas que con un click pueda cambiar o examinar, probar o interactuar.
 - d. Canales donde puedo oír música, programas de radio o entrevistas.
 - e. Ninguna.
- 5. Usted está planeando unas vacaciones para un grupo. Usted quiere alguna observación de ellos acerca del plan. Usted qué haría:**
- a. Usa un mapa o página de Internet para mostrarle los lugares.
 - b. Describe algunos de los puntos sobresalientes.
 - c. Darles una copia del itinerario impreso.
 - d. Llamarles por teléfono o mandar mensaje por correo electrónico.
 - e. Ninguna.
- 6. Usted quiere aprender un programa nuevo, habilidad o juego en una computadora. Usted qué hace:**
- a. Hablar con gente que sabe acerca del programa.
 - b. Leer bien las instrucciones que vienen en el programa.
 - c. Seguir los esquemas en el libro que acompaña el programa.
 - d. Use los controles o el teclado.
 - e. Ninguna.
- 7. Un grupo de turistas quiere aprender acerca de parques o reservas naturales en su área. Usted:**
- a. Los acompaña a un parque o reserva natural.
 - b. Les da un libro o folleto acerca de parques o reservas naturales.
 - c. Les da una plática acerca de parques o reservas naturales.
 - d. Les muestra imágenes de Internet, fotos o libros con dibujos.
 - e. Ninguna.
- 8. Usted tiene que hacer un discurso para una conferencia u ocasión especial. Usted hace:**
- a. Escribir el discurso y aprendérselo leyéndolo varias veces.
 - b. Reunir muchos ejemplos e historias para hacer el discurso verdadero y práctico.
 - c. Escribir algunas palabras claves y practicar el discurso repetidas veces.
 - d. Hacer diagramas o esquemas que te ayuden a explicar las cosas.
 - e. Ninguna.

C.: Programas de Asignaturas de Orientación a Objetos



PROGRAMA DE ASIGNATURA
INGENIERÍA DE EJECUCIÓN EN INFORMÁTICA

Asignatura : **PROGRAMACION ORIENTADA A OBJETOS**
Clave : INF2241
Créditos : 4
Semestre : 4
HC/HA/HP/HE : 4/2/2/4
Prerrequisitos : INF2240 - ESTRUCTURA DE DATOS

Descripción y contextualización de la asignatura

Asignatura de carácter obligatorio correspondiente al área de la Ingeniería Aplicada. Entrega al estudiante las habilidades necesarias para implementar programas resolviendo problemas complejos haciendo uso de la programación orientada a objetos siguiendo principios de buen diseño, respondiendo con ello al perfil de egreso definido.

Progreso de la(s) Competencia(s)

Competencia		Nivel al que Aporta (1, 2, 3,4)
CD1	Aplicar conocimientos matemáticos, científicos y tecnológicos, para implementar soluciones a problemas del área.	Nivel 2: Comprende conceptos matemáticos, científicos y tecnológicos, para implementar soluciones a problemas del área.
CD3	Desarrollar soluciones a problemas de ingeniería, en el ámbito de su especialidad, utilizando pensamiento crítico y capacidad analítica.	Nivel 3: Experimenta con herramientas que son útiles en la solución a problemas de ingeniería, en el ámbito de su especialidad.
CP1	Desarrollar aplicaciones informáticas, eficientes y de calidad.	Nivel 3: Implementa una aplicación informática de calidad, utilizando adecuadamente la plataforma tecnológica.
CP4	Operar y mantener sistemas informáticos utilizando criterios de eficiencia y calidad.	Nivel 2: Conoce los aspectos de calidad y eficiencia relativos a la operación y mantenimiento de sistemas informáticos.
CF3	Gestionar su aprendizaje de manera independiente para actualizar y profundizar sus conocimientos.	Nivel 2: Utiliza herramientas tecnológicas y material bibliográfico para reforzar y gestionar su aprendizaje.
CF4	Demostrar creatividad, iniciativa y proactividad en el desempeño de sus actividades.	Nivel 2: Muestra creatividad y actúa con iniciativa en la realización de su trabajo.
CF5	Comunicarse efectivamente en forma oral, escrita y gráfica en su lengua materna.	Nivel 2: Se comunica de forma clara para transmitir su pensamiento y razonamiento lógico tanto de forma oral como escrita.

Resultados de aprendizaje

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

- Aplicar cada una de las características de la programación orientada a objetos tales como el encapsulamiento, la herencia, la composición y el polimorfismo.
- Aplicar principios de buen diseño a programas orientados a objeto.
- Implementar programas para resolver problemas complejos, utilizando la programación orientada a objetos.



PROGRAMA DE ASIGNATURA
INGENIERÍA DE EJECUCIÓN EN INFORMÁTICA

Contenido de la asignatura

1. Introducción
 - 1.1. Orígenes
 - 1.2. Principios
 - 1.3. Lenguajes
 - 1.4. Instalación y compilación
2. Clases
 - 2.1. Declaración
 - 2.2. Accesos
 - 2.3. Atributos
 - 2.4. Constructores
 - 2.5. Destruidores
 - 2.6. Métodos
 - 2.7. Estructuras de control
 - 2.8. Estructuras de datos
3. Relaciones
 - 3.1. Composición
 - 3.2. Herencia
 - 3.3. Clases abstractas
 - 3.4. Polimorfismo
 - 3.5. Interfaces
4. Interfaces gráficas
 - 4.1. Ventanas
 - 4.2. Eventos
 - 4.3. *Applets*
5. Principios de Diseño OO
 - 5.1. Tipos de encapsulamiento
 - 5.2. Principios de diseño de clases (Liskov, Abierto-Cerrado, Inversión de dependencia).
 - 5.3. Principios de diseño de paquetes

Estrategias de enseñanza y aprendizaje

- Actividad focal introductoria
- Estrategia de solución de problemas
- Estrategias para la Ejercitación
- Clases Expositivas

Evaluación de los resultados esperados

• Instancias de evaluación

La evaluación de la asignatura se realizará a través de 2 estrategias:

- Evaluaciones sumativas, que corresponden a pruebas sumativas escritas.
- Evaluaciones de tareas implementadas con la utilización de herramientas informáticas.

• Condiciones de Aprobación

Nota final presentación a examen: 60% de la nota final de aprobación de la asignatura

Examen: 40% de la nota final de aprobación de las asignatura

Las condiciones de aprobación son las que están establecidas en el reglamento de la Escuela.

Recursos didácticos

✓ **Bibliografía Obligatoria**

1. *Java in a nutshell*, David Flanagan - O'Reilly, 2005.
2. *Learning Java*, Patrick Niemeyer - O'Reilly, 2005.

✓ **Bibliografía Complementaria**

1. Deitel, Paul J., Deitel, Harvey M. **Java: cómo programar.** (7a. ed.) Pearson Educación. Ciudad de México. México. 2008

✓ **Otros materiales de apoyo**

Data show + Computador.

Aula Virtual.

Laboratorio.

Software: Eclipse y Java.

Última Actualización

Responsable : Jefatura de Docencia
Fecha : Diciembre 2012

**PROGRAMA DE ASIGNATURA
INGENIERÍA CIVIL INFORMÁTICA**

Asignatura : **Programación Avanzada**
Clave : ICI 3241
Créditos : 4
Semestre : 5
HC/HA/HP/HE : 4/2/2/4
Prerrequisitos : ICI 2240 - Estructura de Datos

Descripción y contextualización de la asignatura

Asignatura de carácter obligatorio correspondiente al área de la Ingeniería Aplicada. Entrega al estudiante las habilidades para diseñar las arquitecturas de software necesarias para resolver problemas complejos, utilizando para ello la programación orientada a objetos con sus principios y patrones de diseño, respondiendo con ello al perfil de egreso definido.

Progreso de la(s) Competencia(s)

Competencia		Nivel al que Aporta (1, 2, 3,4)
CD1	Aplicar principios matemáticos, científicos y de ingeniería, para diseñar soluciones a problemas del área.	Nivel 1: Conoce principios matemáticos, científicos y de ingeniería, para diseñar soluciones a problemas del área.
CD3	Concebir y diseñar soluciones a problemas de ingeniería, en el ámbito de su especialidad, utilizando pensamiento crítico y capacidad analítica.	Nivel 1: Evalúa equipos multidisciplinarios en la ejecución de proyectos de ingeniería.
CP1	Desarrollar soluciones informáticas innovadoras, eficientes y de calidad.	Nivel 2: Propone componentes y herramientas para el diseño de soluciones informáticas.
CP2	Concebir proyectos informáticos para dar soluciones a los problemas del mundo real.	Nivel 1: Describe procesos organizacionales desde una perspectiva informática.
CF3	Gestionar su aprendizaje de manera independiente para actualizar y profundizar sus conocimientos.	Nivel 1: Reconoce en la autogestión y actualización del conocimiento una fortaleza para un óptimo desempeño profesional.
CF4	Demostrar creatividad, iniciativa y proactividad en el desempeño de sus actividades.	Nivel 2: Muestra creatividad y actúa con iniciativa en la realización de su trabajo.
CF5	Comunicarse efectivamente en forma oral, escrita y gráfica en su lengua materna.	Nivel 1: Emplea un vocabulario formal, tanto de forma oral como escrita, en su desempeño profesional.

Resultados de aprendizaje

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

- Concebir y diseñar las arquitecturas de software necesarias para resolver problemas complejos, aplicando cada una de las características de la programación orientada a objetos tales como el encapsulamiento, herencia, composición y polimorfismo.
- Aplicar principios y patrones de diseño a programas orientados a objeto.
- Implementar programas de alta complejidad y *frameworks* de *software*, utilizando la programación orientada a objetos.

PROGRAMA DE ASIGNATURA INGENIERÍA CIVIL INFORMÁTICA

Contenido de la asignatura

1. **Introducción**
 - 1.1. Orígenes
 - 1.2. Principios
 - 1.3. Lenguajes
 - 1.4. Instalación y compilación
2. **Clases**
 - 2.1. Declaración
 - 2.2. Accesos
 - 2.3. Atributos
 - 2.4. Constructores
 - 2.5. Destruyores
 - 2.6. Métodos
 - 2.7. Estructuras de control
 - 2.8. Estructuras de datos
3. **Relaciones**
 - 3.1. Composición
 - 3.2. Herencia
 - 3.3. Clases abstractas
 - 3.4. Polimorfismo
 - 3.5. Interfaces
4. **Interfaces gráficas**
 - 4.1. Ventanas
 - 4.2. Eventos
 - 4.3. *Applets*
5. **Principios de Diseño OO**
 - 5.1. Ley de Demeter
 - 5.2. Tipos de encapsulamiento
 - 5.3. Principios de diseño de clases (Liskov, Abierto-Cerrado, Inversión de dependencia).
 - 5.4. Principios de diseño de paquetes
6. **Patrones de diseño**
 - 6.1. Principios GRASP
 - 6.2. Patrones MVC
 - 6.3. Patrones GoF (creacionales, estructurales, de comportamiento)
 - 6.4. Anti-patrones
7. **Frameworks de Software**
 - 7.1. *Frameworks* de caja Blanca y caja negra,
 - 7.2. *Frameworks* de capas y de componentes

Estrategias de enseñanza y aprendizaje

- Actividad focal introductoria
- Estrategia de solución de problemas
- Estrategias para la Ejercitación
- Clases Expositivas

Evaluación de los resultados esperados

• Instancias de evaluación

La evaluación de la asignatura se realizará a través de 2 estrategias:

- Evaluaciones sumativas, que corresponden a pruebas sumativas escritas.
- Evaluaciones de tareas implementadas con la utilización de herramientas informáticas.

• Condiciones de aprobación

Nota final presentación a examen: 60% de la nota final de aprobación de la asignatura

Examen: 40% de la nota final de aprobación de las asignatura

Las condiciones de aprobación son las que están establecidas en el reglamento de la Escuela.

PROGRAMA DE ASIGNATURA
INGENIERÍA CIVIL INFORMÁTICA

Recursos didácticos

✓ **Bibliografía Obligatoria**

1. *Java in a nutshell*, David Flanagan - O'Reilly, 2005.
2. *Learning Java*, Patrick Niemeyer - O'Reilly, 2005.

✓ **Bibliografía Complementaria**

1. Deitel, Paul J., Deitel, Harvey M. **Java: cómo programar.** (7a. ed.) Pearson Educación. Ciudad de México. México. 2008

✓ **Otros materiales de apoyo**

Data show + Computador.
Aula Virtual.
Laboratorio.
Software: Eclipse y Java.

Última Actualización

Responsable : Jefatura de Docencia
Fecha : Diciembre 2013

**PLAN CURRICULAR 2009 – INGENIERIA CIVIL INDUSTRIAL
 DESCRIPCION ASIGNATURA**

1. - Antecedentes generales

Clave	Nombre de la asignatura
EII-147	INTRODUCCION A LAS TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION

Horas semanales de cátedra	Horas semanales prácticas		Créditos	Área asignatura
	Taller	Ayudantía		
6	2	2	5	Ciencias de la Ingeniería

Pre-requisitos	
Clave	Asignatura
EII-110	INTRODUCCION AL MODELAMIENTO DISCRETO

Resumen
<p>Esta asignatura presenta un vocabulario básico en materia de <i>hardware</i> y <i>software</i> computacional, muestra la aplicación de las tecnologías de información y comunicaciones en ámbito organizacional, y revela nuevas tendencias en su aplicación.</p> <p>En términos de desarrollo de <i>software</i>, expone la sintaxis de un lenguaje de programación de propósito general orientado a objetos, y ejercita su práctica en la implementación de algoritmos de complejidad simple- mediana. Presenta, además, los principios básicos de orientación a objetos (abstracción, encapsulación, herencia y polimorfismo), y guía su aplicación en el desarrollo de programas computacionales.</p>

Objetivos de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> • Reconocer y describir los principales recursos tecnológicos disponibles para el tratamiento y transmisión de datos. • Obtener una visión general, tanto de los recursos y servicios disponibles, como de las nuevas tendencias en el ámbito de tecnologías de información, y observar su impacto en ámbito público y privado. • Implementar algoritmos de complejidad simple-mediana en un lenguaje de programación de propósito general. • Conocer los fundamentos de la programación orientada a objetos, y la aplicación de estos conceptos en el desarrollo de aplicaciones simples. • Emplear un computador personal con aplicaciones de productividad personal. • Practicar la comunicación escrita de informes técnicos, y su presentación oral.

2. - Contenidos de la asignatura

Presentación de Contenidos
<p>Unidad 1: Tecnologías de Información: definiciones e infraestructura (6 Sesiones)</p> <p>Esta unidad introduce los elementos de hardware y software presentes en las plataformas de tecnología de información y comunicaciones, con el fin de construir un vocabulario básico en la materia. Particularmente se enfatizan los medios disponibles para el tratamiento digital de datos y para la transmisión de los mismos.</p> <p>En relación con el uso del software, esta unidad introduce al alumno, que no tuviere práctica, al manejo básico de aplicaciones de productividad personal (procesador de texto, planilla electrónica, editor de presentaciones), y favorece su empleo mediante la realización de trabajos prácticos.</p> <p>Los contenidos específicos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definiciones generales: ingeniería, tecnología, información, sistema de información, sistema informático. • Evolución de las tecnologías de información y comunicaciones: desde la prehistoria hasta nuestros días.

- El computador digital: representación interna de datos, circuitos lógicos, componentes de *hardware*, tratamiento de datos (texto, audio, imágenes, vídeo) en medios digitales.
- *Software* de computadores: sistemas operativos, lenguajes de programación, aplicaciones (*software* de productividad personal, bases de datos, etc.).
- Tecnologías utilizadas en telecomunicaciones y redes: redes cableadas e inalámbricas, *hardware* de apoyo a las comunicaciones, tipos de redes, protocolos de red.
- Arquitecturas de sistemas: bases de datos, *software* monolítico, *software* multi-capa, arquitectura sobre internet.
- Utilización de aplicaciones de productividad personal.

Unidad 2: Aplicaciones de las tecnologías de información y su impacto (6 sesiones)

Esta unidad muestra el uso de las tecnologías de información en diferentes ámbitos, y el impacto que los nuevos desarrollos pueden generar en organizaciones, servicios públicos, y en la vida privada de las personas. Para esto se reconocerán nuevas tendencias, visiones, y proyectos de entidades vinculadas al desarrollo de tecnologías de información. Se mostrará el impacto y penetración de las tecnologías en diferentes países.

- Impacto de las tecnologías de información en organizaciones y negocios (*e-commerce*, *Enterprise Resource Planning*, sistemas de soporte a las decisiones).
- Impacto social de las Tecnologías de Información
- Tecnologías de información y el resguardo de la seguridad.
- Licencias de *software* y *software* libre.
- Nuevas tecnologías y tendencias.
- Las tecnologías de información en el campo de la Ingeniería Industrial.

Unidad 3: Desarrollo de software: programación básica (12 sesiones)

Se espera que el alumno aprenda a implementar algoritmos en el lenguaje de programación Java, a compilar programas, y a identificar y corregir errores lógicos y sintácticos. Por esta razón, esta unidad se centra en la programación de algoritmos de cálculo, enfatizando la utilización correcta de estructuras de control, el adecuado empleo de variables y la formulación de expresiones aritmético/lógicas. Se reduce al mínimo el uso de clases y otros conceptos propios de la programación orientada a objetos.

Los contenidos específicos son:

- Desarrollo y ejecución de programas en Java: compilación e interpretación de programas, estructura general de una aplicación.
- Estructuras de control
- Tipos de datos primitivos, representación interna de valores numéricos, limitaciones. Uso de *Strings*.
- Expresiones aritméticas y lógicas.
- Aplicaciones con ingreso de datos por parámetro en línea de comando, y mediante *streams* de ingreso y salida de datos estándares.
- Arreglos unidimensionales y multidimensionales de tipos de datos primitivos o *Strings*.
- Lectura y escritura de archivos de texto.
- Utilización de un entorno integrado de desarrollo (IDE) para la programación.

En la primera mitad de esta unidad las experiencias de programación se realizan utilizando las herramientas provistas por el ambiente de desarrollo estándar de Java (intérprete y compilador en interfaz de consola) y un editor de texto de propósito general, a fin de que el alumno comprenda las etapas de desarrollo de una aplicación, y los productos resultantes de cada una de ella. En la segunda mitad se introduce y se favorece la utilización de un IDE (como Eclipse o *Netbeans*).

Unidad 4: Desarrollo de software: programación orientada a objetos (12 sesiones)

Esta unidad introduce los conceptos básicos de programación orientada a objetos, y su aplicación en lenguaje Java. Se espera que el alumno identifique e implemente clases en problemas de diseño de *software* simples, que involucren relaciones de uso y jerarquías de herencias entre clases, y la mantención de las mismas en estructuras estáticas indexadas (arreglos unidimensionales y multidimensionales).

Los contenidos específicos son:

- Introducción a la programación orientada a objetos y definiciones: clase, objeto, abstracción. Estructura de una clase en Java Clases instanciables y clases estáticas. Tipos de variables (de instancia, de clase, parámetros y locales). Visibilidad de variables al interior de una clase. Constructores y métodos.
- Introducción del concepto de “encapsulación” en interpretación limitada a “ocultamiento de información”. Implementación en Java mediante modificadores de visibilidad “*public/private*” en variables de instancia.
- Sobrecarga de constructores y métodos.

- Arreglos de objetos.
- Herencia y polimorfismo; sobrescritura de métodos. Constructores en Java y herencia.
- Clases abstractas e interfaces.

Unidad 5: Otros conceptos y técnicas de programación (6 sesiones)

Esta unidad introduce aspectos propios de la programación en Java, que resultan de utilidad en el desarrollo de aplicaciones.

- Organización del código en *packages*.
- Control de excepciones.
- Representación de tipos de datos numéricos en Java (enteros y punto flotante), problemas de *overflow*, *underflow*, errores de redondeo.
- Uso de *Generics* en Java.

3. - Experiencias de aprendizaje

Actividades formativas y complementarias

- Clases expositivas de contenidos y ejercitación en desarrollo de problemas de programación.
- Ejercitación en laboratorio de computadores sobre uso de herramientas de productividad personal.
- Desarrollo de programas de computador en laboratorio, bajo supervisión.
- Investigación sobre el uso de las tecnologías de información y comunicaciones en el ámbito público o privado regional o nacional: trabajo grupal (máximo 5 personas) que incluye visita a empresa u organización, modelamiento de algún proceso organizacional de ésta (usando algún tipo de modelo gráfico), y la descripción del rol de las TI como apoyo al proceso seleccionado. Entrega de informe y exposición al curso sobre lo estudiado.
- Lecturas que describen conceptos y aplicaciones relacionadas con tecnologías de información y comunicaciones. Al menos una de las lecturas deberá corresponder a un texto de divulgación en inglés.
- Redacción de un informe escrito.
- Presentación oral grupal.
- Desarrollo de tareas de programación en grupos de dos personas.
- Presentación de problemas de programación (por parte del profesor o los alumnos) para su discusión en foros.
- Programación de robots *Legó Mindstorms* en ambiente LeJos (Java para *Legó Mindstorms*).

4.- Evaluación

Métodos recomendados de evaluación

- Es perfectamente posible que las unidades 1 y 2 se aborden en paralelo con las unidades 3, 4 y 5, por lo tanto las evaluaciones sugeridas deberán considerar los eventuales contenidos tratados.
- Realización de al menos cuatro evaluaciones individuales comprensivas, cuyo contenido se recomienda estructurar de la siguiente forma:
 - **Evaluación 1:** contenidos teóricos asociados a la unidad 1, y teórico-prácticos asociados a la programación, considerando la sintaxis básica en Java.
 - **Evaluación 2:** contenidos teóricos asociados a la unidad 2, y desarrollo de aplicación interactiva con definición de clases e instanciación de objetos, y gestión de objetos en arreglos.
 - **Evaluación 3:** desarrollo de aplicaciones con herencia de clases, sobrecarga y sobrescritura de métodos. Utilización de clases abstractas e interfaces.
 - **Evaluación 4 (final):** examen que comprende todos los temas tratados en el curso.
- Desarrollo de **talleres de programación y presentación al curso:** los alumnos deberán entregar un informe escrito y realizar una presentación a la clase. En la presentación todos los alumnos deberán exponer una parte del trabajo. Se sugiere que una fracción de la evaluación sea asignada al contenido del informe, otra fracción sea asignada por el profesor a la exposición, y que una fracción final sea asignada por los alumnos del curso asistentes a la exposición
- Realización de al menos dos **evaluaciones grupales no presenciales o tareas** (de máximo 2 alumnos), relacionadas con la implementación de un programa computacional. Se sugiere que la primera evaluación contemple la aplicación de los temas planteados en la unidad 2 “Programación básica en Java”, y que la segunda

evaluación contemple al menos los temas presentados hasta “Herencia” de la unidad 3 “Desarrollo de *software*: programación orientada a objetos”.

5.- Competencias

Contribución a las competencias de egreso

Esta asignatura contribuye significativamente al desarrollo de las siguientes competencias:

- Conocimiento en ciencias de la ingeniería.
- Capacidad analítica.
- Gestión de información.

Y metodológicamente contribuye a las siguientes competencias:

- Comunicación.
- Liderazgo y trabajo en equipo.

6.- Referencias

Bibliografía

- BEEKMAN G. 2005. **Introducción a la Informática**. Prentice-Hall, Upper Saddle River.
- COHEN, D. & ASIN, E. 2005. **Sistemas de información para los negocios**. McGraw-Hill, México D.F.
- ECKEL B. 2006. *Thinking in Java*. Prentice-Hall, Upper Saddle River.
- FRIESEN, J. 2007. *Beginning Java SE 6 Platform: From Novice o Professional*. Apress, Berkeley.
- HORSTMANN C. & CORNELL G. 2008. *Core Java, Volume I: Fundamentals*. Sun Microsystems Press, California.
- MACK, R. 2003. *Java Number Cruncher: The Java Programmer's Guide to Numerical Computing*. Prentice Hall, New Jersey.
- NAFTALIN M. & WADLER P. 2007. *Java Generics and Collections*. O'reilly Media, Inc. Sebastopol, CA.
- SCHILD T. 2006. *Java: The Complete Reference*. McGraw-Hill, New York.

Se incorporarán lecturas de artículos de revistas de divulgación, tales como *Communications of the ACM*, *IEEE Spectrum*, entre otras, que aborden temas relacionados con aquellos tratados en clases.

Links de interés

- Sitio de Nessi, editor e intérprete de diagramas Nassi-Shneiderman: <http://eii.pucv.cl/nessi/>
- Sitio de Java en portal de Sun Microsystems: <http://java.sun.com/>
- Sitio de “The Java Developers Almanac 1.4”: <http://exampledepot.com/>, donde se encuentran ejemplos de código para la realización de algunas tareas frecuentes.
- Sitio de proyecto LeJOS: <http://lejos.sourceforge.net/>

7.- Datos de versión

Autor	Fecha de creación	Fecha de actualización
Franco Guidi Polanco	30/06/2008	30/06/2008