



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE INFORMÁTICA

Laboratorio Remoto en un Entorno Virtual de Enseñanza Aprendizaje

Tesista: Esp. Ing. Miguel Ángel REVUELTA

Director: Dra. Stella Maris MASSA
Co-Director: Mg. Lic. Rodolfo BERTONE

TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL GRADO DE MAGÍSTER
EN TECNOLOGÍA INFORMÁTICA APLICADA EN EDUCACIÓN

La Plata, Buenos Aires, Argentina
Octubre-2016

ÍNDICE

ÍNDICE.....	I
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VVIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	VIII
NOMENCLATURA	IX
AGRADECIMIENTOS	X
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XI
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Motivación.....	1
1.2 Objetivos de la tesis.....	2
1.3 Estructura de la tesis.....	3
1.4. Producción científica derivada de resultados parciales de la tesis	4
CAPÍTULO 2. EDUCACIÓN A DISTANCIA	6
2.1. Introducción.....	6
2.2. Educación abierta y a distancia	8
2.3. Etapas de la EAD.....	9
2.3.1. La generación de la Enseñanza Telemática.....	10
2.4. E-learning	12
2.4.1. Evolución del e-learning.....	13
2.5. Entornos Virtuales de Enseñanza Aprendizaje (EVEA)	15
2.5.1. Tipos de EVEA.....	17
2.6. Moodle.....	19
2.6.1. Características de Moodle	20
2.6.2. Moodle plugins	23
CAPITULO 3. EL APRENDIZAJE BASADO EN TRABAJOS DE LABORATORIO.....	27
3.1. Introducción.....	27

3.2. Aproximación a la definición de aprendizaje	27
3.3. Teorías de Aprendizaje	27
3.4. El aprendizaje por descubrimiento, el estudiante en actividad.....	29
3.5. Trabajos de Laboratorio (TL)	31
3.5.1 Clasificación	31
3.5.2. Descripción de los tipos de TL	32
3.5.2.a TL Presencial	33
3.5.2.b TL Virtual un - usuario	35
3.5.2.c TL Remoto	37
3.5.2.d TL Virtual multi-usuario	39
3.6. El aula virtual	39
3.6.1. La simulación en el aula virtual.....	40
3.6.2. La tele operación en el aula virtual.....	41
CAPITULO 4. PROGRAMACION DE MICROCONTROLADORES	42
4.1. Introducción.....	43
4.2. El Microcontrolador	45
4.3. Los Sistemas Embebidos	46
4.4. Conceptos básicos de programación de microcontroladores.....	48
4.4.1. Programación de bajo nivel	49
4.4.1.1. Características de la programación en bajo nivel	52
4.4.2. Programación de nivel medio	53
4.4.2.1 Características de la programación en nivel medio	54
4.4.3. El manejador de proyectos	55
4.5. La plataforma Arduino	56
CAPITULO 5. LAS COMPETENCIAS, DESARROLLO Y EVALUACIÓN	62
5.1. Competencias	62
5.2. Las competencias en el ámbito universitario.....	64
5.3. Formación por Competencias y algunas implicaciones	65
5.4. Factores que intervienen en el proceso de aprendizaje que contribuyen al desarrollo de competencias.....	66
5.5. Elementos para el cambio conceptual	68
5.5.1 Pasos para implementar el cambio	68
5.6. Las competencias de egreso del Ingeniero en la Argentina.....	69
5.6.1. Las capacidades involucradas en las competencias particulares	70
5.7. La evaluación por competencias.....	75

5.7.1. Las situaciones que propician el desempeño auténtico	77
5.7.2. Características de las situaciones para propiciar el desempeño auténtico....	78
5.8. Evaluación basada en competencias	79
5.8.1. La rúbrica como instrumento para la evaluación de competencias	80
5.8.2. Tipos y usos de las rúbricas	83
5.8.3. Diseño de una rúbrica	84

CAPITULO 6. ESTUDIO DE LA VALIDEZ Y LA CONFIABILIDAD DE UN INSTRUMENTO DE EVALUACION DE COMPETENCIAS..... 90

6.1. Introducción.....	90
6.2. Confiabilidad	92
6.2.1. Estimación de la Confiabilidad.....	92
6.3. Validez.....	94
6.3.1. Estimación de la Validez	94
6.4. Tipos de validez.....	95
6.4.1. Validez de contenido	96
a.1) Selección de expertos	97
a.2) Número de expertos.....	98
a.3) Técnicas para determinar el grado de acuerdo de los expertos	98
a.3.1) Técnica de Agregados Individuales.....	99
a.3.2) Técnica método Delphi.....	98
a.3.3) Técnica del Grupo Nominal (TGN)	102
a.3.4) Técnica de Consenso Grupal	104
6.4.2. Validez de constructo	104
6.4.3. Validez de criterio	105
6.5. Validación de rúbricas	106

CAPITULO 7. DISEÑO DE LA PROPUESTA DIDACTICA 1086

7.1. Introducción.....	108
7.2. Contexto de la investigación.....	109
7.2.1. El plug-in Laboratorio Remoto para Moodle	110
7.2.2. Instalación y funcionamiento del módulo LR en Moodle	110
7.3. Diseño del curso	112
7.4. Estructura y contenido del curso	112
7.4.1. Introducción:.....	113
7.4.2. Secuencia de actividades:	114
7.5. Implicaciones pedagógicas de la secuencia de actividades.....	120

CAPITULO 8. INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN: DISEÑO Y VALIDACIÓN	122
8.1. Introducción.....	122
8.2. Las competencias en el contexto de esta investigación.....	122
8.3. Diseño de las rúbricas para evaluar las competencias seleccionadas.....	123
8.4. Validación de las rubricas.....	127
8.4.1. Implementación del juicio de expertos para el estudio de validez de contenido.....	127
8.4.2. Selección de los expertos.....	128
8.4.3. Documentación enviada a los expertos.....	129
8.5. Análisis de los resultados del juicio de expertos mediante la técnica de Agregados Individuales.....	130
8.5.1. Visualización global de la concordancia para todos los ítems.....	131
8.6. Análisis de las conclusiones del juicio de expertos.....	133
8.6.1. Análisis de los resultados del Juicio de expertos para los indicadores de logro de la competencia A.....	134
8.6.2. Análisis de los resultados del Juicio de expertos para los indicadores de logro de la competencia B.....	137
8.7. Rediseño de las rúbricas según el resultado del juicio de expertos.....	139
8.8. Cuestionario de evaluación del curso ISEBA.....	142
CAPITULO 9. ANÁLISIS DE RESULTADOS	146
9.1 Introducción.....	146
9.2. Recolección de la información.....	146
9.2.1. Análisis de la información recolectada para la evaluación del grado de apropiación de la competencia A.....	149
9.2.2. Análisis de la información recolectada para la evaluación del grado de apropiación de la competencia B.....	150
9.3. Criterios para la interpretación de los resultados.....	150
9.4. Resultados en referencia al conjunto de alumnos del curso.....	151
9.4.1. Para la competencia A.....	151
9.4.2. Para la competencia B.....	152
9.5. Análisis general respecto de los resultados de las rúbricas.....	153
9.6. Análisis de la información recolectada respecto de la evaluación del contexto experimental y de la propuesta en general.....	153
9.6.1. Valoración de las actividades de Laboratorio Virtual.....	153
9.6.2. Valoración de las actividades de Laboratorio Remoto.....	155
9.6.3. Análisis global respecto de las actividades de laboratorio.....	157

9.7. Valoración del contexto del curso	158
9.8. Contexto e interpretación de los resultados	160
CAPITULO 10. CONCLUSIONES Y LINEAS FUTURAS DE INVESTIGACION	161
10.1 Introducción.....	161
10.2 Conclusiones.....	162
10.3 Futuras líneas de investigación y desarrollo.....	164
CAPITULO 11. REFERENCIAS	166
Apéndice A. Contenido del curso	179
A.1. La introducción.....	179
A.1.1. Descripción de los ítems del diseño	180
A.2. Las Actividades	182
A.2.1. Primera parte, la Actividad 1	182
A.2.2. Segunda parte, la Actividad 2.....	184
Apéndice B. Documentos para los jueces	186
B.1. Contexto de la participación	186
B.2. Propuesta pedagógica.....	187
B.3. Fuentes objetivas de información para la evaluación de los alumnos	188
B.4. Instrumentos de evaluación, a consideración del juicio de expertos	189
B.5. Indicadores para el juicio	191
B.6. Plantillas para completar por los expertos	192

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Generaciones de innovación tecnológica en EAD	100
Figura 2.2 Generaciones del e-learning, contenidos y herramientas	133
Figura 2.3 Interacción en el e-learning	15
Figura 2.4 Herramientas informáticas con sentido evaluativo formativo de Moodle	21
Figura 2.5 En rol de edición se hace visible la solapa de Bloques	25
Figura 2.6 Laboratorios remotos, es un bloque agregado a esta versión particular de Moodle	26
Figura 3.1 Ejemplo de laboratorio real presencial	33
Figura 3.2 Laboratorio real presencial asistido por computadora	34
Figura 3.3 Laboratorio virtual	36
Figura 3.4 Componentes de un laboratorio remoto	37
Figura 4.1. Detalles constructivos de un circuito integrado	43
Figura 4.2. Aspecto de un chip comercial	44
Figura 4.3. Esquema en bloques de un chip de microcontrolador	46
Figura 4.4. Sistema embebido implementando un robot experimental	47
Figura 4.5 Interfase gráfica del programa ensamblador WinIDE	50
Figura 4.6. El código ejecutable se programa en el microcontrolador	51
Figura 4.7. Ejemplo programación en lenguaje C	54
Figura 4.8. Microcontrolador conectado en una placa de circuito impreso	56
Figura 4.9. Interfaz de usuario del IDE de Arduino	58
Figura 4.10 Placa de circuito impreso Arduino modelo UNO	59
Figura 4.11 Placa de circuito impreso Arduino modelo DUE	59
Figura 4.12 Escenario de trabajo basado en la plataforma Arduino	61
Figura 5.1 Dimensiones de las competencias	62
Figura 5.2 Factores que intervienen en el proceso de aprendizaje	66
Figura 5.3 Niveles de jerarquías para la especificación de una competencia	71
Figura 5.4 Capacidades involucradas en la primera competencia tecnológica	72
Figura 5.5 Sub-capacidades de la capacidad 1.a	73
Figura 5.6 Sub-capacidades de la capacidad 1.b	73
Figura 5.7 Sub-capacidades de la capacidad 1.c	74
Figura 5.8 Sub-capacidades de la capacidad 1.d	75
Figura 5.9 Esquema para la lectura de una competencia	76
Figura 5.10 La situación para la evaluación de y para el desarrollo de competencias	77
Figura 5.11 Algunas competencias para la titulación del Profesorado en Educación	84
Figura 5.12 Criterios o indicadores de logro para una competencia	86
Figura 5.13 Descripción de los niveles de cumplimiento de un logro	88
Figura 6.1 Técnicas para implementar el Juicio de Expertos	99
Figura 7.1 Estructura y partes del curso	113
Figura 7.2 Pantalla de inicio del curso	114
Figura 7.3 Entorno de desarrollo del LV	117
Figura 7.4 Sesión LR	118

Figura 7.5 Editor de código del LR	119
Figura 9.1 Captura pantalla del repositorio de devoluciones Actividad 1 parte a	147
Figura 9.2 Captura pantalla repositorio de devoluciones Actividad 2 parte b	148
Figura A.1 Detalle del diseño pedagógico del curso (introducción)	179
Figura A.2 Detalle del diseño pedagógico del curso (primera y segunda parte)	182

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Algunos hechos históricos de la EAD	7
Tabla 2.2 Algunos moodle-plugins	24
Tabla 3.1 Resumen de algunas teorías pedagógicas	28
Tabla 3.2 Clasificación de los recursos según su naturaleza y acceso	32
Tabla 4.1 Correspondencia entre lenguaje de máquina, mnemónico y su significado	49
Tabla 5.1 Competencias genéricas adoptadas por ASIBEI	69
Tabla 5.2 Características generales de la rúbrica	83
Tabla 5.3 Actividades para inferir indicadores de logro	87
Tabla 5.4 Aspecto de la rúbrica en proceso de diseño	89
Tabla 5.5 Partes de una rúbrica	89
Tabla 6.1 Plantilla para validar instrumento de evaluación	98
Tabla 7.1 Resumen de las características operacionales de los laboratorios	116
Tabla 7.2 Secuencia de actividades y situaciones involucradas	120
Tabla 8.1 Rubrica para la competencia A	125
Tabla 8.2 Rubrica para la competencia B	126
Tabla 8.3 Biograma de los expertos	129
Tabla 8.4 Valores de concordancia según la cantidad de votos aceptando el ítem	131
Tabla 8.5 Concordancia de los indicadores de calidad para todos los elementos descriptivos de la rúbrica A	133
Tabla 8.6 Concordancia de los indicadores de calidad para todos los elementos descriptivos de la rúbrica B	133
Tabla 8.7 Nuevas descripciones para los ítems A-1-b y A-3-b	140
Tabla 8.8 Nuevas descripciones para todos los ítems relacionados con el logro B-3	141
Tabla 8.9 Ejemplos de categorías de apreciación conceptual para la escala de Himmel	142
Tabla 8.10 Escala de apreciación aplicada a las actividades del LV	143
Tabla 8.11 Escala de apreciación aplicada a las actividades del LR	144
Tabla 9.1 Resultado de la aplicación de la rúbrica A al alumno_2	150
Tabla 9.2 Resultado de la aplicación de la rúbrica B al alumno_2	150
Tabla 9.3 Resultado de la aplicación de la rúbrica A a todos los alumnos	151
Tabla 9.4 Resultados de la aplicación de la rúbrica B a todos los alumnos	152
Tabla 9.5 Resultados de la valoración para los indicadores del Laboratorio Virtual	154
Tabla 9.6 Resultados de la valoración para los indicadores del Laboratorio Remoto	156

Tabla B.1 Secuencia de actividades y situaciones involucradas	188
Tabla B.2 Rúbrica para la competencia A	190
Tabla B.3 Rúbrica para la competencia B	190
Tabla B.4 Plantilla para evaluar indicadores de logro para la competencia A	193
Tabla B.5 Plantilla para evaluar descriptores del nivel de cumplimiento de cada logro para la competencia A	194
Tabla B.6 Plantilla para evaluar indicadores de logro de la competencia B	195
Tabla B.7 Plantilla para evaluar descriptores del nivel de cumplimiento de cada logro para la competencia B	196

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 8.1 Concordancia global para los indicadores de logro de la competencia A	134
Gráfico 8.2 Concordancia detallada de cada indicador de validez para los logros de la competencia A	135
Gráfico 8.3 Concordancia global para la descripción de los grados de cumplimiento de los logros de la competencia A	135
Gráfico 8.4 Detalle de la concordancia de cada indicador de validez para las descripciones de cumplimiento del logro A-1	136
Gráfico 8.5 Concordancia global para los indicadores de logro para la competencia B	137
Gráfico 8.6 Concordancia detallada de cada indicador de validez para los logros de la competencia B	138
Gráfico 8.7 Concordancia global para las descripciones de los grados de cumplimiento de los logros de la competencia B	139
Gráfico 9.1 Resultados de la valoración para los indicadores del LV	155
Gráfico 9.2 Resultados de la valoración para los indicadores del Laboratorio Remoto	157

NOMENCLATURA

ABP	Aprendizaje Basado en Problemas
APA	American Psychological Association
ASIBEI	Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería
BASIC	Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code
BIT	Binary Digit
CAD	Computer Aided Design
CI	Circuito Integrado
CMS	Content Management System
CONFEDI	Consejo Federal de Decanos de Ingeniería
CPU	Unidad Central de Procesos
EAD	Educación a Distancia
EAO	Enseñanza Asistida por Ordenador
EVEA	Entorno Virtual de Enseñanza Aprendizaje
GIDI	Grupo de Ingeniería en Desarrollos Informáticos
GNU	General Public License
GUI	Graphical User Interface
GPL	General Public License
GPS	Sistema de posicionamiento global
IDE	Entorno Integrado de desarrollo
ISEBA	Introducción a Sistemas Embebidos Basados en Arduino
LCD	Liquid Crystal Display
LCMS	Learning Content Management System
LMS	Learning Management System
LR	Laboratorio Remoto
LV	Laboratorio Virtual
LVUU	Laboratorio Virtual un-usuario
LVMU	Laboratorio Virtual multi-usuario
MOODLE	Object oriented Dynamic Learning Environment
PHP	Hypertext Pre-processor
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol
TGN	Técnica del Grupo Nominal

TL	Trabajo de Laboratorio
UNMDP	Universidad Nacional de Mar del Plata
UNIX	Sistema operativo portable, multitarea y multiusuario
USB	Universal Serial Bus
UTMS	Universal Mobile Telecommunications System
WAP	Wireless Application Protocol
WBT	Web Based Training
WWW	Word Wide Web

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría expresar el más profundo agradecimiento a mi directora, Stella Maris, no solo por las incontables revisiones respecto del contenido y la redacción de la tesis, sino por su amistad y consejos de índole personal, que me persuadieron a completar esta maestría.

A mi Co-Director, Rodolfo, por sus minuciosos y detallados aportes basados en su incuestionable experiencia no solo docente sino profesional.

Al Ingeniero Felipe Evans por resolver todos los problemas que surgieron al instalar el módulo de Laboratorio Remoto en Moodle.

A mis compañeros de ruta en esta aventura, los ingenieros Julio Doumecq y Gustavo Alfredo Bacino, con quienes compartí viajes y estudios.

Al personal administrativo del posgrado de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata, por su organización y dedicación en entender y solucionar los problemas derivados de nuestros viajes para cursar.

Finalmente, a mi familia y compañeros de trabajo, por su comprensión.

RESUMEN

El objetivo principal de esta tesis es desarrollar una propuesta didáctica de Laboratorio Remoto (LR) en un Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA) que favorezca el aprendizaje de programación basada en lenguaje de alto nivel

Para posibilitar esta investigación se requirió la adecuación de la plataforma educativa que en particular se implementó en base a Moodle, para dotar a la misma de los recursos didácticos necesarios.

Con el fin de evaluar las actividades, se implementó una rúbrica que permite valorar los desempeños de los alumnos mediante la observación de indicadores de logro que facilitan el reconocimiento de los mismos y permiten caracterizar el grado en que se cumplen los desempeños. Esta herramienta de evaluación se sometió al proceso de validación de contenido mediante el método del juicio de expertos.

Se presenta el trabajo experimental, mostrándose los resultados obtenidos y la opinión de los alumnos expresada mediante un cuestionario de satisfacción elaborado al efecto.

ABSTRACT

The primary object of this thesis is to develop a didactical proposal of a Remote Lab (RL) inside a Virtual Learning Environment (VLE) which favors learning a high level programming language.

In order to be able to do this investigation, it was required to customize a learning platform (Moodle), to provide it with the necessary didactical resources.

In order to evaluate the activities, it was necessary to implement a rubric to value the performance of the students by the observation of the indicators of achievement in order to ease the recognition of them and to allow the characterization of the degree in which they achieve them. This evaluative tool underwent the process of validation of its content by the method of judgment by experts.

Here is presented an experimental work, showing the obtained results and the opinion of the students expressed by a satisfaction questionnaire prepared for this proposal.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Se presenta en este capítulo la motivación de la tesis, sus objetivos, la estructura general y la producción científica derivada de resultados parciales de la misma.

1.1 Motivación

El origen de la Educación a Distancia (EAD) puede hallarse en los requerimientos individuales y profesionales, así como en las aspiraciones de los diversos grupos sociales para crecer educacional y socialmente, junto con la consolidación de los nuevos canales de comunicación que posibilitan este proceso de enseñanza/aprendizaje (García Aretio, 2005).

El uso de la tecnología en el espacio educativo permite el acceso a herramientas interactivas que mantienen la atención de los alumnos con más facilidad y aportan un nuevo reto al sistema educativo que consiste en pasar de un modelo unidireccional de formación, donde por lo general los saberes recaen en el profesor o en su sustituto el libro de texto, a modelos más abiertos y flexibles, donde la información situada en grandes bases de datos, tiende a ser compartida entre diversos alumnos (Elstein, 2011).

La formación a distancia en tiempos de la Internet y la web se denomina Web Based Training o formación basada en Internet, relaciona las tecnologías desarrolladas para la Web con la tarea de la formación (Castaño y Palazio, 2006). En el presente es más frecuente encontrarse con expresiones como e-Learning, aunque también son comunes otras denominaciones como: aprendizaje digital, aprendizaje en red, tele formación, aprendizaje virtual, etc.

Los Entornos Virtuales de Enseñanza Aprendizaje (EVEA), son espacios educativos alojados en la web, conformados por un conjunto de herramientas informáticas que posibilitan la interacción didáctica (Salinas, 2011).

La evolución de estas herramientas ha permitido la realización de actividades de enseñanza basadas en la práctica que tienen el propósito de que los alumnos experimenten e interactúen con juegos, simulaciones y laboratorios.

En la enseñanza de la ingeniería, es deseable la realización de actividades pedagógicas que posibiliten poner en práctica los conocimientos previos y adquirir nuevos,

corroborándolos en el campo de la experiencia real. Este papel lo desempeña el laboratorio de prácticas, el cual, antes de la aparición del e-learning inexorablemente requería de la presencia física del estudiante para poder manipular los sistemas de control y dispositivos de un laboratorio, en un entorno controlado bajo la supervisión del profesor (Sánchez y Morilla, 2000).

Son los Trabajos de Laboratorio recursos pedagógicos que permiten recrear situaciones con distinto grado de veracidad y mayor o menor contenido de los componentes de una situación real.

Según Villa y Poblete (2004), estas prácticas persiguen como objetivo general integrar al estudiante en un contexto de aprendizaje situado en campos reales relacionados con la práctica del rol profesional a desempeñar. Con ello se trata de posibilitarle la adquisición de los conocimientos, información, habilidades y competencias necesarias para el ejercicio profesional en un determinado ámbito del mercado laboral.

Siguiendo esa línea, Andrés, Pesa y Meneses (2008) proponen que en el desarrollo de los trabajos de laboratorio debería predominar el aprendizaje en el dominio metodológico y en inherente relación con algún marco teórico asociado a la experiencia planteada, donde el estudiante aprende en acción frente a la situación.

Encontramos en la realización de Trabajos de Laboratorio una oportunidad para propiciar desempeños tendientes a la consolidación de competencias tecnológicas. La formación y evaluación por competencias propone un cambio de enfoque respecto de la práctica educativa tradicional, pues pretende determinar las capacidades y aptitud adquiridas en el proceso de aprendizaje.

1.2 Objetivos de la tesis

El objetivo general de esta tesis es “Desarrollar una propuesta didáctica de Laboratorio Remoto en un Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA) que favorezca el aprendizaje de programación basada en lenguaje de alto nivel”.

Específicamente se implementó una secuencia didáctica basada en la realización de trabajos prácticos de laboratorio, mediados íntegramente por tecnología sobre un EVEA, con los objetivos específicos de:

- Favorecer en los alumnos el aprendizaje de conceptos de programación.

- Propiciar la movilización de capacidades, habilidades, técnicas, métodos y actitudes que contribuyen a la formación de una competencia tecnológica.

1.3 Estructura de la tesis

El documento presenta once capítulos y dos apéndices.

En los Capítulos 2 al 6 se establece el marco teórico que sustenta esta investigación.

En los capítulos restantes se describen el trabajo de campo, la recolección y el análisis de los datos.

a) Capítulos que establecen el marco teórico de esta tesis

En el Capítulo 2, se describe brevemente el origen de la educación a distancia, se presenta la evolución del aprendizaje en red y la clasificación de los entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje (EVEA). En particular se analiza Moodle, que es el sistema de gestión del aprendizaje utilizado en esta tesis.

En el Capítulo 3 se presenta una descripción de las teorías del aprendizaje. Se fundamenta la realización de Trabajos de Laboratorio como una actividad de aprendizaje por descubrimiento. Se propone un marco teórico para el diseño de los Trabajos de Laboratorio y se clasifican los mismos, tanto respecto de la forma de acceso como de su naturaleza real o virtual. Finalmente, se describen las interacciones en el proceso de enseñanza aprendizaje que implican la realización de un Laboratorio Virtual o un Laboratorio Remoto en un EVEA.

En el Capítulo 4, se plantea la temática de las prácticas de laboratorio, se incluye una descripción de la evolución en el campo de la electrónica que posibilitó el desarrollo de los microprocesadores y microcontroladores. Se establece el contexto y el campo de aplicación de los microcontroladores y los entornos que permiten su programación.

En el Capítulo 5, se describen las implicancias que están asociadas a la realización de un trabajo de laboratorio de programación de microcontroladores para propiciar la movilización de capacidades, habilidades, técnicas, métodos y actitudes que

contribuyen a la formación de una competencia tecnológica. Se establece un procedimiento para la evaluación de competencias.

En el Capítulo 6 se analizan los métodos para determinar la confiabilidad y validez de un instrumento para la evaluación de competencias. En particular, dado que en el Capítulo 5 se establece la rúbrica como el instrumento adecuado para la evaluación de competencias, en tal sentido entonces, se efectúa un relevamiento bibliográfico respecto de estudios de validación de las mismas.

b) Capítulos relacionado con el trabajo experimental de la tesis:

En el Capítulo 7, se presenta el diseño de la secuencia didáctica basada en la realización de Trabajos de Laboratorio de programación de microcontroladores tanto de índole virtual como remoto. Se describe el proceso de actualización de Moodle para permitir el desarrollo de la experiencia.

En el Capítulo 8, se diseñan los indicadores de logro que componen la rúbrica que permiten reconocer los desempeños esperados en la realización de la secuencia didáctica establecida en el Capítulo 7. Se describe la aplicación del método de juicio de expertos para validar la rúbrica.

En el Capítulo 9, se organizan y presentan los resultados de la implementación de la secuencia didáctica basada en la realización de Trabajos de Laboratorio de programación de microcontroladores tanto de índole virtual como remoto.

En el Capítulo 10, se desarrollan las conclusiones y se proponen posibles líneas de investigación futuras.

1.4. Producción científica derivada de resultados parciales de la tesis

Algunos de los resultados de esta tesis y otros relacionados con esta investigación fueron presentados en eventos científicos nacionales e internacionales y publicados en los libros de resúmenes y/o memorias de dichos eventos, como:

- Revuelta, M. (2015). Prácticas de laboratorio virtuales y remotas en un Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje. En Massa, S.M., Moro, L. y Bacino, G. (Eds.). Aprender con Tecnologías: estrategias de Abordaje. Universidad Nacional de Mar del Plata, pp. 141-156.
- Revuelta M.A., Gemin W, Rivera R, Fernández J, Kuzman M. Jugando con robots en el aula: iniciativa para incentivar el ingreso de alumnos de la escuela secundaria a carreras de Ingeniería. TE&ET'15, X Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología 2015, 11 y 12 de junio de 2015, Corrientes, Argentina.
- Revuelta M.A., Massa S., Bertone R. Laboratorios de programación no presenciales para la adquisición de competencias tecnológicas TE&ET'15, X Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología 2015, 11 y 12 de junio de 2015, Corrientes, Argentina.
- Revuelta M.A., Massa S. Evaluación del grado de adquisición de una competencia tecnológica mediante el diseño y aplicación de una rúbrica. XVI Encuentro Internacional Virtual Educa. Guadalajara 2015. México.
- Revuelta, M., Massa, S., Evans, F., (2014). La Práctica de Laboratorio en un Entorno Virtual de Enseñanza Aprendizaje". II Congreso Argentino de Ingeniería. VIII Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería. San Miguel de Tucumán. ISBN 978-987-1662-51-7.
- Revuelta, M., Massa, S., Bertone, R., (2014). "Laboratorio remoto en un EVEA para la enseñanza y el aprendizaje de la programación de microcontroladores". XVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. WICC 2014, Ushuaia, Argentina.
- Revuelta, M., Doumecq, J. (2011). "Laboratorio remoto de micro-controladores". VI Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, TE&ET 2011.Red UNCI Universidad Nacional de Salta. ISBN: 978-987-633-072-5.

CAPÍTULO 2. EDUCACIÓN A DISTANCIA

2.1. Introducción

Si bien el auge de la Educación a distancia (EAD) y su conceptualización se han llevado a cabo en la segunda mitad del siglo XX, desde el inicio de la humanidad ha existido el proceso de enseñanza-aprendizaje a distancia.

De una u otra forma se ha llevado a cabo la transmisión de información, valores culturales, tradiciones, etc., de unos a otros, por medios no directos, por ejemplo: una carta, una obra literaria, una obra de arte, etc.

Platón cita a Homero como el educador de la Hélade¹ por excelencia. Las historias recogidas en sus poemas, no eran narraciones cualesquiera, sino que a través de ellas resaltaba intencionalmente los valores propios de los griegos. O las cartas de los primeros cristianos, las obras de los autores romanos, el arte románico o gótico, etc., todos ellos transmitían intencionalmente modelos antropológicos concretos (García Aretio, 2005).

La EAD, surge con el objetivo de hacer llegar la educación a todo aquel que la necesitara y se caracterizó a lo largo de su evolución por utilizar como mediadores en los procesos de enseñanza y aprendizaje a los medios tecnológicos disponibles en cada época.

En la Tabla 2.1 se presenta una visión de la educación a distancia desde la perspectiva bibliotecológica (Cabral Vargas, 2011). En la misma se presentan algunos de los hechos que se consideran significativos en la consolidación de la EAD, haciendo énfasis en los últimos años en la región de Latinoamérica.

1728	Aparece un anuncio en la Gaceta de Boston ofreciendo material de enseñanza y tutorías por correspondencia.
1856	C. Toussain y G. Laugenschied en Berlín fueron patrocinados por la sociedad de lenguas modernas a enseñar francés por correspondencia.
1858	La Universidad de Londres otorga títulos a estudiantes externos que reciben enseñanza por correspondencia.

¹ El endónimo con el que los antiguos griegos se identificaban.

1883	Ithaca (estado de Nueva York) inicia Universidad por correspondencia
1891	La Universidad de Chicago funda el Departamento de Enseñanza por Correspondencia.
1903	Julio Cervera funda en Valencia la Escuela Libre de Ingenieros.
1938	Se celebra la I Conferencia Internacional sobre Educación por correspondencia (Victoria, Canadá).
1939	Nace el Centro Nacional de Enseñanza a Distancia en Francia.
1951	La Universidad de Sudáfrica se dedica exclusivamente a impartir cursos a distancia.
1962	Se inicia en España la experiencia del Bachillerato Radiofónico.
1963	Se crea el Centro Nacional de Enseñanza Media por radio y televisión (España).
1969	Se crea la Open University (Reino Unido).
1972	Se crea la UNED (España).
1979	Se crea el Centro Nacional de Educación Básica a Distancia (CENEBAD, España).
1980	Se creó el primer sistema estatal de educación satelital: Learn/Alaska.
1992	Se crea el Centro para la Innovación y Desarrollo de la Educación a Distancia (CIDEAD, España)
2000	Atlantic International University ofrece programas de educación a distancia en línea para Adultos en los niveles de Licenciaturas, Maestrías y Doctorados.
2001	Se crea la revista RED Revista de Educación a Distancia, editada por la Universidad de Murcia en España.
2004	Se conforma la AVED (Asociación Venezolana de Educación a Distancia)
2006	Primer Encuentro de Tecnología Instruccional y Educación a Distancia realizado en la Universidad de Caracas.

Tabla 2.1 Algunos hechos históricos de la EAD²

² Tomado de Cabral Vargas (2011).

En conclusión, el origen de la EAD puede hallarse en los requerimientos individuales y profesionales, así como en las aspiraciones de los diversos grupos sociales para crecer educacional y socialmente, junto con la consolidación de los nuevos canales de comunicación que posibilitan este proceso de enseñanza/aprendizaje (García Aretio, 2005).

2.2. Educación abierta y a distancia

Los términos educación abierta y a distancia son muy utilizados y a veces confundidos. Para entender cabalmente su complementariedad nos referiremos a las definiciones recopiladas por González y Maldonado (2011) quienes efectuaron un relevamiento bibliográfico en el tema y finalmente proponen:

- Educación abierta: Cualquier forma de aprendizaje dotada de una flexibilidad que la haga más accesible a los estudiantes que los cursos facilitados tradicionalmente en los centros de educación y formación.
Esta flexibilidad puede resultar del contenido del curso y la forma en que está estructurado, del lugar, modo y tiempo en que se realiza, del medio utilizado, etc. (García Aretio, 2005).
Ausencia o mínima existencia de restricciones y requisitos respecto de la educación tradicional. Este tipo de estructuras educativas brindan un ambiente de aprendizaje flexible, cursos formales o informales con contenidos adaptables, donde el estudiante decide sus metas de aprendizaje, el tiempo y la oportunidad (Pantzar, 1995).
- Educación a distancia: hace referencia a aquellos procesos de enseñanza-aprendizaje caracterizados por una separación espacial y algunas veces también temporal entre el alumno y el profesor. La tecnología es la que facilita y permite el proceso pedagógico. Las estructuras que brindan educación a distancia pueden ser más o menos abiertas. Por ejemplo, una titulación universitaria a distancia seguramente exige el cumplimiento de requisitos de ingreso, condiciones de regularidad y un sistema de evaluación homologado. Por otra parte, la misma institución puede brindar cursos de actualización o nivelación sin ningún tipo de condicionamiento. Es una estructura tecnológica basada en las comunicaciones y

la informática, que permiten crear recursos didácticos, herramientas de tutoría y estructura organizativa (García Aretio, 2002).

2.3. Etapas de la EAD

Según García Aretio (1996), la evolución de la EAD a lo largo de la historia está influenciada por múltiples factores, en tal sentido propone considerar los siguientes:

- Cultural y de educación permanente: creciente demanda de servicios educativos en distintos niveles y campos.
- Sociopolítico: estratos poblacionales excluidos de la educación tradicional.
- Económico: se presupone menor coste en la enseñanza a distancia respecto de enseñanza tradicional.
- Pedagógico: sistemas innovadores de enseñanza facilitados por tecnologías flexibles aplicadas en tareas educativas.
- Tecnológico: el desarrollo de la tecnología de la información y la comunicación genera nuevas e innovadoras formas de mediar la educación.

Rodríguez Fernández (2014) toma los factores propuestos por García Aretio y los agrupa en solo dos grandes factores, el tecnológico y el sociocultural.

Desde el factor tecnológico, la EAD ha evolucionado lo largo de tres generaciones de innovación tecnológica que se identifican como (Garrison, 1989):

- Enseñanza por correspondencia.
- Enseñanza multimedia.
- Enseñanza telemática.

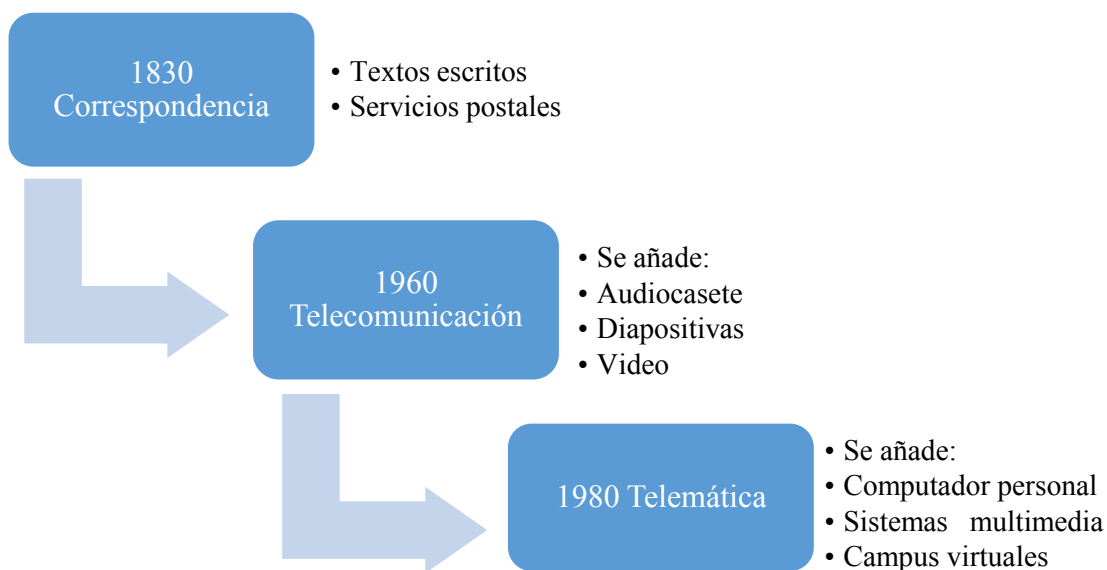


Figura 2.1 Generaciones de innovación tecnológica en EAD³

La telemática proviene de la fusión de los términos telecomunicación e informática, se caracteriza por la utilización de las telecomunicaciones y la informática en el desarrollo de herramientas para facilitar y propiciar la enseñanza.

2.3.1. La generación de la Enseñanza Telemática

En una etapa inicial la generación de la enseñanza telemática comienza con el desarrollo del CD-ROM⁴ y rápidamente se incorpora la transmisión de datos a través de las líneas de teléfono preexistentes.

Se apoya en el uso cada vez más generalizado de la computadora personal y de las acciones realizadas en programas flexibles de Enseñanza Asistida por Ordenador (EAO) y de sistemas multimedia (hipertexto, hipermedia, etc.). Se potencian en esta etapa las transmisiones de radio y televisión, la teleconferencia y la videoconferencia.

Estas modalidades fueron propiciadas por el desarrollo de un conjunto de protocolos⁵ denominados TCP/IP⁶ que permitió la interconexión descentralizada de redes de

³ Tomado de Rodríguez Fernández (2014).

⁴ Disco compacto de tecnología óptica para almacenar y utilizar información en medios informáticos.

⁵ Reglas de entendimiento.

⁶ Protocolo de control de transmisión/Protocolo de Internet.

comunicación y dio origen el establecimiento de una red lógica única de alcance mundial, denominada Internet, hecho ocurrido en el año 1969.

A partir de ese momento comienza el desarrollo de aplicaciones de formación a distancia a través de Internet.

En el año 1989 se ponen en marcha un conjunto de protocolos que permitieron de manera sencilla la consulta remota de archivos de hipertexto, nace la red informática mundial Word Wide Web (WWW) o como se la denomina comúnmente: “la web”. Es habitual confundir la Internet con la web, pero la web es un servicio que utiliza la red lógica única mundial, denominada Internet como un medio de transporte.

Es indudable que la web es el servicio de Internet que más éxito ha tenido, propicio una verdadera explosión en el desarrollo de aplicaciones para facilitar el aprendizaje a distancia. Este tipo de formación surge a partir de los años 90', con la enseñanza Abierta y a Distancia, Tele formación o Formación Virtual en Internet (Cooperberg, 2002).

Taylor (1995) propone considerar a esta etapa como la del “Modelo de aprendizaje flexible”, que se basa en el uso del multimedia interactivo, la comunicación mediada por computadora (CMC) y, en síntesis, la comunicación educativa a través de Internet.

Está caracterizada por una mayor integración e interactividad, por lo que la concepción clásica de la EAD cambia a una educación centrada en el estudiante. En esta etapa el profesor y alumno y éstos entre sí, pueden comunicarse tanto de forma síncrona (en tiempo real) como asíncrona (en diferido), a través de los diversos medios (García Aretio, 2002). A modo de resumen, esta etapa se inicia con los desarrollos en informática y en telecomunicaciones que dan origen a Internet.

A partir del año 2001, Taylor propone que una nueva etapa estaría consolidándose y la denomina: “Modelo de Aprendizaje flexible inteligente”.

La misma es esencialmente una derivación de la anterior que además de aprovechar las características de la Internet y la Web, también contempla las oportunidades de nuevas aplicaciones basadas en la tecnología de los teléfonos móviles o celulares.

El mercado de este tipo de telefonía y su integración con Internet a través de las tecnologías WAP⁷ y sobre todo UMTS⁸ representa campo de indudable interés para el mundo de la educación y la formación

⁷ Protocolo de aplicaciones inalámbricas, permite acceso a Internet desde dispositivos inalámbricos como PDAs y smartphones.

⁸ Estándar de comunicación para redes de telefonía móvil.

El modelo, está basado en sistemas de respuesta automatizada y bases de datos inteligentes, todo ello soportado en Internet. Se trata de tecnologías que simulan las intervenciones del tutor y de otros compañeros de estudio.

Esta etapa se manifiesta a través del desarrollo e implementación de: sistemas automatizados de producción de cursos, sistemas de asesoramiento pedagógico automatizados y sistemas de negocio automatizados (Taylor, 2001).

Esta automatización en los distintos sistemas, presupone un abaratamiento de costos de personal al reducirlos significativamente en todos los aspectos asociados con la provisión de acceso a los procesos institucionales y a la matrícula en línea.

En base a este modelo se están generando aplicaciones que reciben distintas denominaciones, por ejemplo: educación como negocio o educación objeto de la economía. Estos nombres surgen porque el sector privado está posicionándose claramente en este negocio emergente de la educación vía Internet y vía telefonía, asociándose con proveedores de contenidos educativos, instituciones educativas, organizaciones profesionales, etc. (García Aretio, 2002).

Existe gran cantidad de software para el aprendizaje en espacios virtuales, también denominados Entornos Virtuales de Enseñanza Aprendizaje (EVEA), por ejemplo (WebCT, Topclass, Lotus Learning Space, CourseInfo, Virtual-U, Web Knowledge Forum, Web Course in a Box)⁹, etc., todos estos de carácter comercial.

Además, están las ampliamente difundidas, plataformas gratuitas de código abierto como (Moodle, ATutor, Chamilo, Claroline, Docebo, Dokeos, Olat, Sakai, etc.)¹⁰ y algunas otras poco conocidas destinadas a su uso a través de la telefonía móvil.

2.4. E-learning

La formación a distancia en tiempos de la Internet y la web se denomina Web Based Training o formación basada en Internet, relaciona las tecnologías desarrolladas para la Web con la tarea de la formación (Castaño y Palazio, 2006).

En la actualidad es más frecuente encontrarse con expresiones como e-Learning, aunque también son comunes otras denominaciones como: aprendizaje digital, aprendizaje en red, tele formación, aprendizaje virtual, etc.

⁹ Descripción en www.uned.es/catedraunesco-ead.

¹⁰ Descripción en <http://www.xarxatic.com/herramientas-2-0/entornos-virtuales-de-aprendizaje-evas/>.

Este concepto, o, mejor dicho, lo que su sentido implica, evoluciona en el transcurso del tiempo. En la Figura 2.2 se describe dicha evolución.

2.4.1. Evolución del e-Learning

Las actividades y posibilidades del e-Learning están en relación con el desarrollo que puede facilitar la renovación tecnológica y de servicios que corren en la web. En tal sentido el e-Learning evoluciona y en la actualidad se distinguen tres generaciones (Basogain, X., Basogain, M., Koldobika, dos Reis y Pinto, 2009):

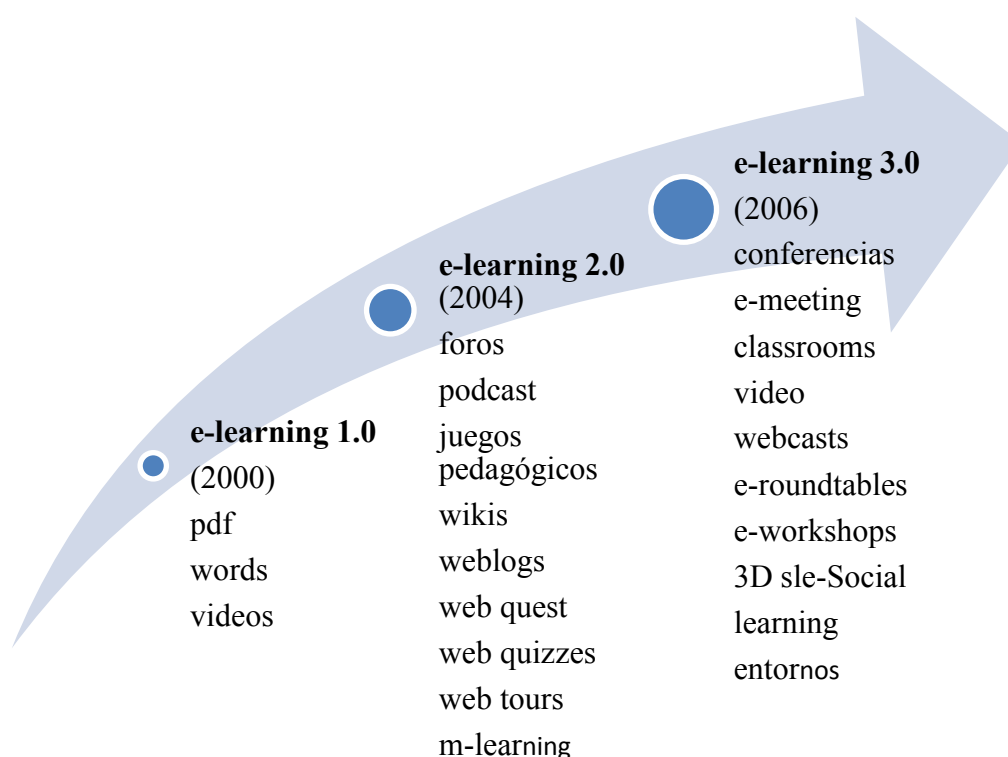


Figura 2.2 Generaciones del e-learning, contenidos y herramientas¹¹

- Generación e-learning 1.0: caracterizada por ser unidireccional, asíncrona y con contenidos estáticos.
- Generación e-learning 2.0: combina el uso de herramientas y servicios web (blogs, wikis y software social) donde la comunicación es bidireccional, los contenidos son más ricos en medios (vídeo, audio, imágenes) y existe mayor interactividad.

¹¹ Adaptado de Castaño Garrido et al. (2012).

- c) Generación e-learning 3.0: está en pleno desarrollo y adecuándose al vertiginoso desarrollo tecnológico que en combinación con una adecuada metodología permite potenciar nuevas áreas en el aprendizaje online, como la interacción multicanal síncrona (audio, vídeo, pantalla) entre todos los alumnos y profesores, protagonistas del proceso enseñanza-aprendizaje, distribución de contenidos en formato multicanal, tutoría en línea.

Todas estas denominaciones tienen en común en que hacen referencia al tipo de formación que usa la red para la distribución e intercambio de la información, ya sea una red abierta (internet) o cerrada (intranet) (Cabero, 2006).

En la educación tradicional el concepto de actividad en relación al proceso de enseñanza aprendizaje es genérico y no necesariamente involucra un acto de movimiento o de manipulación, sino que se refiere a todas las acciones que están involucradas en el proceso como, observación, escucha, trabajo en equipo, etc. (Fuentes-Guerra y García 2003).

En referencia a las actividades, si estas se llevan a cabo en relación a contenidos e informaciones propuestas o transferidas a través de la internet se las denomina e-actividades (Cabero y Gisbert, 2005).

Los autores McIsaac y Gunawardena (1996) destacan cuatro tipos de interacciones entre profesores y alumnos propiciados en los escenarios educativos a través de la red:

- 1- Estudiante-profesor: proporciona motivación, retroalimentación, dialogo, orientación personalizada, etc.
- 2- Estudiante-contenido: acceso a los contenidos instruccionales, a la materia de estudio, etc.
- 3- Estudiante-estudiante: intercambio de información, ideas, motivación, ayuda no jerarquizada, etc.
- 4- Estudiante-interface comunicativa: toda la comunicación entre los participantes del proceso formativo y el acceso de éstos a la información relevante se realiza a través de algún tipo de interface (generalmente varias) sea material impreso, teléfono, redes informáticas o videoconferencias. El uso de las distintas interfaces viene determinado por diversas variables (costo de oportunidad, eficacia, disponibilidad, etc.).

En la Figura 2.3 se ilustran estas interacciones.

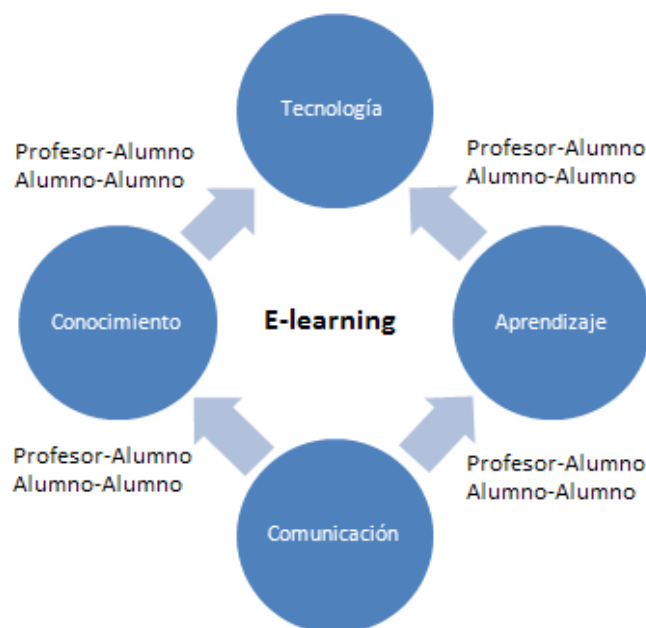


Figura 2.3 Interacción en el e-learning¹²

Todas estas posibles interacciones educativas en red, necesitan un espacio virtual para ser viables, estamos hablando de un conjunto de herramientas informáticas dispuestas y relacionadas entre sí para articular un producto que podemos denominar entorno de trabajo. Más específicamente Salinas (2011) propone que un entorno virtual de aprendizaje es un espacio educativo alojado en la web, conformado por un conjunto de herramientas informáticas que posibilitan la interacción didáctica.

2.5. Entornos Virtuales de Enseñanza Aprendizaje (EVEA)

Los avances en el campo de las comunicaciones, la informática y la tecnología han adquirido una dimensión social de tal magnitud que nos permite hablar de la “sociedad informacional” Castells (como se citó en Laudano, 2005), comparable en su momento a la “revolución industrial”.

El impacto es tan profundo que las principales actividades sociales, políticas, económicas y culturales del mundo están presentes y se organizan en Internet.

¹² Adaptado de Osorio (2009).

Incluso, la economía de los países desarrollados es dependiente de Internet, puesto que la desaparición de esta red ocasionaría una crisis económica inimaginable (Márquez Vázquez, 2007).

Esta realidad ha generado nuevos formatos de expresión, nuevas formas de acceso y nuevos hábitos de conducta social, cultural y de ocio.

El desafío es, que estas nuevas tecnologías sean más que simplemente un recurso educativo y se transformen en un nuevo medio de enseñanza y de aprendizaje.

El aprendizaje flexible inteligente, ya descrito en el apartado 2.3.1., está fundamentado en la existencia de los EVEA que resultan en el escenario óptimo para promover dicha enseñanza, ya que permiten abordar la formación de las tres dimensiones básicas que la conforman (Salinas, 2011, p.1):

- El conocimiento y uso instrumental de las aplicaciones informáticas.
- La adquisición de habilidades cognitivas para el manejo de información hipertextual y multimedia.
- El desarrollo de una actitud crítica y reflexiva para valorar tanto la información, como las herramientas tecnológicas disponibles.

Un EVEA es un conjunto de herramientas informáticas y telemáticas para la comunicación y el intercambio de información en el que se desarrollan procesos de enseñanza - aprendizaje. En él interactúan fundamentalmente profesores y estudiantes; sin embargo, la naturaleza del medio impone la participación en momentos clave del proceso de otros roles, como los del: administrador del sistema informático, expertos en multimedia, personal de apoyo, etc. (Gómez, Pereza y Tamayo, 2007).

Un EVEA es un espacio educativo alojado en la web, conformado por un conjunto de herramientas informáticas que posibilitan la interacción didáctica (Salinas, 2011).

En términos generales, Gómez, Pereza y Tamayo (2007) lo caracterizan de la siguiente manera:

- Es un ambiente virtual, accedido desde una computadora y soportado por tecnologías digitales.
- Está físicamente hospedado en un servidor en red y se puede tener acceso remoto al mismo.

- Lo conforman múltiples aplicaciones y programas informáticos y en función de ellos se establecen las posibles actividades e interactividades entre docentes y alumnos
- Preferentemente debe ser heterogéneo desde todo punto de vista, ancho de banda en relación con aplicaciones informática y los tipos de media (texto, hipertexto, gráficos, audio, video, interacciones, etc.
- Debe poder accederse desde cualquier sistema operativo.

Tal como señala Salinas (2011), en los EVEA coexisten dos dimensiones, la tecnológica y la educativa y estas se pueden relacionar y potenciar entre sí. La dimensión tecnológica puede variar de acuerdo al tipo de EVEA, pero en términos generales deberán posibilitar alguna o todas de las siguientes acciones:

- la publicación de materiales y actividades,
- la comunicación o interacción entre los miembros del grupo,
- la colaboración para la realización de tareas grupales
- la organización de la asignatura

La dimensión educativa de un EVEA depende del alcance del proceso de enseñanza aprendizaje que se puede desarrollar en ese espacio, depende del tipo de EVEA en particular.

Se han desarrollado un gran número de entornos, respondiendo a la iniciativa de instituciones educativas, empresas de desarrollo de software educativo, etc. con paradigmas distintos, lenguajes de programación distintos, contextos distintos; pero con el mismo objetivo, eliminar las barreras de tiempo y espacio favoreciendo a los procesos de enseñanza-aprendizaje.

2.5.1. Tipos de EVEA

Este tipo de software lo encontramos en la inmensa mayoría de los entornos virtuales de aprendizaje en universidades en tres variantes (Castaño y Palazio, 2007):

a) LMS: por las siglas en inglés correspondientes a “Learning Management System” o Sistema de Gestión del Aprendizaje. Son productos desarrollados con fines educativos y son utilizados para propuestas de enseñanza-aprendizaje. Se considera la década del 90 como la del inicio de estos desarrollos. Son productos complejos que integran distintas funcionalidades, por ejemplo, foro, chat, agenda, evaluación, estadísticas, etc.

Un LMS permite generar usuarios registrados, organizar catálogo de oferta de cursos, registrar la actividad de los usuarios y generar informes para la gestión y el seguimiento. Pueden disponer de herramientas de comunicación síncronas y asíncronas.

Ejemplos de ellos son:

Plataformas privadas basadas en código propietario, generalmente denominados sistemas propietarios, por ejemplo:

- ✓ WebCT: aparece en (1997) como Tecnologías Educativas WebCT. En el año 2005 se fusiona con la plataforma Blackboard y se agrupan comercialmente con este último nombre.
- ✓ Fronter: inicia en 1998 y es adquirida en 2009 grupo Pearson Educación

Plataformas basadas en software libre, por ejemplo:

- ✓ Moodle: surge en 2002. Su nombre proviene del acrónimo de Modular Object Oriented Dynamic Learning Enviromennt (Entorno Modular de Aprendizaje Dinámico Orientado a Objetos).
- ✓ Claroline: inicia en 2002. Se distribuye con licencia GNU/GPL¹³

b) CMS: por las siglas en inglés correspondientes a “Content Management System Of Course Management System”. Es básicamente un gestor de contenidos, basado en una aplicación informática usada para crear, editar, gestionar y publicar contenido digital multimedia en diversos formatos. Son considerados CMS:

- ✓ Blogs
- ✓ Redes sociales
- ✓ Wikis
- ✓ Sistemas Groupware

¹³ GNU: sistema operativo de tipo Unix. GPL: General Public License.

- d) LCMS: por sus siglas en inglés correspondientes a “Learning Content Management System”, es un sistema de gestión de contenidos (CMS) que se utiliza para el aprendizaje. El LCMS se utiliza para crear y manejar el contenido de una parte de un programa de educación, por ejemplo, de un curso. Normalmente se crean partes de contenido en forma de módulos que se pueden personalizar, manejar, y que se pueden usar en diferentes ocasiones (cursos). El LCMS puede ser integrado en un sistema LMS, o los dos pueden ser conectados por una interfaz.

Ejemplo de LCMS en plataforma propietaria:

- ✓ eCollege, aparece en 1996, actualmente pertenece al grupo Pearson Educación.

Ejemplo de LCMS en plataforma de software libre:

- ✓ ATutor, inicia en 2002. Es el primer LCMS compatible con las más altas especificaciones de accesibilidad.

2.6. Moodle

Moodle es el resultado de los trabajos realizados por Martin Dougiamas de la Universidad de Perth, relacionados con el desarrollo de su tesis doctoral. Formalmente aparece “Moodle” en el 2002 en la ciudad de Perth, Australia Occidental.

Como profesor universitario, Dougiamas quería una herramienta que facilitara el constructivismo social y el aprendizaje cooperativo.

Su nombre proviene del acrónimo de Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment (Entorno Modular de Aprendizaje Dinámico Orientado a Objetos).

Dougiamas basó su diseño en las ideas del constructivismo en pedagogía¹⁴, en sus palabras, quería un programa que sea fácil de usar y lo más intuitivo posible” (Ros, 2008). El constructivismo en pedagogía propone 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 colaborativo (Ros, 2008).

¹⁴ Pedagogía constructivista social (Sánchez Rojo, 2010).

La primera versión de la herramienta apareció el 20 de agosto de 2002, a partir de allí han aparecido nuevas versiones de forma regular, está traducido a alrededor de 91 idiomas.

Según figura en la página oficial de Moodle¹⁵ al día 6 de junio de 2015, cuentan con 46685 sitios registrados y activos con esta plataforma en 214 países, de los cuales 1034 pertenecen a la Argentina. Al mes de junio del año 2015 la última versión disponible de Moodle es la 2.9.

2.6.1. Características de Moodle

Moodle es proporcionado gratuitamente como programa de código abierto, bajo la licencia pública general GPL (General Public License).

Cualquier persona puede adaptar, extender o modificar Moodle, tanto para proyectos comerciales como no, sin necesidad de ningún tipo de pago por licenciamiento.

Es decir, que Moodle se puede usar, modificar y copiar siempre y cuando se acepte lo siguiente:

- Siempre proporcionar el código fuente¹⁶ de las modificaciones o agregados, es decir publicar y compartir.
- No modificar o eliminar la licencia original ni los derechos de autor.
- Aplicar la misma licencia de Moodle a cualquier trabajo derivado.

Las herramientas más utilizadas en un curso en línea son aquellas que permiten la gestión del contenido, la comunicación y colaboración entre los usuarios y el seguimiento y evaluación de los aprendizajes.

En la Figura 2.4 se resume para cada tipología las herramientas con sentido evaluativo formativo provistas por la plataforma (Ponce 2013).

Se ha considerado además el tipo de evaluación que el tutor puede aplicar, esto es:

- a) Individual: para evaluar a uno o más alumnos del curso.
- b) Grupal: para evaluar un conjunto de alumnos del curso.

¹⁵ <https://moodle.net/stats/>

¹⁶ Conjunto de instrucciones escritas en lenguaje de programación.

- c) Agrupamiento: para evaluar a uno o más subgrupos dentro de los grupos del curso.
- d) Total: para evaluar a todos los alumnos del curso.

Gestión de Contenido	Comunicación Colaboración	Seguimiento Evaluación
<ul style="list-style-type: none"> • Carpetas (a/d) • Páginas de contenido (a/d) • URL (a/d) • Base de datos (a/d/b) • Glosario (a/d) • Paquete SCORM (a/d/b) 	<ul style="list-style-type: none"> • Blog (a/d) • Chat (a/d, b/c) • Foro (a/d,b/c) • Wiki (a/d, b/c) 	<ul style="list-style-type: none"> • Calificaciones (a/d) • Consultas (a/d,b/c) • Cuestionario (a/d,b/c) • Encuesta (a/d,b/c) • Informes (a/d) • Informes de actividad (a/d) • Lección (a/d) • Paquete SCORM (a/d) • Taller (a/d,b/c) • Tareas (a/d/b) • Módulo de encuesta (a/d,b/c)

Figura 2.4 Herramientas informáticas con sentido evaluativo formativo de Moodle¹⁷

De acuerdo a los recursos de gestión de contenidos, comunicación y evaluación que brinda Moodle el diseñador de un curso en la plataforma dispone de:

- ✓ Diseño pedagógico.
- ✓ Gestión del sitio por administrador (usuario).
- ✓ Módulo de chat.
- ✓ Módulo de encuestas.
- ✓ Módulo de foro.
- ✓ Panel de administración del usuario.
- ✓ Panel de administración.
- ✓ Subir cursos y crear el contenido.
- ✓ Suministrar documentos al alumno.
- ✓ Evaluar Tomar notas después de la evaluación.
- ✓ Valorar y estimar los propios contenidos.

¹⁷ Adaptado de Ponce (2013).

- ✓ Varios idiomas.
- ✓ Generar informes

Las herramientas de diseño permiten presentar a los estudiantes todo el material necesario para un curso, complementado con imágenes, graficas, videos e incluir enlaces a páginas web relacionadas con el tema.

Tiene un editor html¹⁸ WYSIWYG¹⁹ incluido, lo que les permite a los usuarios, tanto alumnos como profesores, desarrollar un material que se visualiza en una página de un navegador, que contiene hipervínculos para enlazar a otra página, listas, tablas, videos, blogs²⁰, webquest²¹, en general los denominados recursos de la Web 2.0.

El servicio que ofrece actualmente Moodle a la comunidad educativa es indudable y su éxito así lo demuestra. Sin embargo, Moodle no cubre todas las áreas requeridas por los modelos actuales de aprendizaje.

La última versión de Moodle incorpora características y mejoras desarrolladas por el equipo propio de soporte y contribuyentes de la comunidad de usuarios y desarrolladores particulares.

Estas mejoras incluyen: navegación agilizada, mejoras al contenido de Actividades tales como Lección y Examen y un conjunto de mejoras administrativas y del proceso de gestión de cursos.

La comunicación a distancia entre profesores y alumnos está plenamente lograda en el ámbito de las actividades teóricas y hasta cierto punto en las prácticas (apuntes, ejercicios, exámenes on-line, etc.).

Sin embargo, aún faltan herramientas de personalización de contenidos que permitan ir acompañando el proceso de aprendizaje de cada alumno, mostrándole solo el material/actividad, etc., que más se adecue a su perfil o desempeño (Ponce, 2013).

Las actividades prácticas de laboratorio, como la experimentación en electrónica, electricidad, física, etc., quedan fuera del alcance actual de Moodle; esto es, teniendo en

¹⁸ Hyper Text Markup Language, estándar que sirve de referencia para la elaboración de páginas web.

¹⁹ Abreviatura inglesa para "what you see is what you get", o sea, "lo que ves es lo que obtienes"

²⁰ Publicación en línea que admite comentarios de lectores.

²¹ Son actividades estructuradas y guiadas en línea, que tienen una tarea clara o un problema específico con gran cantidad de enlaces que se relacionan con un tópico o con el contenido del área de estudio.

cuenta la distribución oficial de la plataforma que aún no incorpora algunas mejoras disponibles en este tema.

Como Moodle es una herramienta de software libre y gratuito, cuenta con una comunidad de soporte externa a la oficial en donde permanentemente se generarán iniciativas, para agregarle funcionalidades.

Muchas instituciones y particulares efectúan desarrollos de software que se pueden incorporar a la plataforma.

Esta colaboración en red ha generado aplicaciones tendientes a suplementar actividades no contempladas o que tienen limitaciones en la versión original de la plataforma.

2.6.2. Moodle plugins²²

En el sitio web de Moodle están disponibles para descarga todas las versiones de la plataforma y además, existe un menú de software adicional denominado Moodle-plugin que no está incluido en la distribución original y que son aportes de colaboradores y desarrolladores de la plataforma.

En algunos casos estas aplicaciones accesorias son versiones beta en proceso de prueba y optimización.

Algunos plugins están diseñados para remediar algunas de las limitaciones de la plataforma y en general están orientados a facilitar el diseño y la administración de las herramientas nativas.

Existen 20 categorías de plugins, en la Tabla 2.2 se muestran algunas de ellas.



Categoría (cantidad)	Descripción de la función agregada	Sub categorías (cantidad)
Actividades (278)	Mejoras o modificaciones a las principales actividades de los estudiantes en un curso	Assignment (25) Database (4) Workshop (3)

²² Un *plugin* es una aplicación accesorio o complementaria a un determinado programa.

		Quiz (84) SCORM (1)
Condiciones de disponibilidad (5)	Permite a los maestros restringir una actividad o sección, para que sólo determinados usuarios puedan acceder a la misma.	-
Bloques (259)	Agrega una herramienta totalmente nueva, por ejemplo: Barra de progreso, Laboratorio remoto , Reportes configurables, etc.	-
Temas (119)	Permite cambiar la apariencia del sitio o curso.	-
Usuarios (67)	Herramientas para el manejo de usuarios.	Authentication (32) Enrolment (26) User profile fields (9)
Formato del curso (25)	Cambiar la estructura / diseño de las páginas del curso	-
Filtros (50)	Permiten procesar y cambiar texto	-
Reportes (25)	Permite generar reportes para administradores, maestros y usuarios en general.	-
Libreta de calificaciones (13)	Permiten procesar y cuantificar las calificaciones	Grade reports (6) Exports (4) Imports (0) Grading Methods (3)

Tabla 2.2 Algunos moodle-plugins²³

Otros plugins agregan nuevas actividades y herramientas, que se incorporan al menú de Bloques.

Por ejemplo, en la Figura 2.5 se observan las opciones que se presentan al creador de un curso en el modo edición, en la misma se hace visible una solapa denominada Bloques.

²³ Tomado de <https://moodle.org/plugins/>



Figura 2.5 En rol de edición se hace visible la solapa de Bloques

Quando el diseñador selecciona la opción Bloques, se despliega un menú de los bloques disponibles, tal como se observa en la Figura 2.6.



Figura 2.6 Laboratorios remotos, es un bloque agregado a esta versión particular de Moodle

Entre los bloques disponibles, vemos que esta seleccionado para agregar al curso uno denominado: Laboratorios remotos. Este bloque no es nativo de la plataforma y está disponible como plugin en la web de Moodle.

CAPITULO 3. EL APRENDIZAJE BASADO EN TRABAJOS DE LABORATORIO

3.1. Introducción

En e-Learning el modelo de enseñanza está centrado en el alumno y lo importante es que el alumno llegue a aprender. Esta cuestión implica que el profesor además de desempeñar nuevos roles en la enseñanza, debe asumir la creación de materiales adecuados para esta modalidad (Cabero, 2000).

El éxito de un programa de enseñanza-aprendizaje en e-Learning, no depende solo de la tecnología que se utilice, sino que lo que determinará su efectividad es sin duda el papel que jueguen las personas que intervendrán en el proceso, la estructuración de los contenidos, los contextos donde se apliquen y la estructura organizativa que lo gobierne (Cabero, 2006).

3.2. Aproximación a la definición de aprendizaje

Zapata Ros (2015) afirma: “Existe consenso en definir o asignarle al aprendizaje el rol de proceso o conjunto de procesos a través del cual o de los cuales, se adquieren o se modifican ideas, habilidades, destrezas, conductas o valores, como resultado o con el concurso del estudio, la experiencia, la instrucción, el razonamiento o la observación” (p.73)

3.3. Teorías de Aprendizaje

En la mayoría de las situaciones de la vida, el aprendizaje se produce de una manera involuntaria; las personas aprenden a partir de la experiencia, la interacción con otros que saben, sin preocuparse de la naturaleza del proceso de aprendizaje.

Cuando se crearon las escuelas como ambientes especiales para facilitar el aprendizaje, surgió la necesidad de comprender como se aprende para poder implementar una metodología de enseñanza. De la mano con la aparición de distintas escuelas psicológicas se originaron múltiples teorías del aprendizaje.

“Una teoría es conjunto de proposiciones organizadas que están integradas sintáctica y semánticamente (es decir, que siguen ciertas reglas por las que pueden relacionarse

lógicamente unas con otras y con los datos observables) y que sirven como medio para predecir y explicar fenómenos observables” (Zapata Ros, 2015, p.3).

Las teorías son experimentos, hipótesis provisionales, que deben ser puestas a prueba para observar si se cumplen los supuestos, las demostraciones experimentales llevadas a cabo con espíritu crítico intentaran averiguar dónde yerran las teorías (Popper 1957, p.87).

Las teorías del aprendizaje dan lugar a muchos marcos teóricos que frecuentemente comparten aspectos y otros incluso resultan antagónicos. Siguiendo a Conole, Dyke, Oliver y Seale (2004), en la tabla 3.1 se presenta en forma resumida estas teorías o principios pedagógicos.

Teoría	Principales características	Aplicaciones potenciales en e-learning	Referentes
Conductista	Se centra en la modificación del comportamiento a través de pares de estímulo-respuesta. Ensayo y error de aprendizaje. El aprendizaje a través de asociación y reforzamiento. Enfoque Pedagógico está en el control y la respuesta adaptativa. Enfoque en resultados observables	Representa mucho más que la transferencia de enfoques didácticos on-line en gran parte del desarrollo actual en e-learning, la página web cambia la mentalidad vinculando directamente la evaluación y la retroalimentación.	Skinner Watson
Cognitivista	Se centra en estructuras cognitivas y ve el aprendizaje como transformaciones en las mismas. El enfoque pedagógico está en el procesamiento y transmisión de información a través de la comunicación, explicación, recombinación, contraste, inferencia y solución de problemas.	Noción de Salomon de cognición distribuida. Desarrollo de sistemas de aprendizaje inteligentes y la noción de desarrollo de agentes personalizados	Anderson Wenger Hutchins Piaget
Constructivista	Se centra en los procesos en los que los propios estudiantes construyen estructuras mentales cuando interactuar con un entorno. Enfoque pedagógico que está orientado a la tarea práctica utilizando el descubrimiento y el diseño Útil para el aprendizaje estructurado	El concepto de herramientas y otros sistemas de apoyo para orientar e informar a los usuarios a través de un proceso de actividades podría ser utilizado con buenos resultados para insertar principios constructivistas. Acceso a los recursos y experiencia que ofrece el potencial para un desarrollo más atractivo y centrado en el estudiante, auténticos ambientes de aprendizaje. El micro-mundo y las simulaciones.	Papert Duffy Jonassen

<p>Basada en la Actividad</p>	<p>Se centra en la colaboración, interacción y trabajo en grupo para favorecer el aprendizaje activo. El aprendizaje se realiza más eficazmente a través de interacciones sociales. El concepto de Zona de Desarrollo Próximo conduce a la idea de que el potencial individual se desarrolla mejor si se trabaja junto a unos pares más capaces Pone énfasis en las relaciones interpersonales que implican la imitación y el modelado. El lenguaje como una herramienta para el aprendizaje y la construcción conjunta del conocimiento</p>	<p>En la última década se ha pasado de un enfoque en la información (y en un contenido particular) aspectos de las tecnologías, a un énfasis en la comunicación, la colaboración y la comprensión de los factores que sustentan el desarrollo de las comunidades. En particular, ha habido una comprensión de que el desarrollo del contenido por sí solo no conduce a un aprendizaje más efectivo, y que existe una necesidad de estructura para fomentan el aprendizaje en ambientes comunitarios</p>	<p>Vygotsky Wertsch Engestrom</p>
--------------------------------------	--	--	---

Tabla 3.1 Resumen de algunas teorías pedagógicas²⁴

3.4. El aprendizaje por descubrimiento, el estudiante en actividad

Los sistemas de enseñanza basados en la práctica tienen el propósito que los alumnos experimenten e interactúen con herramientas tales como juegos, simulaciones y laboratorios.

En la enseñanza de la ingeniería, es deseable la realización de actividades pedagógicas que le permitan al estudiante poner en práctica los conocimientos previos y adquirir nuevos, corroborándolos en el campo de la experiencia real. Este papel lo desempeña el laboratorio de prácticas, el cual, inexorablemente, requiere de la presencia física del estudiante para poder manipular los sistemas de control y las plantas existentes en un entorno controlado, bajo la supervisión del profesor (Sánchez y Morilla, 2000).

En la bibliografía consultada comúnmente se denomina planta a un lugar físico completamente equipado en el cual se pueden desarrollar distintos procesos u operaciones unitarias con el fin de:

- Evaluar una hipótesis
- Elaborar un producto
- Establecer especificaciones

²⁴ Conole, Dyke, Oliver y Seale, 2004.

- Diseñar un equipo o proceso
- Redactar instrucciones o manuales de proceso

En nuestro trabajo, el término y concepto de planta es equivalente al de laboratorio en tanto éste se refiriera a un espacio o lugar donde se pueda implementar un trabajo práctico de laboratorio que permita efectuar las mismas tareas como las que se enunciaron para planta.

El alumno no recibe una enseñanza directa de los conocimientos o habilidades que tiene que aprender, sino que se le proponen actividades que tiene que realizar y mediante las cuales podrá llegar a construir ese conocimiento.

De acuerdo con López Rúa y Tamayo (2012) las simulaciones y los Trabajos de Laboratorio (TL) o trabajos experimentales constituyen una de las actividades más importantes en la enseñanza de las ciencias porque promueven la adquisición de una serie de procedimientos y habilidades científicas, desde las más básicas (utilización de aparatos, medición, tratamiento de datos, etc.) hasta las más complejas (investigar y resolver problemas haciendo uso de la experimentación), de ahí la importancia que los trabajos prácticos deben tener como actividad de aprendizaje.

En el área de las ciencias el trabajo de laboratorio favorece y promueve el aprendizaje, dado que el estudiante confronta sus saberes previos con la realidad al verificarlos mediante las prácticas (Osorio, 2004).

La actividad experimental no solo debe ser vista como una herramienta de conocimiento, sino como un instrumento que promueve los objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales que debe incluir cualquier propuesta pedagógica (Osorio, 2004).

Siguiendo esa línea, Andrés, Pesa y Meneses (2008) proponen que en el desarrollo de un TL debería predominar el aprendizaje en el dominio metodológico y en inherente relación con algún marco teórico asociado a la experiencia planteada, el estudiante aprende en acción frente a la situación.

En lo metodológico se involucran acciones tales como:

- Efectuar predicciones en función del marco teórico de referencia.
- Formular hipótesis.

- Identificar métodos de contraste para las hipótesis formuladas.
- Diseñar secuencias de actividades.
- Medir, recolectar, analizar y procesar datos.
- Evaluar errores.
- Obtener conclusiones.
- Plantear nuevas cuestiones a resolver.
- Ampliar la investigación.

3.5. Trabajos de Laboratorio (TL)

La constante evolución e integración de los desarrollos tecnológicos e informáticos en el ámbito de la educación, están permitiendo la implementación de nuevas prácticas en la forma de realizar la construcción del proceso de enseñanza y aprendizaje. Tal es el caso de la realización de un trabajo práctico de laboratorio ya sea sobre un objeto de existencia virtual o real pero efectuada en forma remota, como una actividad a la que se accede a través de un entorno virtual de enseñanza aprendizaje.

3.5.1 Clasificación

En la sección 3.4 se estableció que denominamos laboratorio a una infraestructura que permite la realización de prácticas o trabajos acordes al equipamiento del mismo.

Siguiendo a Dormido (2004), las prácticas de laboratorio se pueden clasificar respecto a la forma de acceder al laboratorio y/o por la naturaleza del laboratorio.

El párrafo anterior plantea opciones en la realización de un TL, incorporando dimensiones a la misma, es decir, en función del tipo de laboratorio que se utilizará y de cómo se puede hacer el trabajo en el mismo.

En función de las definiciones anteriores se propone la siguiente clasificación, que presentamos en la Tabla 3.2.

La tabla 3.2 pone de manifiesto las dimensiones que asigna Dormido (2004) a la realización de un TL.

Trabajos de laboratorio según:		Naturaleza del laboratorio	
		Real	Simulado
Acceso al laboratorio	Local	TL presencial	TL virtual un-usuario
	Remoto	TL remoto	TL virtual multi-usuario

Tabla 3.2 Clasificación de los recursos según su naturaleza y acceso²⁵

Si bien en próximos apartados se efectuará en una completa descripción de cada uno de los TL que quedan definidos en la Tabla 3.2, resulta conveniente establecer el significado de algunos términos:

- Laboratorio de naturaleza real: hace referencia a la existencia física de un espacio convenientemente acondicionado que permite la realización de trabajos o experiencias de manera presencial.
- Laboratorio de naturaleza simulada: hace referencia a una herramienta de computación que permite simular un laboratorio y permitir la realización de trabajos o experiencias que están previamente contempladas en la simulación.
- Laboratorio con acceso local: hace referencia a que el alumno se hace presente en el lugar donde se realizará el TL, independientemente de la naturaleza del laboratorio.
- Laboratorio con acceso remoto: hace referencia a que el alumno accede a la realización del TL de manera remota, es decir no presencial, utilizando por ejemplo mecanismos de la telemática, independientemente de la naturaleza del laboratorio.

3.5.2. Descripción de los tipos de TL

En esta sección se efectuará una breve descripción de los tipos de laboratorio según la clasificación de la Tabla 3.2 (Dormido, 2004).

²⁵ Adaptado de Dormido (2004).

3.5.2.a TL Presencial

Al recurso de acceso local y naturaleza real, lo denominamos Laboratorio Presencial (LP). Constituye la práctica de laboratorio tradicional; implica la existencia de un conjunto de objetos e instrumentos reales ubicados en un aula o salón al efecto, donde los alumnos van a desarrollar un procedimiento o secuencia de acciones.



Figura 3.1 Ejemplo de laboratorio real presencial²⁶

En la Figura 3.1 observamos una experiencia donde los estudiantes deben realizar accionamientos manuales sobre objetos y medir o registrar las variables involucradas.

El LP tiene una importante presencia física, presupone una ubicación fija, seguramente es único y debe ser compartido, además tal como afirman Calvo, Zulueta, Gangoiti y López (2008). Es frecuente que una vez que los LP sean puestos a punto surgen limitaciones en el tiempo que pueden ser utilizadas por parte de los estudiantes. Además, por lo general se trata de equipamiento sensible a usos indebidos con la consecuencia de que se requiere mantenimiento permanente y consecuentemente se origina tiempo fuera de servicio.

Por otra parte, los avances en área como electrónica e informática posibilitaron el desarrollo de aplicaciones para computadoras que permiten incorporarlas de manera significativa en casi todas las instancias del ámbito de los LP

²⁶Tomado de <http://wzar.unizar.es/perso/emolina/img/laborat.gif>.

Su utilización en una práctica de laboratorio puede ocurrir de distintas maneras y de acuerdo al papel que debe cumplir en la experiencia. Por ejemplo, la incorporación de un software específico a una PC, puede potenciar su utilización al incluirla de manera significativa en la realización de un LP.



Figura 3.2 Laboratorio real presencial asistido por computadora²⁷

En la Figura 3.2 se muestra un microscopio asistido por una computadora, en la misma está instalado un programa específico que interactúa con el microscopio y el usuario que realiza el experimento.

Al ejecutar el software mencionado se despliega en la pantalla de la PC la imagen de los componentes del banco de pruebas y en este caso para realizar la experiencia el operador selecciona opciones con el teclado o el ratón y de esa manera sin tocar ningún componente físico logra los accionamientos necesarios para la realización del laboratorio.

Con respecto a las mediciones a efectuar, puede ocurrir que también se visualicen en la pantalla de la PC o en los instrumentos reales que están en el banco, eso dependerá del grado de automatización de la aplicación.

El objeto bajo prueba o experimentación es de existencia real, el estudiante u operador

²⁷Tomado de <https://www.iaca.com.ar/img/laboratorios/endocrinologia-01.jpg> .

está en el lugar, lo que ha ocurrido es que ahora tiene un asistente.

El asistente es el software más algún hardware instalado en una computadora que forma parte del equipamiento del laboratorio.

Este es un laboratorio típico que podemos encontrar hoy en día en el ámbito educativo o en una industria que tiene que testear su producción, tal el caso que se muestra en la Figura 3.2.

3.5.2.b TL Virtual un - usuario

Al recurso de acceso local y naturaleza simulada, lo denominamos Laboratorio Virtual un-usuario (LVUU).

Este recurso no tiene existencia física, no hay objetos ni instrumentos tangibles, no hay infraestructura de laboratorio, todo se soporta con herramientas informáticas.

El término virtual en general se lo aplica a una escena u objeto que tiene apariencia real pero que en realidad es una construcción generada con tecnología informática.

El LVUU se implementa con un software, que, instalado y ejecutado en una PC, nos presenta en la pantalla un laboratorio virtual, es decir un entorno de experimentación simulado.

El operador realiza el laboratorio sobre una recreación de los fenómenos que deberían ocurrir en un laboratorio real.

Generalizando, podemos decir que en el LVUU se interactúa con una simulación de: un objeto de existencia física, de un principio, un postulado, o un fenómeno de cualquier índole, que llamaremos “objeto simulado”.

La simulación es la dramatización o animación de ese objeto y la misma tratará de reproducir con la mayor verosimilitud posible el comportamiento real del objeto simulado.

En la Figura 3.3 tanto el microscopio como la pantalla del monitor son virtuales y están mostrados en el monitor de una computadora real.

Como vemos, esta simulación es un recurso local, es decir es un programa instalado en la computadora que al ejecutarlo presenta la interface mostrada, en el ángulo inferior derecho está el acceso a salir del programa.

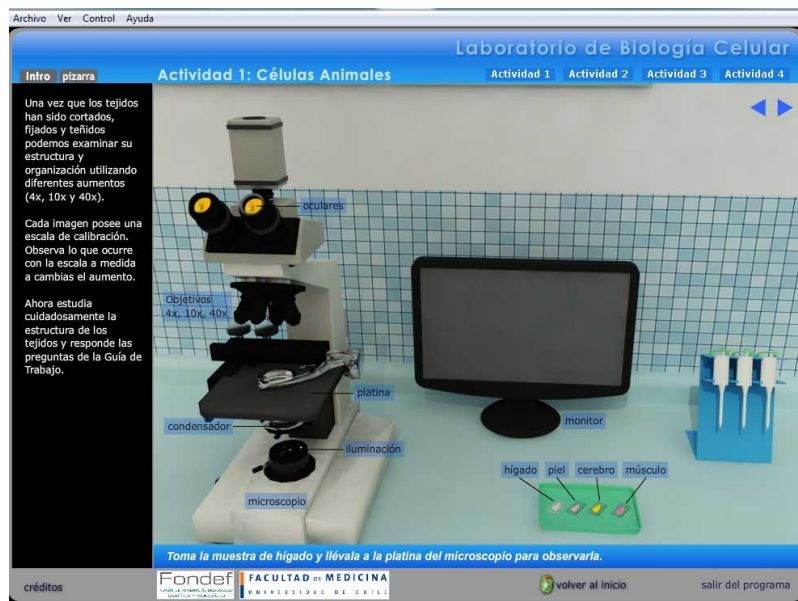


Figura 3.3 Laboratorio virtual²⁸

En términos generales, el LVUU permite manipular las variables del objeto, lo que favorece el aprendizaje por descubrimiento, pues se pueden forzar condiciones virtuales que serían inviables sobre el objeto físico, si bien no reemplaza una experiencia de laboratorio real, la realización de un LVUU permite alcanzar una serie de objetivos (Calvo, Zulueta, Gangoi y López, 2008), por ejemplo:

- Familiarización con el experimento.
- Optimizar el uso de recursos.
- Disminuir el uso incorrecto del equipamiento
- Comparar el comportamiento del modelo matemático frente al objeto real.
- Adquirir metodología de trabajo.
- Facilitar la replicación de experimentos.
- Mejorar el manejo de herramientas informáticas.

²⁸Tomado de <http://www.ciberespacios.cl/wp-content/uploads/2012/11/sim041.jpg>.

Tal como señala Ruiz Gutiérrez (2000) la simulación es una forma muy adecuada para abordar el estudio de cualquier sistema dinámico real, la simulación y el aprendizaje son dos conceptos muy unidos en el proceso educativo.

Puede ocurrir que el LVUU sea la única oportunidad que tiene el estudiante para interactuar con un laboratorio (aunque sea virtual) y también puede servir como entrenamiento, es decir como paso previo a la realización de un posterior LP.

Esta última opción permite optimizar la utilización de un laboratorio real, pues los estudiantes ya tienen un conocimiento previo del tema y de los procedimientos a seguir.

3.5.2.c TL Remoto

Al recurso de acceso remoto y naturaleza real, lo denominamos Laboratorio Remoto (LR).

Representa el acceso a un laboratorio real, es decir a un laboratorio con equipos reales, pero de manera no presencial, el mismo se efectiviza a través de un medio de comunicación como por ejemplo Internet.



Figura 3.4 Componentes de un laboratorio remoto²⁹

²⁹Tomado de <http://image.slidesharecdn.com/emadrid-20-02-2015-150222025939-conversion-gate02/95/emadrid-2015-20-02-uned-llanos-tobarra-laboratorios-remotos-para-cursos-de-energias-renovables-en-jordania-10-638.jpg?cb=1424595663> .

En la Figura 3.4 se muestran los componentes de un laboratorio remoto:

- ✓ Alumno, cliente o usuario: representa al individuo que va a efectuar el laboratorio remoto mediante una computadora. La computadora está conectada a internet y mediante un navegador web establecerá una conexión con el servidor que gestiona el servicio de LR.
- ✓ Servidor de enlace: es el que gestiona y administra las conexiones de los usuarios que quieren efectuar el LR.
- ✓ Servidor multimedia: es el que provee al servidor de enlace las imágenes y el audio en tiempo real del ambiente experimental.
- ✓ Servidor de laboratorio: es el que da soporte a una aplicación en particular, en este caso, una placa de adquisición e instrumentación y está conectado al servidor de enlace.
- ✓ Objetivo experimental: objeto que está bajo el control del servidor de laboratorio y que permite adquirir o efectuar accionamientos, que se pueden medir, observar o escuchar gracias al servidor multimedia.

El usuario opera y controla en forma remota el laboratorio real a través de un interfaz de experimentación. Este enfoque se denomina indistintamente como: laboratorio remoto, tele-laboratorio o tele-operación a través de la web.

Esta aplicación requiere necesariamente que una computadora o varias, medien entre el laboratorio y el control remoto externo de la misma. Esta mediación se efectúa mediante un software específico y habrá uno para cada tipo de laboratorio.

Para que el operador tenga la sensación de estar “casi presente” al lado del ambiente físico donde están las partes reales de la experiencia, es que se envía un streaming de video y audio en vivo del objeto bajo experimentación, al usuario que se encuentra conectado y realizando el TL.

En la pantalla de la computadora remota (del operador o estudiante) se visualizan al mismo tiempo las imágenes transmitidas desde el laboratorio real y el entorno virtual de accionamientos y mediciones que posibilitan el control remoto de la experiencia.

Un ejemplo de este tipo de laboratorio, está disponible en el EVEA Moodle no en la versión original, pero tiene la posibilidad de que instalando un módulo de actualización denominado “módulo laboratorio remoto”, adquiere la facilidad de realizar este tipo de experiencias (Sáenz, 2013).

3.5.2.d TL Virtual multi-usuario

Al recurso de acceso remoto y naturaleza simulada, lo denominamos Laboratorio Virtual multi-usuario (LVMU) o basado en un entorno de simulación en la Web.

Esta forma de experimentación es similar al LVUU, pero el usuario no tiene instalado en su computadora ningún programa específico.

Simplemente con un navegador web y mediante una conexión a internet accede a un servidor de laboratorio que puede soportar múltiples usuarios.

El servidor le provee al estudiante una interfaz de experimentación de un sistema virtual. Podríamos decir que si el LVUU que se muestra en la Figura 3.3 estuviera disponible como servicio web, muchos estudiantes podrían realizar ese laboratorio con una interface similar y con las mismas prestaciones que el caso mostrado.

3.6. El aula virtual

De las dos formas de acceso a los laboratorios, local o a distancia, esta última tiene una mayor demanda en la actualidad porque permite la existencia de laboratorios virtuales y de la tele-operación de laboratorios reales en cualquier momento y sin que el operador se tenga que trasladar físicamente.

El acceso a los recursos de experimentación virtuales o reales a través de la web y aún más interesante, el acceso al control de los sistemas reales, permite traer el laboratorio a la casa del estudiante, porque con sólo tener una computadora conectada a Internet es posible experimentar a cualquier hora y día del año.

Lo anterior es estrictamente cierto si los sistemas servidores para ambos tipos de laboratorios están preparados al efecto (Calvo, Zulueta, Gangoiti y López, 2008).

La tele-operación de un laboratorio real no se circunscribe solamente al ámbito de la educación su utilización es contemporánea en la industria y centros de investigación.

Tiene una gran relevancia en el caso de compartir un laboratorio de muy alto costo entre varias instituciones.

Los TL realizados mediante el acceso a la web, es decir según la clasificación expuesta anteriormente como del tipo remoto y virtual multiusuario, pueden provocar (en algunos casos) modificaciones en el estado de ánimo de los alumnos y como consecuencia generar pérdida de interés, desanimo, falta de motivación, etc. (Gil García, Quesada,

Sainz, Aguado, Aledo y Sánchez, 2010). Los anteriormente citados enumeran algunas de las posibles causas de esta ocurrencia, sin distinguir entre LV y LR, aunque este último puede resultar más sensible a estos factores:

- El acceso a la plataforma es lento.
- La gestión de autenticación es engorrosa.
- La dinámica de la práctica se hace pesada, los comandos tardan mucho en hacerse efectivos, etc.
- El entorno es confuso, faltan consignas.
- Faltan indicadores de falla de procedimientos, siempre posible es una falla propia del laboratorio y no del trabajo del alumno.
- No está claro lo que hay que hacer.
- Falta de interactividad y realismo.

3.6.1. La simulación en el aula virtual

La simulación en el aula virtual constituye la actividad que definimos como LVMU.

Esta clasificación involucra al LVMU tanto éste se desarrolle en un entorno virtual de enseñanza aprendizaje (EVEA) institucional donde la actividad forma parte de una propuesta didáctica o si dentro de esa propuesta se re-direcciona al alumno a un sitio web externo que brinda la plataforma para el desarrollo del laboratorio virtual.

El LVMU se caracterizan por presentar una muy elaborada interface gráfica de usuario (GUI), que es por lo general un applet, en otras palabras, es un componente de una aplicación que se ejecuta en otro programa, por ejemplo, un navegador web.

La interface está compuesta por esquemas de procesos, principios, etc., que cuanto más verosímiles mejor, por lo general asistidos con diagramas de señales que permiten el seguimiento de las variables a lo largo del tiempo de simulación.

Toda esta secuencia de experimentación se completa con un poderoso entorno de cálculo matemático en tiempo real, que debe resolver las ecuaciones que gobiernan el fenómeno simulado y ofrecer el resultado al momento, como un elemento de retro alimentación informativa para el operador que realiza los accionamientos sobre la simulación.

Es deseable contar con un sistema de supervisión y monitorización. El objetivo es que el tutor pueda supervisar el trabajo de los estudiantes. Esta característica resulta más fácil de implementar cuando el applet del laboratorio está ejecutándose en el EVEA.

Cuando el alumno es redirigido a un sitio web, es muy común que este tenga la opción de compartir (shared) su proyecto con otros usuarios del sitio, lo que permite eventualmente el trabajo colaborativo y la supervisión si el tutor es invitado.

El LVMU también debe incluir un conjunto de presentaciones conceptuales, que pueden estar implementadas de distintas maneras (tutoriales, ejemplos animados, etc.) que brindan soporte al marco teórico y conceptual en el cual se está desarrollando el laboratorio.

De esta manera se pretende que el LVMU sea una unidad completa para la experimentación, es decir, no se requiere de un acceso externo para referenciar aspectos conceptuales o teóricos.

3.6.2. La tele operación en el aula virtual

La tele-operación de un laboratorio real a través de un aula virtual constituye la actividad que definimos como LR.

La tele-presencia que se obtiene al realizar un LR debe transmitir al estudiante, en la medida que la tecnología lo permita, las sensaciones y responsabilidades que tendría si estuviera de manera presencial operando el laboratorio real.

La visualización remota del proceso bajo experimentación, es un componente esencial de este laboratorio.

El uso de esta técnica es previo a la aplicación en el LR orientado a procesos de enseñanza aprendizaje. El campo tradicional del empleo del video en entornos de tele-presencia o de tele-operación es el de la tele-robótica (Sánchez, Dormido y Morilla, 2000).

En algunos casos el video permite al ser humano operar en entornos peligrosos, por ejemplo: minas, centrales nucleares, espacio exterior, profundidades abisales, etc.

El esquema práctico del LR involucra necesariamente problemas en el control en tiempo real del laboratorio, dado que existe un inevitable retardo de tiempo en la transmisión de la información en la red.

Esta problemática está ampliamente estudiada y se recurre al paradigma del control supervisado (Sheridan, 1993). Involucra una situación en la que el lazo de control del laboratorio real, el servidor y el applet de experimentación estén físicamente localizados en un mismo servidor. Este esquema reduce posibles inestabilidades en la experimentación.

El control supervisado, aunque presenta una gran complejidad, es especialmente útil en el manejo de sistemas persona-máquina complejos, tanto en el ámbito industrial, como en el ámbito de los sistemas de tele-operación que se utilizan, por ejemplo, en el espacio, el mar, la medicina, la educación, otros. Combina las ventajas de fiabilidad del automatismo junto a las capacidades de solución de problemas y toma de decisiones de las personas. “En este sentido, las limitaciones senso-motrices del ser humano no suponen un inconveniente en la aplicación del control supervisado” (Ponsa y Granollers, 2015, p.18).

CAPITULO 4. PROGRAMACION DE MICROCONTROLADORES

4.1. Introducción

El desarrollo de la electrónica se produjo a partir de los inicios del siglo XIX, como consecuencia del núcleo de conocimientos acumulados sobre la electricidad en las décadas precedentes. La electrónica surge como una especialización de algunos fenómenos eléctricos, en términos generales se puede decir que es una rama de la física y una especialización de la ingeniería, que estudia y emplea sistemas cuyo funcionamiento se basa en la conducción y el control del flujo de los electrones u otras partículas cargadas eléctricamente.

La electrónica se originó en 1906 con la invención del triodo³⁰ por parte de Lee De Forest, que permitió el desarrollo de la radio, la telefonía de larga distancia y las películas sonoras.

Fue recién a partir de la invención del transistor en 1947, en que esta disciplina se transformó en el motor de la revolución tecnológica. El transistor es un dispositivo electrónico semiconductor utilizado para entregar una señal de salida en respuesta a una señal de entrada que permite implementar aplicaciones tanto en lógica binaria como con señales analógicas (Tipler y Mosca, 2007).

En el año 1958 el Ingeniero Jack Kilby³¹ patentó un circuito hecho con varios transistores mediante una técnica fotográfica sobre una única lámina de material semiconductor, nace lo que se denominó Circuito Integrado (CI).

En el año 1961 se presenta en el mercado el primer CI comercial.

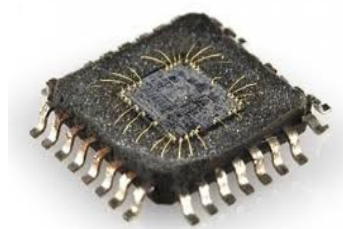


Figura 4.1. Detalles constructivos de un circuito integrado³²

³⁰ Válvula termoiónica de tres electrodos.

³¹ Jack Kilby físico e ingeniero de Texas Instruments, en 1958 inventó el circuito integrado. Premio Nobel de Física en el año 2000.

³² Tomado de <http://cursos.olimex.cl/circuitos-integrados/>.

En el centro de la Figura 4.1 se observa la lámina de semiconductor donde se encuentran integrados los transistores y sus conexiones a terminales que la vinculan con el exterior.

En la actualidad, la lámina de semiconductor donde se integra el circuito, puede ocupar una superficie de unos pocos milímetros cuadrados.

La Figura 4.2 permite apreciar el tamaño real que puede tener un CI en la actualidad, al que también se lo denomina chip³³ o microchip.



Figura 4.2. Aspecto de un chip comercial³⁴

A principio de los años 1970 estaba disponible la capacidad tecnológica de poder fabricar un CI con miles de transistores y se encontraban en pleno auge otras tecnologías concurrentes como los desarrollos en computación e informática, lo que condujo a la construcción de un CI que se denominó microprocesador.

El microprocesador³⁵ es un CI complejo que contiene una unidad de control, registros, una unidad aritmética lógica y una unidad de cálculo en coma flotante³⁶.

Este CI tiene la capacidad de ejecutar instrucciones programadas en lenguaje de bajo nivel, realizando operaciones aritméticas, lógicas y de acceso a memoria.

El primer microprocesador de 8 bits fue el Intel³⁷ 8008, desarrollado a mediados de 1972 para su uso en terminales informáticos. El Intel 8008 integraba 3300 transistores y podía procesar a una frecuencia máxima de 0,8 MHz.

En la actualidad el microprocesador core i7 de Intel es un CI de 774 millones de transistores y trabaja a una frecuencia de 3600 MHz.

³³ Pieza de silicio pequeña y con forma cuadrada o rectangular en cuyo interior hay un circuito integrado con millones de componentes. Diccionario Manual de la Lengua Española Vox. © 2007.

³⁴ Imagen tomada de <http://naukas.com/2013/04/09/microchips-las-entranas-de-la-tecnologia/>.

³⁵ <http://www.oxforddictionaries.com/es/definicion/espanol/microprocesador>.

³⁶ Forma de representar números racionales usada para efectuar cálculos en los microprocesadores.

³⁷ La corporación Intel es el mayor fabricante de circuitos integrados del mundo.

La electrónica permite desarrollar una gran variedad de tareas. Los principales usos de los circuitos electrónicos son el control, el procesado, la distribución de información, la conversión y la distribución de la energía eléctrica.

La creciente especialización del uso de la electrónica dio origen a la aparición de nuevos dispositivos. Promediando la década de los años 1970 aparece en el mercado una variante del microprocesador, denominada microcontrolador.

Fue recién en los años 1990 y de la mano del desarrollo de la tecnología que permitió la aparición de las memorias reprogramables, en que el microcontrolador se transformó en uno de los dispositivos más exitosos de la industria electrónica.

4.2. El Microcontrolador

Un microcontrolador es un CI programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria, el mismo incluye en su interior las tres unidades funcionales de un computador (Gridling y Weiss, 2007):

- ✓ Un microprocesador, también denominado unidad central de procesos o CPU
- ✓ Memoria de programa y memoria de datos
- ✓ Unidades de entrada/salida

Es decir, tiene todos los elementos de un computador, pero en un solo chip.

Es evidente que estos elementos estarán en el microcontrolador en una cantidad limitada y combinados de distinta manera, resultando variantes de microcontroladores con alto grado de especialización.

El microcontrolador resulta entonces equivalente a un pequeño computador, que con muy poca circuitería adicional se puede usar para controlar equipos electrónicos, el diseño de sistemas de comunicación, monitoreo y adquisición de señales físicas, procesamiento y administración de señales analógicas y digitales (Augarten, 1983).

En la Figura 4.3 se observa un esquema en bloques representativo de las funciones y componentes integrados en el chip de un microcontrolador.

La programación de sistemas embebidos permite la fabricación de artículos o aparatos electrónicos basados en microcontroladores, que son parte cotidiana de nuestras vidas. Tal como teléfonos, televisores, hornos de microondas, juguetes, computadoras de automóviles, dispositivos industriales, etc. (Heath, 2003).

La Figura 4.4 presenta un ejemplo de sistema embebido, se trata de la implementación de un sistema robótico experimental, realizado mediante la programación de un microcontrolador que permite el accionamiento de dos motores para dotar de movimiento a la plataforma donde está el circuito, de manera que esta se pueda desplazar. Por ejemplo, la información obtenida por sensores permite el accionamiento adecuado de los motores para que el robot pueda seguir una línea dibujada en el piso.

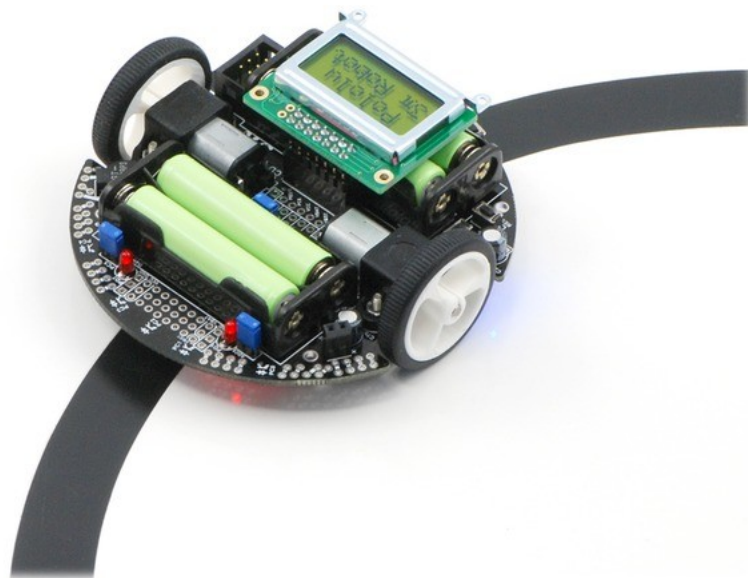


Figura 4.4. Sistema embebido implementando un robot experimental⁴⁰

Resumiendo, genéricamente un sistema embebido es un circuito electrónico computarizado que está diseñado para cumplir con una labor específica en un producto determinado.

Se sabe que en general, un ciudadano promedio interactúa con alrededor de 400 microcontroladores por día, debido a que estos están presentes en: automóviles, heladeras, hornos, microondas, planchas, cafeteras e innumerables otros

⁴⁰ Imagen tomada de: <http://www.ieeeuh.org/3pi/>.

electrodomésticos, además de todos los dispositivos portátiles relacionados con la informática (Galeano, 2009).

Debido a la infinidad de aplicaciones basadas en microcontroladores, es de suma relevancia para cualquier ingeniero del área electrónica contar con una adecuada formación en el uso y programación de microcontroladores.

Las técnicas de enseñanza evolucionan constantemente con los nuevos desarrollos en el diseño y realización de sistemas digitales y por eso surge la necesidad de adaptar los contenidos de la enseñanza a los nuevos circuitos integrados, con el objetivo de capacitar ingenieros competitivos y que se adapten con facilidad a los estándares y necesidades del mercado (Ferreira, 2007).

4.4. Conceptos básicos de programación de microcontroladores

Para obtener un sistema embebido basado en un microcontrolador es necesario programar en su memoria una secuencia de instrucciones y algoritmos para dotarlo de la inteligencia necesaria para realizar la tarea específica (Galeano, 2009).

El microcontrolador ejecuta secuencialmente las instrucciones que se encuentran almacenadas en la memoria de programa, es un proceso sincronizado mediante un reloj propio.

Cada microcontrolador posee un conjunto de instrucciones que puede entender y ejecutar, que por lo general es específico de ese dispositivo y de todos los derivados, a los que comúnmente se denomina familia del microcontrolador.

Este conjunto de instrucciones que son entendidas por el dispositivo deben estar expresadas en lenguaje de máquina (la máquina es la unidad central de procesos del microcontrolador) y por lo tanto son instrucciones expresadas con números binarios, por ejemplo, para una máquina que entiende instrucciones de 8 bits⁴¹, la instrucción 11000001 puede significar que efectuó tal o cual acción.

Al conjunto de 8 bits se lo denomina byte⁴² y se lo suele representar en código hexadecimal⁴³.

Por ejemplo, el byte 11000001 se representa en sistema hexadecimal como C1.

⁴¹ *Bit* es el acrónimo de Binary digit, dígito binario.

⁴² Un *byte* es la unidad fundamental de datos en informática, un *byte* son ocho bits contiguos.

⁴³ Sistema de numeración posicional que tiene base dieciséis.

El lenguaje de máquina es el único lenguaje que puede entender el microcontrolador, pero no necesariamente el único en que puede programar el programador (Verle, 2009).

4.4.1. Programación de bajo nivel

Resulta evidente que programar en lenguaje de máquina puede ser una tarea muy tediosa y confusa, por ejemplo, tres bytes de un dado programa podrían tener esta apariencia: 11000001, 00110011, 11010011

Resulta difícil interpretar posteriormente que instrucciones están escritas, además es muy dificultoso recordar todas las equivalencias de las combinaciones de 8 bits.

De todas maneras, el fabricante del microcontrolador a cada byte que representa una instrucción en lenguaje de máquina, le asignó un nombre propio denominado mnemónico⁴⁴ que es una palabra corta o abreviatura que trata de que su lectura implique el entendimiento de la acción que realiza. Por ejemplo, para la parte del programa en código binario mostrado anteriormente:

Lenguaje de maquina en código binario	Lenguaje de maquina en código hexadecimal	Mnemónico	Comentario
11000001	C1	DECA	Decrement A (decrementa el acumulador A)
00110011	33	ASRA	Shift Right Arithmetc A (desplazamiento aritmético a la derecha de A)
11010011	D3	COMA	Complement A (complementa A)

Tabla 4.1 Correspondencia entre lenguaje de máquina, mnemónico y su significado, para un microcontrolador en particular.

La programación con códigos mnemónicos constituye la representación más directa del código de máquina específico de cada microcontrolador que es legible por un

⁴⁴ Pertenciente o relativo a la memoria. Diccionario Manual de la Lengua Española Vox. © 2007 Larousse Editorial, S.L.

programador y posteriormente un programa denominado ensamblador⁴⁵, convierte los mnemónicos en código de máquina. Un programa desarrollado en lenguaje mnemónico es útil solamente para una familia de microcontroladores (los que comparten el mismo conjunto de instrucciones) y finalmente cuando el programador finaliza su tarea debe transformarlo en lenguaje de maquina (números binarios) para poder almacenarlo en la memoria de programa del microcontrolador. Esta tarea está facilitada por un programa utilitario instalado en un computador que toma el programa con mnemónicos y resuelve lo nombres simbólicos convirtiéndolos en un listado de números (lenguaje de máquina). Este programa utilitario se denomina ensamblador y los hay de variada complejidad, por ejemplo, ofreciendo mecanismos adicionales para facilitar el desarrollo del programa, por ejemplo, incluyendo un editor de texto, herramientas para controlar el proceso de ensamblaje, y la ayuda para la depuración o detección de errores (Bodington,2007).

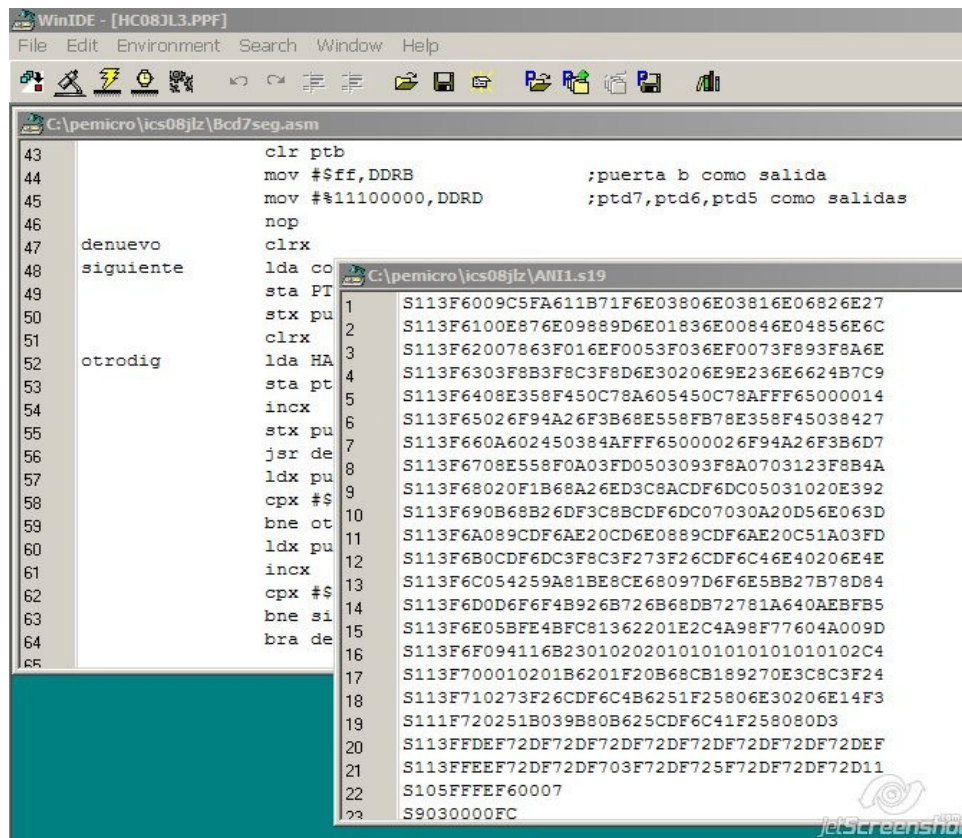


Figura 4.5 Interface gráfica del programa ensamblador WinIDE⁴⁶

⁴⁵ Lenguaje muy similar al de máquina, con pequeñas modificaciones mnemotécnicas que facilitan su uso. Diccionario Manual de la Lengua Española Vox. © 2007 Larousse Editorial, S.L.

⁴⁶ Programa ensamblador para microcontroladores de la marca Motorola Freescale.

Aunque resulte ambiguo, se llaman ensambladores a los programas encargados de traducir los programas escritos en mnemónico que también se llama lenguaje ensamblador a código binario.

Notar que tanto el programa traductor como el lenguaje se llaman del mismo modo: ensamblador (Bodington, 2007).

En la Figura 4.5 se observa en primer plano el archivo que contiene el resultado del ensamblado, el código de máquina esta expresado en código hexadecimal.

Este archivo es el que mediante otra herramienta de software (programador) se almacena en la memoria de programa del microcontrolador.

En segundo plano (al fondo) se observa el editor de código con el programa en lenguaje mnemónico que da origen al archivo en código de máquina cuando se selecciona el ícono de ensamblar en el menú de opciones.

La Figura 4.6 muestra el proceso de conversión del programa de lenguaje ensamblador a lenguaje de máquina y la posterior transferencia de este código ejecutable a la memoria de programa del microcontrolador.

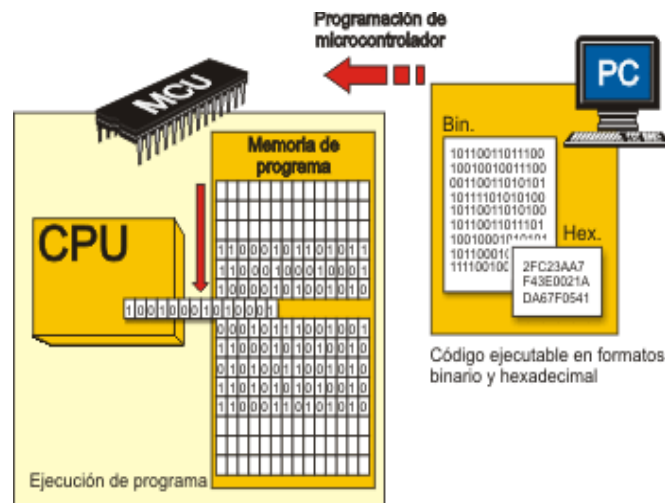


Figura 4.6. El código ejecutable se programa en el microcontrolador⁴⁷

⁴⁷ Tomado de: <http://www.mikroe.com/chapters/view/80/capitulo-2-programacion-de-los-microcontroladores/>.

4.4.1.1. Características de la programación en bajo nivel

Los lenguajes de programación de bajo nivel son dependientes de la CPU, están hechos a medida del hardware⁴⁸ de la misma y por lo tanto aprovecha al máximo sus características.

Podemos enunciar una serie de características de la programación en lenguaje de máquina y lenguaje ensamblador (Galeano, 2009):

- El programa escrito en lenguaje ensamblador es ciertamente de difícil lectura ya que su estructura se acerca al lenguaje máquina.
- El lenguaje ensamblador es difícilmente portable, es decir, un código escrito para un microcontrolador, puede requerir modificación, para poder ser usado en otra máquina distinta del mismo fabricante. Al cambiar de fabricante es necesario reescribirlo completamente.
- Los programas creados por un programador experto en lenguaje ensamblador son generalmente mucho más rápidos y consumen menos recursos del sistema (memoria de datos y memoria de programa) que el programa equivalente proveniente de un lenguaje de alto nivel. Al programar cuidadosamente en lenguaje ensamblador se pueden crear programas que se ejecutan más rápidamente y ocupan menos espacio que con lenguajes de alto nivel.
- Con el lenguaje ensamblador se tiene un control muy preciso de las tareas realizadas por un microprocesador por lo que se pueden crear segmentos de código difíciles y/o muy ineficientes de programar en un lenguaje de alto nivel, ya que, entre otras cosas, en el lenguaje ensamblador se dispone de instrucciones del CPU que generalmente no están disponibles en los lenguajes de alto nivel.
- Se puede controlar el tiempo en que tarda una rutina en ejecutarse, e impedir que se interrumpa durante su ejecución.

⁴⁸ Conjunto de elementos físicos o materiales que constituyen una computadora o un sistema informático.

4.4.2. Programación de nivel medio

En cierta medida la programación en lenguaje ensamblador permite la interacción de manera efectiva entre el programador y el microcontrolador. Sin embargo, cuando se requiere efectuar operaciones especiales como multiplicaciones, divisiones con números fraccionarios o cálculos de funciones trigonométricas y otros, la programación en lenguaje ensamblador puede resultar muy complicada y extensa.

Ese cálculo se puede realizar con una o un pequeño conjunto de instrucciones, en un lenguaje de nivel medio como C⁴⁹.

Para la mayoría de los microcontroladores se dispone de aplicaciones para computadoras que permiten programar en lenguaje C.

C es un lenguaje de programación de propósito general que permite el uso de una sintaxis corta, creación de estructuras de decisión sencillas, generación de procedimientos y subrutinas, con un importante repertorio de instrucciones y operadores que ayudan a escribir cualquier programa de manera corta y fácil (Ruiz, 2003).

El lenguaje C fue desarrollado por los ingenieros del Laboratorio Bell en la década de 1970. La razón principal del desarrollo fue reescribir el sistema operativo UNIX⁵⁰ en una forma más portable.

UNIX fue escrito originalmente en lenguaje ensamblador, en el año 1969 y debía ser reescrito completamente cada vez que se cambiaba de procesador.

Como consecuencia de este desarrollo nació un lenguaje de programación que permite, al momento de programar, abstraerse del tipo de procesador en particular que posteriormente deberá ejecutar esa programación, se hace evidente el concepto de código portable (Galeano, 2009).

Dado el crecimiento y popularidad de C, muchas compañías proveen compiladores de C para sus procesadores, microprocesadores y microcontroladores.

El compilador es un software que transforma uno o varios archivos generados por el programador en, por ejemplo, lenguaje C y genera un archivo en código de máquina llamado ejecutable. Este código ejecutable es el que se carga en la memoria de programa del microcontrolador

⁴⁹ Lenguaje de programación de propósito general que ofrece economía sintáctica, control de flujo y estructuras sencillas y un buen conjunto de operadores.

⁵⁰ Sistema operativo portable, multitarea y multiusuario.

El compilador es un programa que traduce el código de nivel medio/alto a código binario o de máquina. Cumple una función similar al programa ensamblador, pero mucho más complejo, ya que las diferencias entre lenguajes de nivel alto/medio y lenguaje ensamblador son muy grandes (Destéfanis, 2003)

Un programa escrito en lenguaje de nivel alto/medio se denomina programa fuente y el programa traducido al código de la máquina se denomina programa objeto (Ruiz, 2003)

En la Figura 4.7 se transcribe una parte de programa escrito en lenguaje C.

```
1 // www.GeeksBR.com
2
3 #include <stdio.h>
4 #include <time.h>
5 #include <stdlib.h>
6
7 int main()
8 {
9     int num;
10
11     srand(time(NULL));
12     num = rand() % 11;
13     printf("Numero gerado: %d\n", num);
14     return 0;
15 }
```

Figura 4.7. Ejemplo programación en lenguaje C⁵¹

Como vemos, en la programación en lenguaje C no encontramos ninguna referencia a algún registro en particular del microcontrolador, es decir el programa se abstrae del tipo de microcontrolador y de sus registros.

Es tarea del compilador implementar la traducción de cada línea de programa en C y asignarle función a algún registro específico del microcontrolador si fuera necesario.

4.4.2.1 Características de la programación en nivel medio

En general, se podría decir que C es un lenguaje de programación de nivel medio y más cercano al microprocesador que los lenguajes de alto nivel como Pascal⁵², Basic⁵³, y otros (Ferreira, 2007).

⁵¹ Imagen tomada de: <http://www.geeksbr.com/2013/01/programacao-em-c-gerar-numeros.html>.

⁵² Lenguaje de programación estructurada de alto nivel, y propósito general (1970).

⁵³ Beginner's All-purpose Symbolic Instruction: Código simbólico de instrucciones de propósito general para principiantes (1964).

Esta particularidad de tener algunas de las ventajas de los lenguajes de alto nivel y que, a su vez, se pueda acceder fácilmente al hardware del mismo de manera de hacer un uso eficiente de los recursos del hardware, lo transforma en el más utilizado para el desarrollo de sistemas embebidos basados en microcontroladores (Galeano, 2009).

4.4.3. El manejador de proyectos

No existe un compilador único sobre el cual se pueda trabajar para distintas marcas de microcontroladores. Es más, para una marca dada, el compilador puede cambiar entre los distintos modelos que ofrece al mercado ese fabricante.

Por lo general para hacer más atractivo el uso de un modelo o familia de microcontroladores, el fabricante ofrece un compilador que incorpora herramientas adicionales que facilitan al programador el desarrollo de su proyecto.

Los principales fabricantes de procesadores y microprocesadores ofrecen con su producto, un manejador de proyectos llamado genéricamente IDE (Integrated Development Environment).

El IDE se encarga de administrar la edición del código, la compilación y la depuración. La depuración es el proceso de identificar y corregir errores de programación, esta acción es también conocida como debugging.

Un IDE esta necesariamente relacionado con una familia de microcontroladores y viceversa. Resulta evidente que para que el IDE pueda interactuar con un microcontrolador, el mismo debe estar instalado y debidamente conectado en una placa de circuito impreso con todos los componentes electrónicos adicionales necesarios para asegurar su funcionamiento y que además le permita establecer comunicación con el IDE⁵⁴.

Tal es el caso que observamos en la Figura 4.8 donde un microcontrolador está conectado en una placa de circuito impreso y en la misma se dispone de conectores para acceder a todos los pines⁵⁵ del mismo, además posee un conector de comunicación para vincularse con la computadora donde está instalado el programa IDE adecuado para esta placa.

⁵⁴ Plataformas para sistemas empotrados, disponible en <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/7866/PFCPlataformalaia.doc?sequence=2>.

⁵⁵ Proviene de pin, palabra inglesa que significa «clavija», nombre del terminal o patilla de cada uno de los contactos metálicos de un conector o de un CI.

Por lo general los fabricantes de microcontroladores proveen para algunos modelos de los mismos, las placas de circuito impreso con un microcontrolador listo para ser usado.

Al conjunto de IDE y placa de circuito impreso se lo denomina genéricamente plataforma de desarrollo para ese microcontrolador y sus derivados.

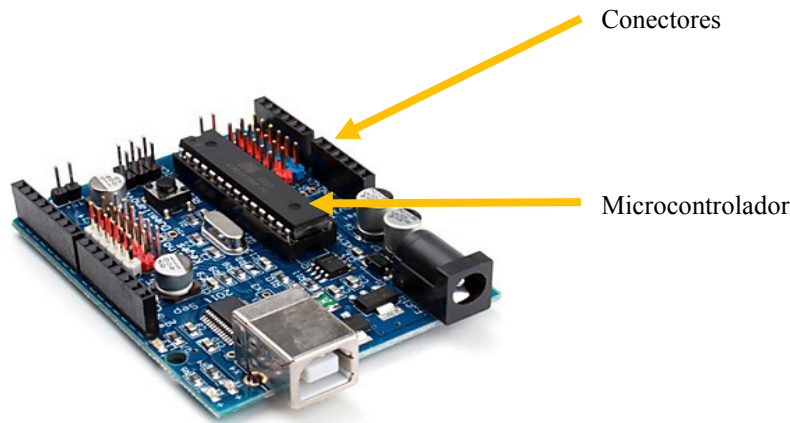


Figura 4.8. Microcontrolador conectado en una placa de circuito impreso⁵⁶

4.5. La plataforma Arduino

Arduino es una plataforma electrónica para el desarrollo de aplicaciones basadas en microcontroladores. Fue desarrollada con el objetivo de permitir la creación de prototipos basados en software y hardware flexibles y fáciles de usar⁵⁷.

La plataforma consta de un IDE que permite interactuar indistintamente con una variedad de placas de circuito impreso, cada una con un tipo de microcontrolador distinto, lo que permite elegir la placa más adecuada para el desarrollo que se quiere realizar⁵⁸.

⁵⁶Tomado de: <http://electronetshop.es.tl/Placas-arduino.htm>.

⁵⁷Tomado de: <https://www.arduino.cc/>.

⁵⁸ Plataformas para sistemas empotrados, disponible en <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/7866/PFCPlataformalaia.doc?sequence=2>.

³⁰ <https://www.arduino.cc/>.

A continuación, se describen los aspectos y características más importantes de la plataforma Arduino⁵⁹:

- IDE de Arduino:

El entorno de desarrollo de Arduino está basado en Processing que es un lenguaje de programación y entorno de desarrollo integrado, de código abierto basado en Java⁶⁰.

La apariencia gráfica del escritorio de trabajo del IDE de Arduino es muy similar a la del IDE de Processing, la misma se observa en la Figura 4.9.

⁶⁰ Lenguaje de programación de propósito general, orientado a objetos.

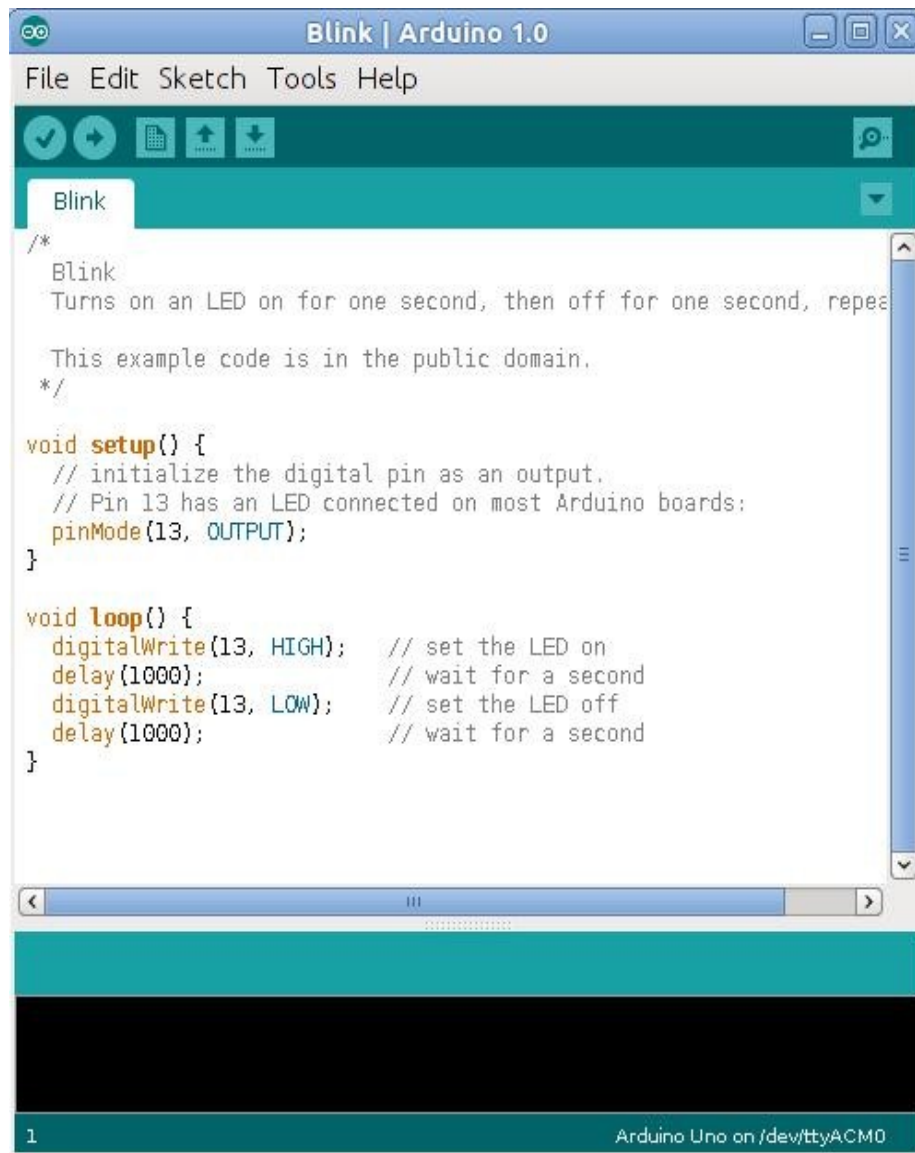


Figura 4.9. Interfaz de usuario del IDE de Arduino⁶¹

Es un IDE de fácil utilización, está muy difundido como medio para la enseñanza y producción de proyectos multimedia e interactivos de diseño digital.

Se distribuye bajo la licencia GNU⁶² GPL⁶³.

Una de las características distintivas de este IDE es que el lenguaje de programación está basado en Wiring⁶⁴, que es totalmente compatible con lenguaje C, pero provee un mayor grado de abstracción en algunos aspectos.

⁶¹ Imagen tomada de: <http://startingelectronics.org/beginners/start-electronics-now/tut3-starting-with-arduino/>.

⁶² Sistema operativo de software libre (similar al UNIX).

⁶³ General Public License.

Por ejemplo, se dispone de un conjunto de funciones, variables y constantes que encapsulan el funcionamiento del hardware facilitando el uso del mismo.

Estas facilidades permiten que un software desarrollado para un microcontrolador en particular sea muy fácil de migrar a otro modelo.

Un aspecto distintivo de esta filosofía de trabajo es que los usuarios pueden desarrollar librerías que comparten con la comunidad de desarrollo y que permiten fácilmente disponer de funciones que resuelven, por ejemplo: el manejo de servomotores, pantallas LCD⁶⁵, la comunicación serie y aplicaciones en sistemas de posicionamiento global (GPS).

- Placas de circuito impreso de Arduino:

Las placas de circuito impreso diseñadas para interactuar con esta plataforma pueden ser compradas completamente armadas y listas para usar o pueden ser fabricadas por el desarrollador en base a que toda la información necesaria, archivos CAD (diseño asistido por computadora) de diseño y referencia que están disponibles bajo una licencia abierta.

El usuario puede disponer de esta información y modificarla o adaptarla a sus necesidades.

Una de las placas de circuito impreso más popular es la denominada UNO, En la Figura 4.10 observamos su aspecto.

⁶⁴ Lenguaje de programación de código abierto, desarrollado por Hernando Barragán (2003).

⁶⁵ Display de cristal líquido.

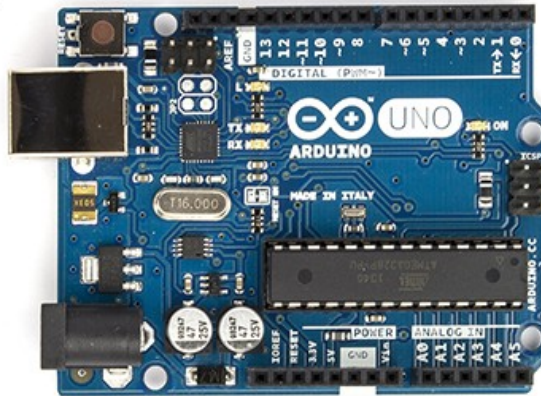


Figura 4.10 Placa de circuito impreso Arduino modelo UNO⁶⁶

Esta placa de experimentación está basada en un microcontrolador de la marca Atmel⁶⁷ modelo ATmega328. Dispone de 14 puntos de conexión configurables como entrada o salida y trabaja a una frecuencia de 16 MHz.

En la Figura 10 observamos la placa DUE, basada en un microcontrolador Atmel modelo SAM3X8E ARM Cortex-M3 que dispone de 54 puntos de conexión configurables como entrada o salida y trabaja a una frecuencia de 84 MHz.

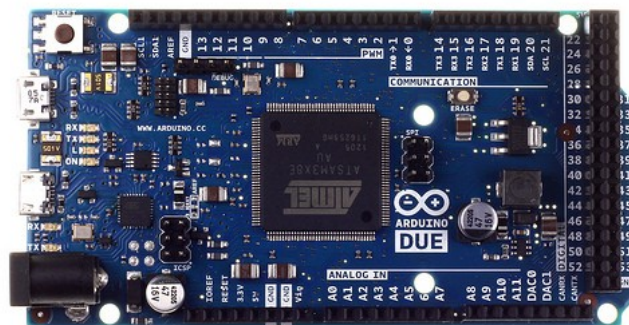


Figura 4.11 Placa de circuito impreso Arduino modelo DUE⁶⁸

En la Figura 4.12 observamos una computadora portátil que tiene instalado el IDE de Arduino

⁶⁶ Tomado de: <https://www.arduino.cc/>.

⁶⁷ Compañía de semiconductores (1984).

⁶⁸ Tomado de: <https://www.arduino.cc/>.



Figura 4.12 Escenario de trabajo basado en la plataforma Arduino

En la mesa de trabajo se encuentra una placa de circuito impreso modelo UNO conectada a la computadora mediante una conexión USB⁶⁹.

Algunos puntos de conexiones de la placa (entradas y salidas) se encuentran cableados a una placa adicional donde interactúa con sensores y/o accionamientos propios de la aplicación que se está implementando.

En la pantalla de la computadora se observa el IDE de Arduino.

⁶⁹ El USB es utilizado como estándar de conexión de periféricos a una PC.

CAPITULO 5. LAS COMPETENCIAS, DESARROLLO Y EVALUACIÓN

5.1. Competencias

El concepto de competencia es complejo y ciertamente polisémico y puede tener distintos significados dependiendo del ámbito donde se emplea (Barnes, 2008).

El consenso generalizado es considerar a las competencias como “los conocimientos, habilidades, y destrezas que desarrolla una persona para comprender, transformar y practicar en el mundo en el que se desenvuelve”⁷⁰. En otras palabras, “la competencia es la capacidad de un buen desempeño en contextos complejos y auténticos. Se sustenta en la integración y activación de conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y valores”⁷¹. En tal sentido Raesfeld (2014) expresa el carácter multidimensional que tiene el concepto de competencia, como un medio para facilitar la comprensión del mismo. En la Figura 5.1 se muestra dicho enfoque.



Figura 5.1 Dimensiones de las competencias ⁷²

- ✓ Saber: datos, hechos, informaciones, conceptos, conocimientos.
- ✓ Saber hacer: habilidades, destrezas, técnicas para aplicar y transferir el saber a la actuación.
- ✓ Saber ser o querer hacer: normas, actitudes, intereses, valores que llevan a tener unas convicciones y asumir unas responsabilidades.

⁷⁰ Tomado de [https://es.wikipedia.org/wiki/Competencia_\(aprendizaje\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Competencia_(aprendizaje)).

⁷¹ Tomado de <http://hadoc.azc.uam.mx/enfoques/competencia.htm>.

⁷² Tomado de Competencia Intercultural, Conceptualización y Retos de Lydia Raesfeld (2014).

- ✓ Saber estar o poder hacer: predisposición al entendimiento y a la comunicación interpersonal, favoreciendo un comportamiento colaborativo. Capacidades relacionadas con la comunicación interpersonal y el trabajo cooperativo.

El conjunto de competencias a adquirir durante el proceso formativo, hacen clara referencia al *saber* y al *saber hacer*, aspectos muy relacionados con el rol profesional que cada estudiante desea desempeñar en su vida, por convencimiento, por tradición o por otra serie de razones: son las competencias específicas, propias de la profesión, titulación o carrera a realizar.

A las competencias cuya definición depende, sobre todo, *del saber ser y del saber estar* se ha quedado en llamarlas genéricas o transversales, por ser exigibles en mayor o menor grado a todo profesional o ciudadano integrado en nuestra sociedad (Villa y Poblete, 2004).

Una competencia es un poder hacer no genérico, es más bien, un poder hacer que aplica a situaciones específicas (Perrenoud, 2008). El mismo autor reconoce que la terminología en el tema de competencias y capacidades o habilidades lleva a confusión y al uso intercambiable de los mismos. En tal sentido, realiza un aporte conceptualizando estos términos al darles una dimensión en su aplicación:

- ✓ Capacidad o habilidad: implica la resolución de una actividad aislada, es algo específico, por ejemplo, medir algo, accionar algo, etc.
- ✓ Competencia: permite dominar una categoría de situaciones complejas, moviliza recursos y habilidades adquiridos a lo largo del trayecto académico. Es el resultado del dominio de múltiples disciplinas.

Por ejemplo, la competencia por parte de un paramédico para tener el dominio frente a una situación de posible ataque al corazón de una persona, implica que el mismo tiene capacidades o habilidades tales como: tomar la tensión arterial, establecer nivel de deshidratación, desempeñarse en un ambiente de tensión, et., es decir debe movilizar muchos otros recursos cognitivos, conocimientos y actitudes.

Es decir que una competencia debe ser descripta mediante la identificación de la categoría de situaciones que permite dominar.

Pero la descripción de dichas situaciones, no permite desarrollar una competencia si no se pueden identificar los recursos cognitivos que moviliza: conocimientos, capacidades, informaciones y actitudes (Perrenoud, 2008).

En resumen, se presentan dos aspectos imprescindibles en la construcción de las competencias:

- ✓ La adquisición de recursos, capacidades, habilidades, técnicas, métodos, información, etc.
- ✓ El aprendizaje para movilizar los recursos: aprendizaje basado en problemas, prácticas profesionales, estudio de casos, trabajos de laboratorio, etc.

5.2. Las competencias en el ámbito universitario

Perrenoud (2008) reflexiona sobre la preocupación que existe respecto de la formación de los estudiantes que luego deben insertarse en el mercado laboral y señala que no es conveniente apuntar a una formación demasiado concreta, ni prepararlos para una cultura de empresa definida o con una falta de crítica respecto de la economía.

El debate no es técnico sino ideológico, en él se enfrentan la universidad y sus relaciones con la sociedad (Barnes, 2008).

Cuando la Universidad forma un profesional, pretende indudablemente, dotarlo de todo lo necesario para que tenga un desempeño competente. Al momento del egreso, además de acreditar el dominio del contenido curricular, debería “ser capaz de:” y a continuación podríamos enunciar una gran cantidad de capacidades o habilidades que, junto a otras capacidades cognitivas, lo califican como competente para resolver una determinada clase de situaciones (Sastre, Rey, Boubée y Cañibano, 2010).

En el ámbito universitario se entiende que las competencias se obtienen a lo largo de diferentes unidades de estudio, es decir que por lo general no están ligadas a una sola unidad de estudio. Esto quiere decir que las competencias y los resultados del aprendizaje se obtienen o deberían obtenerse durante un programa de aprendizaje. La formación de una competencia es un proceso y su adquisición se manifiesta en la exteriorización de muchas y concurrentes capacidades (Barnes, 2008). No es suficiente que el egresado disponga de los recursos (capacidades, habilidades, técnicas, métodos, información, actitudes, etc.) para que obtenga la competencia correspondiente, estos recursos no son más que una condición necesaria (Perrenoud, 2008).

Para que tenga la facultad de exteriorizar el aprendizaje: con criterio, en tiempo real, para guiar decisiones acertadas y en el contexto social en que se encuentre, exige un trabajo específico de entrenamiento reflexivo que puede o no estar propiciado en su formación universitaria (Sastre, Rey, Boubée y Cañibano, 2010).

5.3. Formación por Competencias y algunas implicaciones

La formación por competencias conlleva necesariamente a considerar implicaciones curriculares, didácticas y evaluativas y por consiguiente obliga a replantearla desde el currículo, la didáctica y la evaluación, según Gómez (como se citó en Salas, 2005, p.7-8):

- ✓ Implicaciones curriculares: se asocian a la revisión de los propósitos de formación del currículo. Diseñar un currículo por competencias implica construirlo sobre núcleos problemáticos al que se integran varias disciplinas, currículo integrado, y se trabaja sobre procesos y no sobre contenidos.
- ✓ Implicaciones didácticas: propone a la docencia el cambio de metodologías transmisionistas a metodologías centradas en el estudiante y en el proceso de aprendizaje. Un buen ejemplo de ello lo constituyen las metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), realización de trabajos de laboratorio (TL), prácticas profesionales, etc.
- ✓ Implicaciones en la evaluación: la evaluación es uno de los puntos más complejos en la formación por competencias, pues una evaluación por competencias implicaría una reforma radical del sistema educativo, implica esencialmente el cambio de una evaluación por logros a una evaluación por procesos, por lo tanto, no se evalúa un resultado sino todo el proceso de aprendizaje, en el que a su vez interfiere el contexto, la motivación, los sistemas simbólicos y el desarrollo cognitivo.

5.4. Factores que intervienen en el proceso de aprendizaje que contribuyen al desarrollo de competencias

La obtención de competencias, o, mejor dicho, en algún grado aceptable de las mismas, por parte del alumno universitario, no es tarea de una asignatura en particular, es algo que se obtiene a lo largo del desarrollo del plan de estudios y además este debe prever los mecanismos necesarios para favorecer el desarrollo de las mismas.

Villa y Poblete (2011) argumentan respecto del nuevo paradigma del Aprendizaje Basado en Competencias y establecen que no es simplemente adaptar los objetivos del diseño curricular a las competencias.

Se requiere tiempo y trabajo para lograr la adaptación al nuevo paradigma y la aplicación al mismo sin que ello implique pérdida de contenido curricular.

Según Salas (2005), es necesario revisar los factores que intervienen en el proceso de aprendizaje para luego discernir acerca de cómo ellos contribuyen al desarrollo de las competencias. Los factores conducentes a la formación de las competencias se muestran en la Figura 5.2 (Adaptado de Salas, 2005).

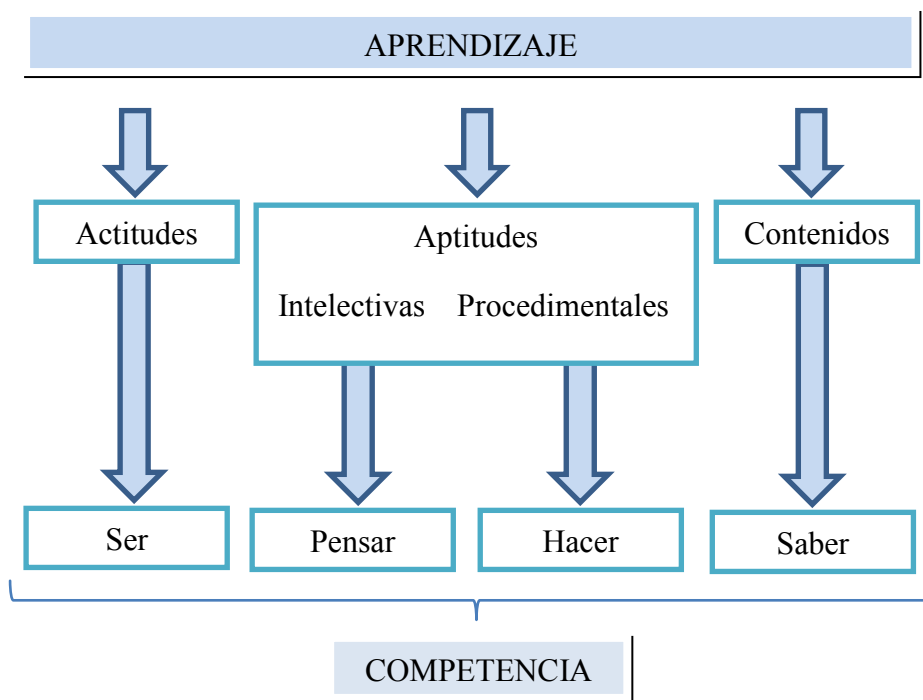


Figura 5.2 Factores que intervienen en el proceso de aprendizaje

A continuación, se describen los componentes de la Figura 5.2:

- ✓ Actitudes: La actitud es una característica de la personalidad, propicia un comportamiento específico. Cuando ésta se presenta de manera positiva se manifiesta mediante una predisposición afectiva y motivacional. Este tipo de actitud es fundamental para el desarrollo de una actividad o acción, además conduce a que el alumno se involucre en su proceso de aprendizaje.
- ✓ Aptitudes intelectivas: El potencial de aprendizaje de un alumno depende de sus habilidades mentales, es decir de su capacidad para pensar y saber. Estas están asociadas principalmente a la estructura mental, las funciones cognitivas, los procesos de pensamiento y las inteligencias múltiples.
- ✓ Aptitudes procedimentales: Son las manifestaciones del saber actuar y el saber hacer, están condicionadas por los métodos, técnicas, procesos y estrategias empleadas en el desempeño.
- ✓ Contenidos: Es todo lo que se puede aprender. La manera organizar estos contenidos en el proceso de enseñanza es una cuestión primordial para el aprendizaje. En la medida en que exista más coherencia entre ellos, los alumnos encontrarán las relaciones entre los mismos lo que a su vez aumentará su nivel de comprensión.

La comprensión de los conceptos determina el aprendizaje, su utilización en situaciones donde se ponen en juego la actitud y las aptitudes, genera un aprendizaje significativo. Se puede decir que, quién sabe actuar en una clase de situaciones, y lo hace bien, ha desarrollado la competencia en las mismas (Salas, 2005).

Resumiendo, el concepto más generalizado y aceptado de competencia es el de “saber hacer en un contexto”.

El “saber hacer”, lejos de entenderse como “hacer” a secas, requiere de conocimiento (teórico, práctico o teórico-práctico), afectividad, compromiso, cooperación y cumplimiento, todo lo cual se expresa en el desempeño, (Posada Álvarez, 2005).

5.5. Elementos para el cambio conceptual

Tal como señalan Sastre, Rey, Boubeé y Cañibano (2010) en que es necesario diseñar un nuevo modelo del proceso aprendizaje-enseñanza-evaluación por competencias, lo que obliga a replantear el currículo, la didáctica y la evaluación.

Esta tarea demanda un cambio en las concepciones y prácticas, de los responsables académicos, de los profesores y de los estudiantes.

Como señalan Villa y Poblete (2004), el planteamiento de la formación basada en competencias supone un cambio en el enfoque tradicional de la enseñanza - aprendizaje. En tal sentido, las universidades se dedicaban a formar buenos especialistas en las distintas disciplinas, mientras que ahora se deberían formar personas que adquirieran un nivel de desarrollo que les faculte para desarrollar una labor en línea con su preparación y expectativas, al tiempo que respondiendo a las necesidades de la sociedad.

5.5.1 Pasos para implementar el cambio

Posada Álvarez (2005) propone un procedimiento, ya sea para el diseño curricular fundamentado en competencias, es decir el macrodiseño de un plan de estudios, como para el microdiseño de una actividad académica (clase, práctica, laboratorio, etc.).

El procedimiento sugerido es el siguiente:

- Identificar el conjunto de competencias (centros de interés) en sus diferentes niveles (áreas, cursos y actividades, en sus diversos grados de amplitud y complejidad) que han de adquirir los futuros profesionales (perfil profesional).
- Establecer los logros esperados (objetivos) y los criterios de desempeño (indicadores).
- Determinar los conocimientos requeridos (disciplinas) y su aplicación.
- Organizar los conocimientos (que se debe saber) en áreas, ejes temáticos, núcleos, componentes, etc., según el enfoque curricular y el correspondiente plan.
- Determinar las estrategias pedagógicas y los medios didácticos (cómo enseñar y aprender), igual que las estrategias evaluativas (cómo y qué evidencias recoger sobre el desempeño del estudiante) apropiadas para obtener los logros esperados.

- Determinar los diversos cursos a desarrollar por parte de los profesores: contenidos, tiempos, pedagogías, estrategias evaluativas, tutorías, etc.
- Asignar los respectivos créditos a las áreas, los cursos, los períodos académicos y toda la carrera. Este procedimiento se desarrolla avanzando y retrocediendo, en diálogo entre uno y otro punto.

5.6. Las competencias de egreso del Ingeniero en la Argentina

Desde una visión más amplia, las instituciones de enseñanza de la ingeniería de Iberoamérica ASIBEI (Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería), coinciden en la necesidad de contar con lineamientos comunes regionales en cuanto a las competencias genéricas de egreso a lograr en los ingenieros graduados en los países de Iberoamérica.

En tal sentido, en la asamblea general de ASIBEI en la ciudad de Valparaíso, en el mes de noviembre de 2013, se llegó a un acuerdo respecto a las Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Iberoamericano y se denominó a dicho acto: Acuerdo de Valparaíso.

En nuestro país, el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI, 2013) integrante de ASIBEI, adhiere al acuerdo de Valparaíso y adopta las competencias establecidas en el Acuerdo de Valparaíso, como propias para el egreso del Ingeniero Argentino.

En los considerandos de esta propuesta, se acordó la conveniencia de no plantear una sumatoria extensa de competencias, ni tampoco demasiado detalladas, debido a que las mismas son capacidades integradas y complejas, por lo cual es pertinente un abordaje sintético desde la complejidad, para luego desagregar en niveles de componentes adecuados para una implementación curricular.

Por esto, se adoptó un esquema con diez competencias genéricas y dos niveles simples e integradores de capacidades. Las diez competencias genéricas de egreso del Ingeniero Iberoamericano propuestas por ASIBEI como orientación o *faro* para las instituciones de los países integrantes, se presentan en la Tabla 5.1:

Competencias Tecnológicas	
1	Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
2	Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
3	Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
4	Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la Ingeniería.
5	Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones Tecnológicas.
Competencias Sociales, Políticas y Actitudinales	
6	Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
7	Comunicarse con efectividad.
8	Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.
9	Aprender en forma continua y autónoma.
10	Actuar con espíritu emprendedor.

Tabla 5.1 Competencias genéricas adoptadas por ASIBEI

5.6.1. Las capacidades involucradas en las competencias particulares

Para cada una de las diez competencias genéricas acordadas, se estableció un listado de dos niveles de capacidades, involucradas en cada competencia,

El explicitación de las capacidades involucradas permite comprender y describir una competencia.

Para cada capacidad específica se establece un segundo nivel de especificación al proponer indicadores del tipo “ser capaz de” respecto de un conjunto de cuestiones prácticas.

En la Figura 5.3 se muestra la estructura de jerarquías para el desagregado de la competencia 1.

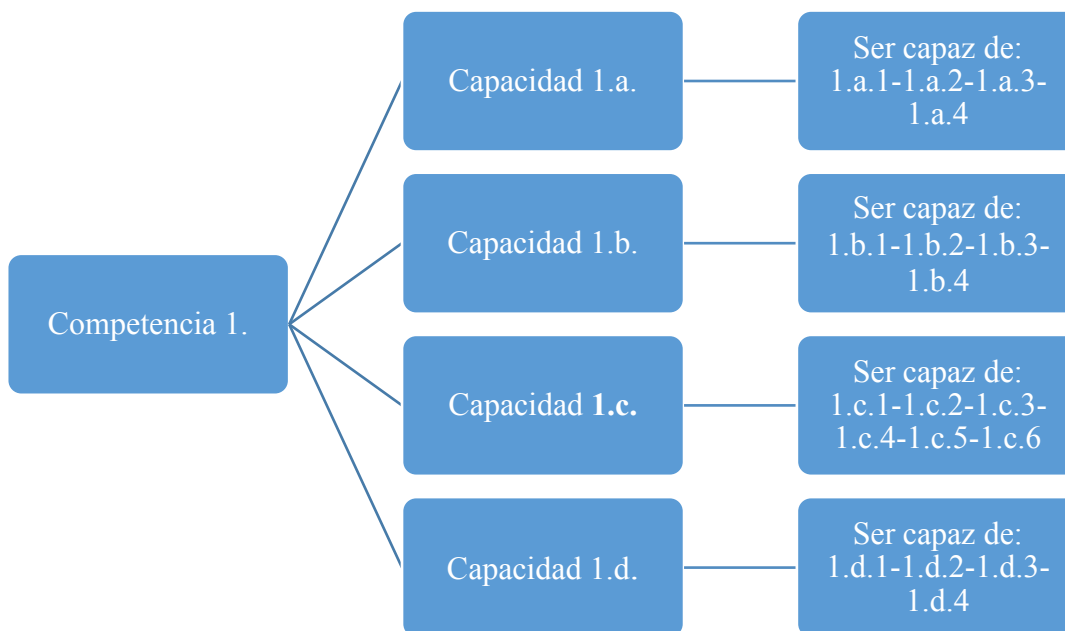


Figura 5.3 Niveles de jerarquías para la especificación de una competencia

En la Figura 5.4 se muestran las descripciones de las capacidades involucradas en la competencia 1.

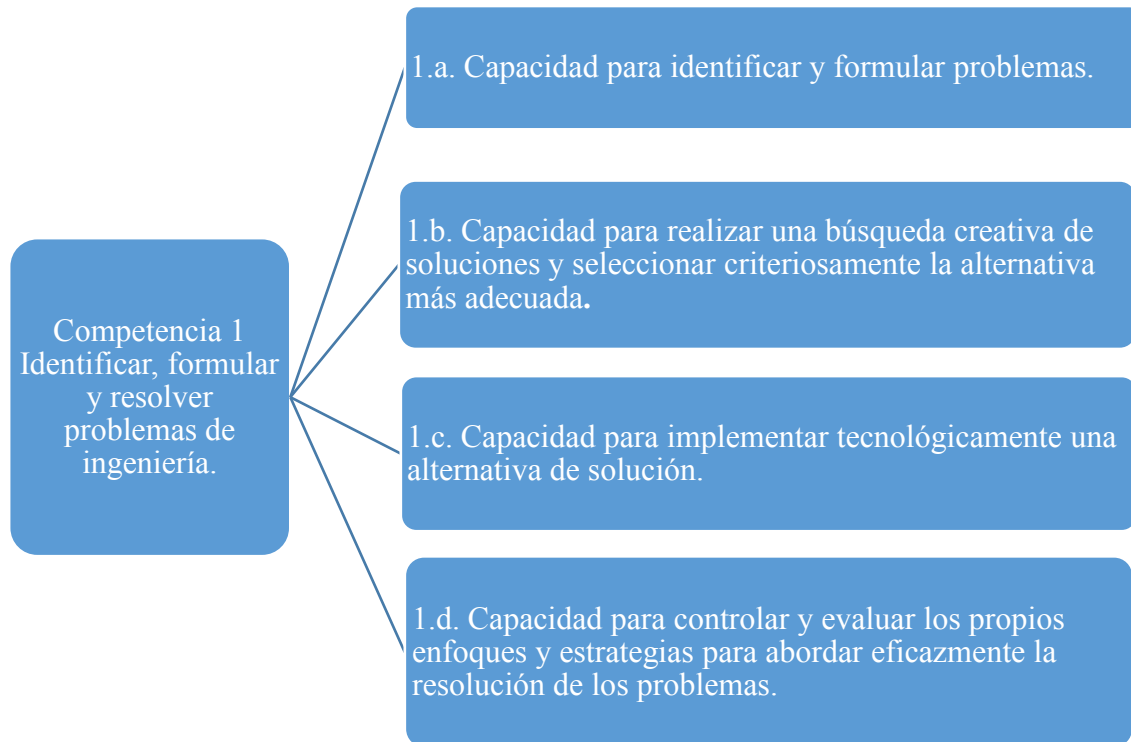


Figura 5.4 Capacidades involucradas en la primera competencia tecnológica

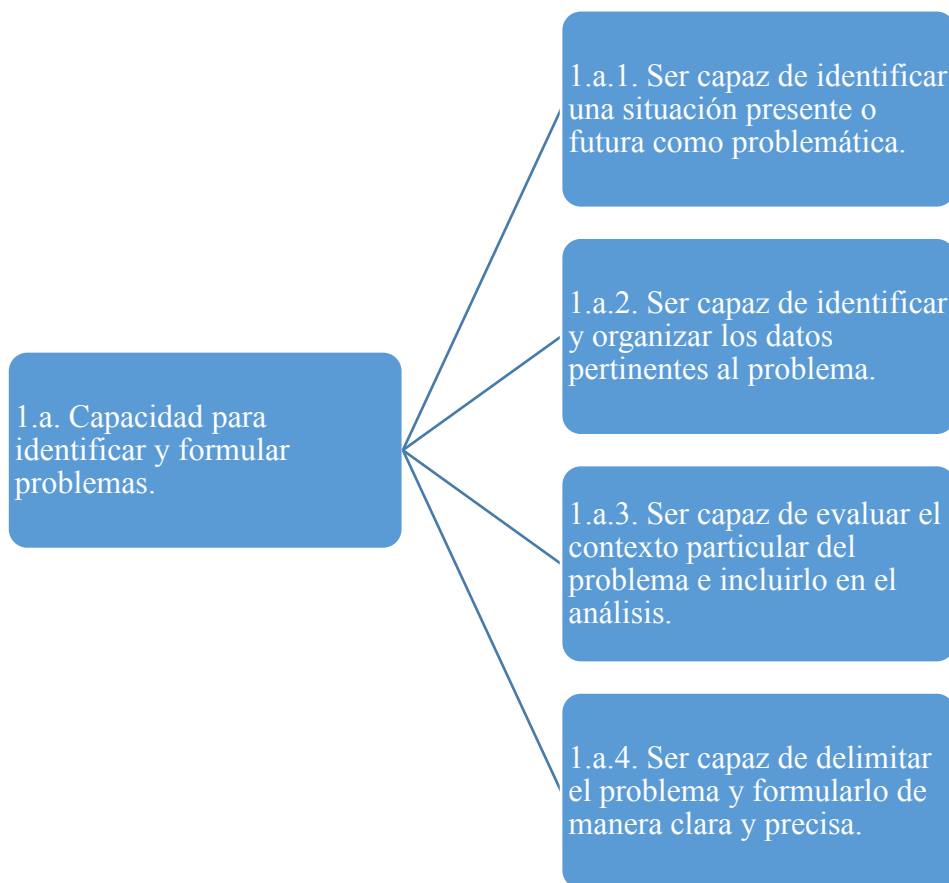


Figura 5.5 Sub-capacidades de la capacidad 1.a

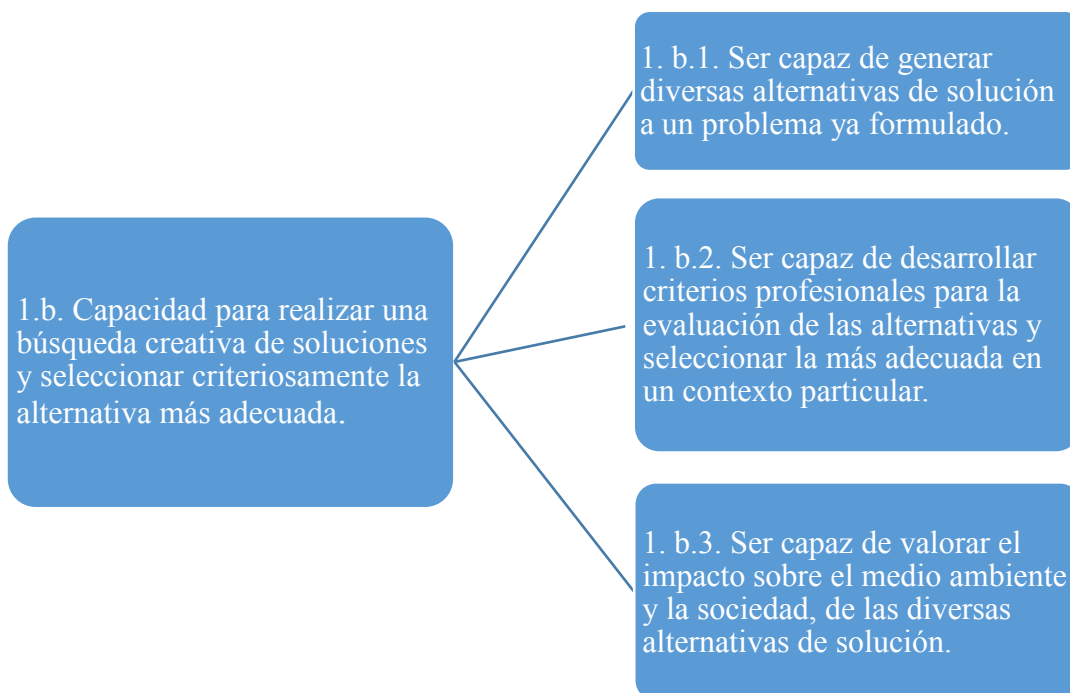


Figura 5.6 Sub-capacidades de la capacidad 1.b

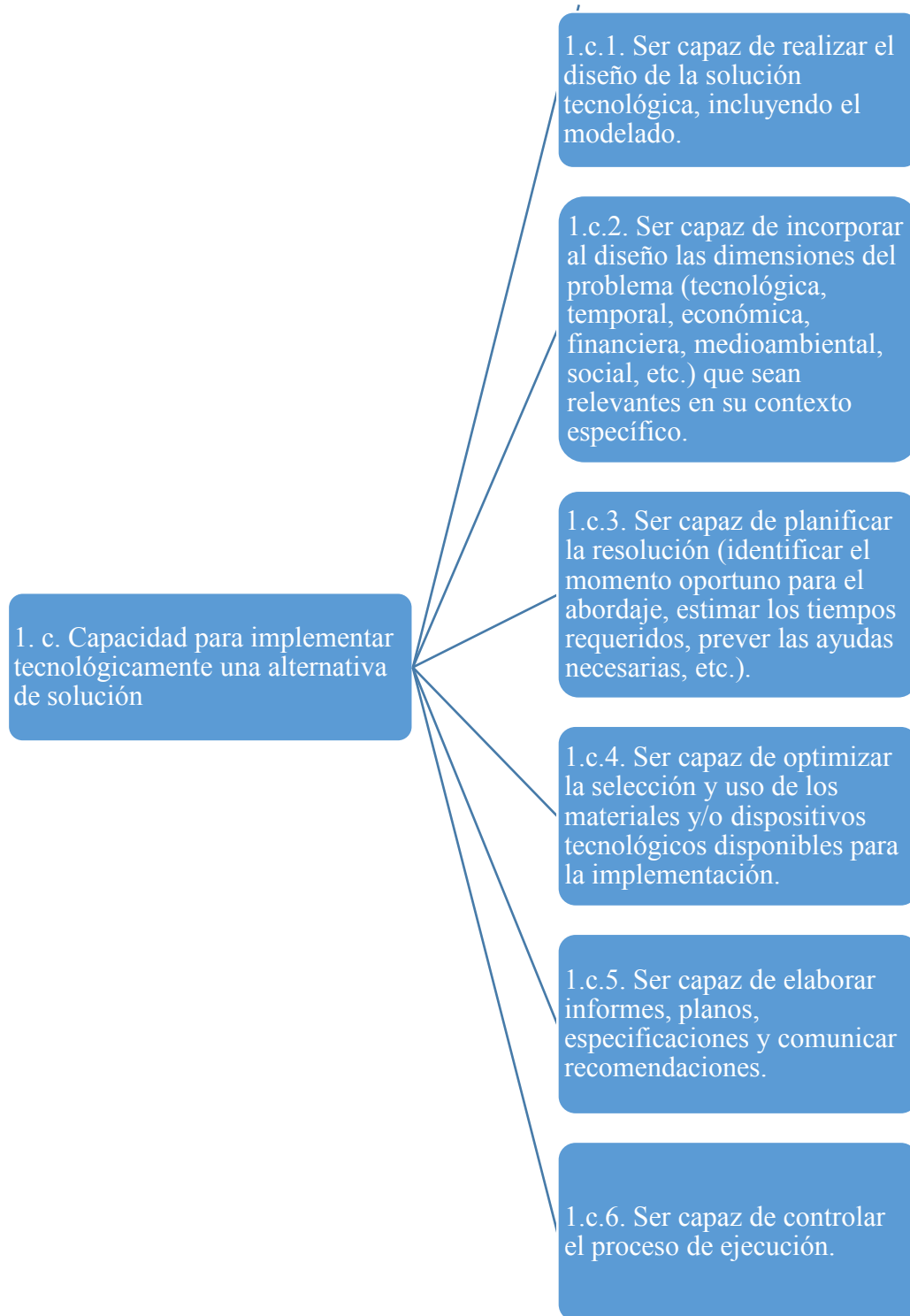


Figura 5.7 Sub-capacidades de la capacidad 1.c

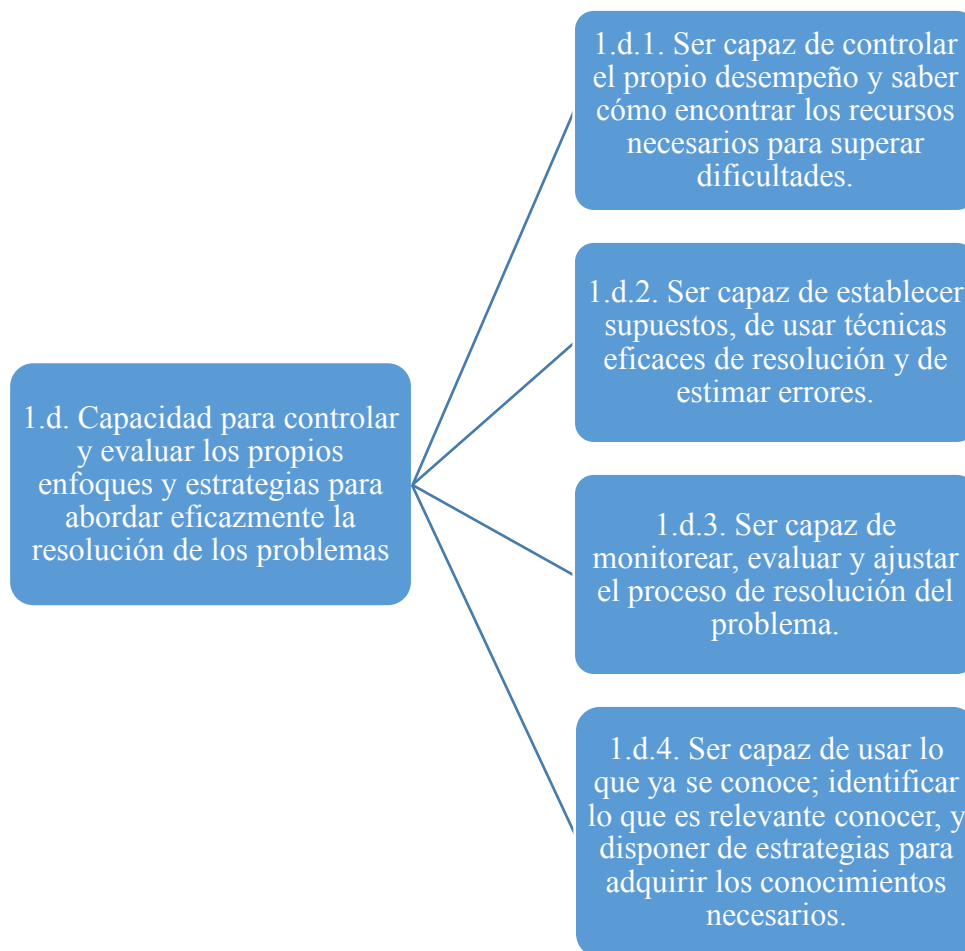


Figura 5.8 Sub-capacidades de la capacidad 1.d

5.7. La evaluación por competencias

La evaluación por competencias propone un cambio de enfoque respecto de la evaluación tradicional, pues pretende determinar las capacidades y aptitud adquiridas en el proceso de aprendizaje.

Coincidimos con Zabala y Arnau (2008) en que evaluar competencias es evaluar procesos en la resolución de situaciones problema.

De esta manera conocer el nivel de dominio de una competencia, desarrollada por un alumno es una tarea bastante compleja, ya que implica indagar capacidades a partir de situaciones problema que recreen contextos reales.

Massot y Feitshammel (2003) proponen, a modo de ejemplo, la siguiente situación:

La evaluación de las líneas de programación de un software complejo es prácticamente imposible (excepto para un experto de alto nivel) y de todas maneras no permite hacerse una representación del trabajo real que puede realizar dicho software.

Sólo cuando el software enfrenta a una tarea real, el evaluador puede hacerse una idea de su adecuación, rapidez, aplicabilidad y de esta forma tener indicios de la competencia en el tema del creador del software.

Este escenario implica la necesaria relación entre un desarrollo o desempeño elaborado por el alumno con una situación (problema o cuestión) de aplicación lo más real posible, de esta manera se puede observar si dispone y manifiesta las capacidades involucradas en una competencia. Si la confrontación con el ejercicio real no se produce, la competencia no es perceptible o no se pone a prueba. Sólo se manifiesta la competencia si se vincula a una situación. En este sentido, “un alumno que posee un determinado conocimiento y que ya ha realizado alguna actividad, hasta que no se enfrente a una situación académica o profesional determinada no revelará su nivel de competencia” (De Miguel Díaz, 2005, p.25).

Es decir, para la evaluación, es necesario diseñar una situación donde el alumno tenga que utilizar no sólo sus conocimientos, sino que además la misma propicie la exteriorización de un desempeño que permita la lectura de las capacidades involucradas en una competencia. Lussier y Allaire (2004) denominan a esta actividad: “situación para el desempeño auténtico”. En la Figura 5.9 adaptada de Massot y Feitshammel (2003), se esquematiza esta proposición:

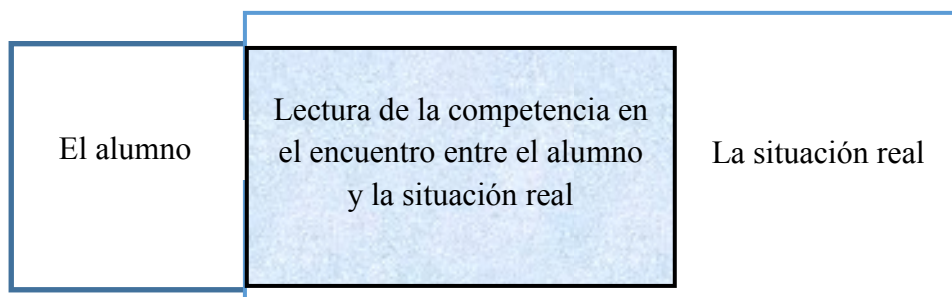


Figura 5.9 Esquema para la lectura de una competencia

5.7.1. Las situaciones que propician el desempeño auténtico

Como la competencia es un saber actuar complejo en situación, la evaluación de las competencias deberá realizarse en una situación lo más auténtica posible (Lussier y Allaire, 2004). Por situación auténtica, nos referimos a lo más cercana posible al contexto profesional en el que los alumnos podrán desempeñarse una vez que hayan finalizado sus estudios. Estas situaciones auténticas de evaluación permiten a los estudiantes comprometerse en la realización de una tarea completa, compleja y significativa (Fernández March, 2010). Si la confrontación con el ejercicio real no se produce, la competencia no es perceptible o no se pone a prueba. Sólo se manifiesta la competencia si se vincula a una situación. La situación de confrontación es, además, la intervención pedagógica que permitirá el desarrollo de desempeños tendientes a la consolidación de la competencia específica. En la figura 5.9 se propone confrontar al alumno con una situación que conduce a un desempeño auténtico, esta condición no solo sirve para poder observar desempeños específicos que permitan la formación de juicios de valor, sino que también es el escenario adecuado para la generación de esos desempeños.

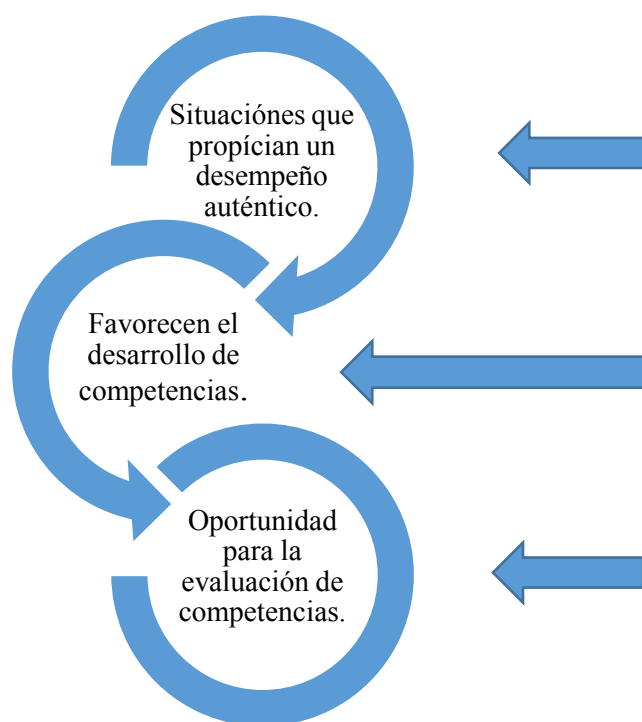


Figura 5.10 La situación para la evaluación de y para el desarrollo de competencias⁷³

⁷³ Adaptado de Villardón (2006).

En la Figura 5.10 se esquematiza el escenario donde la situación de desempeño auténtico se puede utilizar como un recurso pedagógico para la formación de capacidades y desempeños tendientes a la formación de la competencia además de una oportunidad para la evaluación de las capacidades esperadas (Villardón, 2006).

Como señala Villardón (2006) el enfoque de la evaluación como aprendizaje es un concepto que tiene amplio consenso (Harris, Salzman, Frantz, Newsome y Martín, 2000) y debe incluir:

- ✓ la observación del desempeño en un contexto adecuado.
- ✓ la valoración del desempeño basada en criterios.
- ✓ aportes al feedback con el alumnado.

5.7.2. Características de las situaciones para propiciar el desempeño auténtico

El desempeño auténtico es un comportamiento que se da si la situación reúne un conjunto de requisitos. Estas situaciones deben permitir ensayar *la realidad* compleja de la vida social y profesional (Wiggins, 1990).

En tal sentido, se pueden establecer los siguientes requisitos:

- Se requieren conocimientos previos.
- La situación debe generar la movilización estratégica de elementos: conocimientos, habilidades y actitudes.
- Se deben recrear situaciones veraces, con eventualidades fuera de previsión e interacción social.

En el ámbito de la formación tecnológica universitaria por competencias podemos idear múltiples escenarios para ensayar o recrear este tipo de situación.

Por ejemplo, las clases prácticas, pueden recrear situaciones veraces en distinto grado y con mayor o menor contenido de los componentes de una situación real.

En esta categoría podemos incluir a: prácticas de laboratorio, prácticas de campo, clases de problemas, prácticas con herramientas de informática, entre otras. Es evidente que la aproximación a una situación real estará dada por el diseño de la misma y los alcances

que pueden obtenerse de una situación acotada y que en realidad es una parte de una situación real ideal.

Otro escenario más cercano a la situación real es la práctica externa, que en general se refiere al conjunto de actuaciones que un estudiante realiza en un contexto natural relacionado con el ejercicio de una profesión.

Existen diferentes formas de prácticas externas. Las más conocidas se identifican como: prácticum y prácticas en empresas, prácticas profesionales supervisadas (Villa y Poblete, 2004).

Según Villa y Poblete (2004), estas prácticas persiguen como objetivo general integrar al estudiante en un contexto de aprendizaje situado en campos reales relacionados con la práctica del rol profesional a desempeñar. Con ello se trata de posibilitarle la adquisición de los conocimientos, información, habilidades y competencias necesarias para el ejercicio profesional en un determinado ámbito del mercado laboral.

5.8. Evaluación basada en competencias

El juicio consistente o razonable acerca de una competencia no es absoluto. McDonald, Boud, Francis y Gonczi (2000), proponen principios orientadores para ayudar a realizar los mismos:

- Usar los métodos de evaluación que son más adecuados para evaluar la competencia de manera integrada, es decir, hay que tener presente que una competencia incluye conocimiento, comprensión, resolución de problemas, habilidades técnicas, actitudes y ética.
- Seleccionar los métodos que sean más directos y relevantes para aquello que está siendo evaluado. Se debería asegurar que los esfuerzos de aprendizaje de los alumnos están dirigidos en el mismo sentido que los criterios que se usaran para la evaluación.
- Para inferir una competencia se requiere un conjunto de evidencias. Cuanto más amplio y apropiado sea éste, con más certeza se podrá determinar la competencia

Los elementos esenciales de una evaluación de competencias son el contexto, el estudiante, la autenticidad de la actividad y los indicadores, Villardón (2006) propone:

- Diseñar un contexto que refleje las condiciones bajo las cuales operará el desempeño.
- En el mismo el alumno debe actuar de forma eficaz con el conocimiento adquirido y producir resultados.
- La actividad debe implicar desafíos complejos, poco estructurados, que requieran juicio y un conjunto de tareas complejas. La evaluación debe estar integrada en la actividad.
- Las evidencias son las producciones que reflejan la existencia de aprendizaje. Se procura la validez y fiabilidad de estas evidencias con criterios adecuados para calificar la variedad de productos.

5.8.1. La rúbrica como instrumento para la evaluación de competencias

Las rúbricas o matrices de valoración se están utilizando desde hace 10 años como el instrumento para realizar una evaluación integral y formativa (Conde y Pozuelo, 2007) y como un recurso de orientación y evaluación de la práctica educativa (Moskal y Leydens, 2000).

Se define la rúbrica como un descriptor cualitativo que permite establecer la naturaleza de un desempeño (Simon, 2001).

La rúbrica como instrumento de medición establece criterios y estándares por niveles, mediante la construcción de escalas, que permiten establecer la calidad de la ejecución de una tarea específica (Vera Vélez, 2008)

Su utilización supone lograr una apreciación más justa e integral del desempeño de un alumno (Gulikers, 2006), porque reemplaza una evaluación que puede ser imprecisa, subjetiva y no constante por un conjunto de criterios concretos y graduados que hacen más certera la evaluación de desempeños que forman una competencia (Blanco, 2007).

Este diseño le permite al profesor especificar claramente que se espera del alumno al proporcionar los criterios con los que se va a calificar las competencias establecidas.

Goodrich Andrade (1997), integrante de la División “Psicología de la Educación y Metodología”, de la Universidad de Albany, es experta en el diseño y aplicación de rúbricas. La autora propone considerar cuatro aspectos de la misma:

- ✓ Es una herramienta valiosa, útil tanto para la valoración/evaluación como para la enseñanza. Permiten mejorar el desempeño de los estudiantes y facilitan su monitoreo. La razón es que hacen claras las expectativas de los docentes y muestran cómo se pueden alcanzar. Marcus comenta que a muchos alumnos no les gustan las rúbricas, porque, citando textualmente a uno de ellos, “si hago algo mal, el maestro me puede demostrar que yo sí sabía lo que tenía que hacer” (como se citó, en Goodrich Andrade, 1997, p.161).
- ✓ Permite que los estudiantes ser más conscientes de la calidad de su trabajo y el de sus compañeros. Son herramientas útiles para el proceso de auto evaluación y para la evaluación entre pares. Les permiten desarrollar una visión crítica y responsable hacia el trabajo evaluado.
- ✓ Reduce el tiempo destinado al proceso de evaluación. Además, le brinda información certera al estudiante respecto de sus fortalezas y deficiencias y no se requiere de más explicaciones.
- ✓ Permite “acomodar” en un único instrumento valoraciones para un grupo de estudiantes que se sabe son heterogéneos.

En esa línea, López García (2007) resume las características y cualidades de la rúbrica:

- ✓ Es una herramienta completa para la evaluación/valoración
- ✓ Promueve una actitud proactiva en el aprendizaje de los estudiantes, pues clarifica los objetivos pretendidos por la actividad evaluada.
- ✓ Obliga al docente a determinar de manera específica los criterios y su ponderación de los aspectos a evaluar.
- ✓ Los estudiantes conocen los criterios de evaluación.
- ✓ Le permite al estudiante revisar su trabajo y controlarlo antes de entregarlo.

- ✓ El estudiante ve claramente sus falencias y fortalezas generando una retroalimentación de forma automática.
- ✓ El docente dispone de información de control respecto de la efectividad de su proceso de enseñanza.
- ✓ Reduce incuestionablemente la subjetividad de la evaluación.
- ✓ Provee de criterios de evaluación que no se modifican por los resultados que se van obteniendo.
- ✓ Es fácil de utilizar y explicar.

Evaluar con rúbricas obliga a reflexionar sobre las propuestas didácticas y las situaciones que influyen en el desempeño por competencias.

Siguiendo esta lógica, las rúbricas posibilitan contrastar una autoevaluación con una evaluación externa, promueven el diálogo y la reflexión, hacen explícitos elementos y significados relacionados con desempeños, permiten detectar áreas de fortaleza, así como determinar los problemas que requieren mayor atención (Gómez, Patiño, Tablas y López, 2009).

Múltiples líneas de investigación pretenden fundamentar la creencia de que el uso de rúbricas promueve un aprendizaje de mayor calidad (Andrade y Du, 2005; Andrade, Du y Micek, 2010; Kocakula, 2010; Popham, 1997) y si facilita la autoevaluación y heteroevaluación de las elaboraciones de los estudiantes (Andrade, 2001; Baron y Keller, 2003; Cho, Schunn y Wilson, 2006; Magin y Helmore, 2001; Schafer, Swanson, Bené y Newberry, 2001).

García-Ros (2011) efectúa un análisis de estos trabajos y concluye que las rúbricas promueven un aprendizaje de mayor calidad al hacer explícitos los criterios de bondad en la elaboración de proyectos y permitirles a los estudiantes focalizar la atención en los mismos, facilitando además la autoevaluación. Además, se ha reafirmado su utilidad para ofrecer al profesor juicios más válidos sobre el nivel de adquisición de competencias complejas.

Por otra parte, Urbieta, Garayalde y Losada Iglesias (2011), señalan que se verifica un uso creciente en la utilización de las rúbricas resaltando las características de aplicabilidad tanto en tareas presenciales como en actividades no presenciales en entornos virtuales

5.8.2. Tipos y usos de las rúbricas

Fernández March (2010), propone de un modo resumido las características generales de este instrumento (ver Tabla 5.2):

Propósitos	Evaluar ensayos, trabajos individuales, actividades grupales breves, proyectos amplios, presentaciones orales, desempeños particulares y globales.
Áreas	Técnicas, científicas o humanidades.
Oportunidad	En función del objetivo de la evaluación y de la tarea de aprendizaje propuesta.
Tipos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estructura o grado de formalidad: analíticas y holísticas. ✓ Temática: genéricas (competencias genéricas o transversales) y específicas de dominio de materias o tareas. ✓ Amplitud: componentes de la competencia o competencia en su conjunto.
Usos	Observación, evaluación, autoevaluación, evaluación de pares, etc.

Tabla 5.2 Características generales de la rúbrica⁷⁴

Respecto de la estructura o grado de formalidad, podemos ampliar la descripción, siguiendo a López García (2007):

- Rúbrica holística, comprehensiva o global: considera el desempeño del alumno como una totalidad, comparándolo con criterios preestablecidos respecto de un proceso o producto y no juzgando las partes que lo componen. Es ideal para procesos de creación donde no hay una respuesta única y se ponen en evidencia las habilidades del alumno.
- Rúbrica analítica: desmenuza el desarrollo o procedimientos y se evalúan las partes por separado. Posteriormente se ponderan todos los aspectos parciales para obtener una calificación final.

⁷⁴ Adaptado de Fernández March (2010).

5.8.3. Diseño de una rúbrica

En los apartados anteriores se efectuó una descripción cualitativa de la rúbrica, en este vamos a establecer un procedimiento para su diseño. Tomamos como ejemplo la experiencia desarrollada por la Ball State University (2001)⁷⁵ para su carrera de Profesorado en Educación (Villardón, 2006).

En principio se tienen que tener en claro las competencias que se quieren evaluar, en tal sentido la mencionada Universidad estableció las competencias del egresado de la carrera de Profesorado en Educación, en la Figura 5.11 se muestran algunas de ellas.

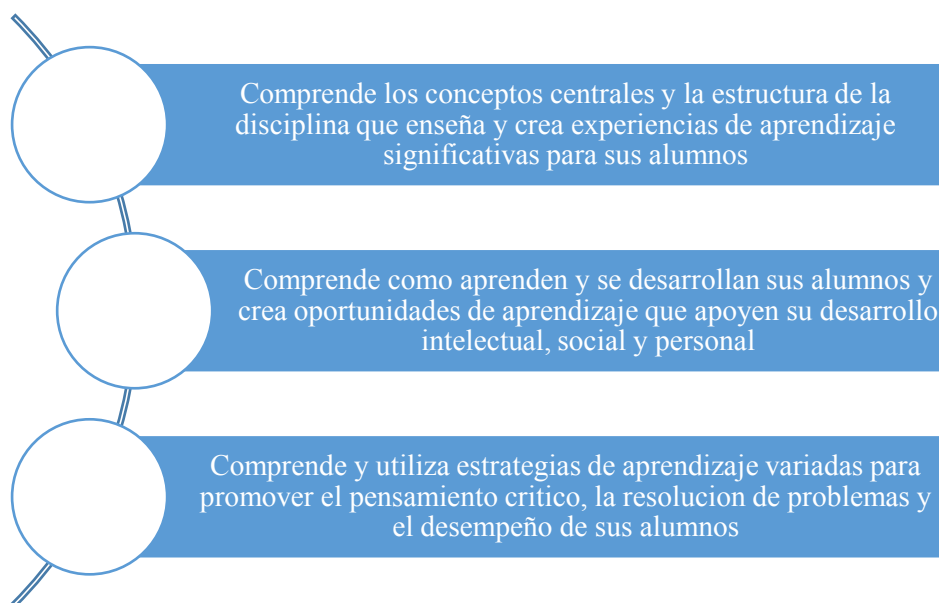


Figura 5.11 Algunas competencias para la titulación del Profesorado en Educación⁷⁶

El objetivo de este ejemplo es realizar el diseño de una rúbrica para evaluar el grado de apropiación que tiene un egresado de la competencia:

- Comprender los conceptos centrales y la estructura de la disciplina que enseña y crea experiencias de aprendizaje significativas para sus alumnas

⁷⁵ Universidad Estatal Ball. Indiana, EEUU.

⁷⁶ Adaptado de Villardón (2006).

El primer paso es establecer que criterios, desempeños o indicadores de logro pueden hacer manifiesta esta competencia. Debe enunciarse de qué manera, en base a qué, se colectarán las evidencias para confirmar su existencia y en qué grado.

Se debe identificar qué tipo de razonamiento y/o capacidad implica cada determinación de un resultado (Villardón, 2006).

Villardón (2006) propone algunas recomendaciones para definir estos aspectos:

- ✓ Analizar qué tipo de funciones cognitivas y/o recursos adquiridos se quieren implicar en una tarea.
- ✓ Establecer los parámetros del desempeño excelente para la resolución de una tarea y en consecuencia crear una graduación de niveles de logro de desempeño aceptables.
- ✓ Tareas con estrategias metacognitivas⁷⁷ favorecen el uso consciente de la regulación del propio aprendizaje y mejoran el rendimiento del desempeño Kincannon, Gleber y Kim (como se citó en Villardón, 2006).
- ✓ Una capacidad debe ser contrastada en más de una evidencia, esto fortalecerá su validez y fiabilidad.

Siguiendo con el ejemplo, se pueden establecer algunos criterios o indicadores de logro que hacen manifiesta esta competencia:

Competencia



Indicadores de logro



⁷⁷ Meta cognición es la capacidad de autorregular los procesos de aprendizaje.

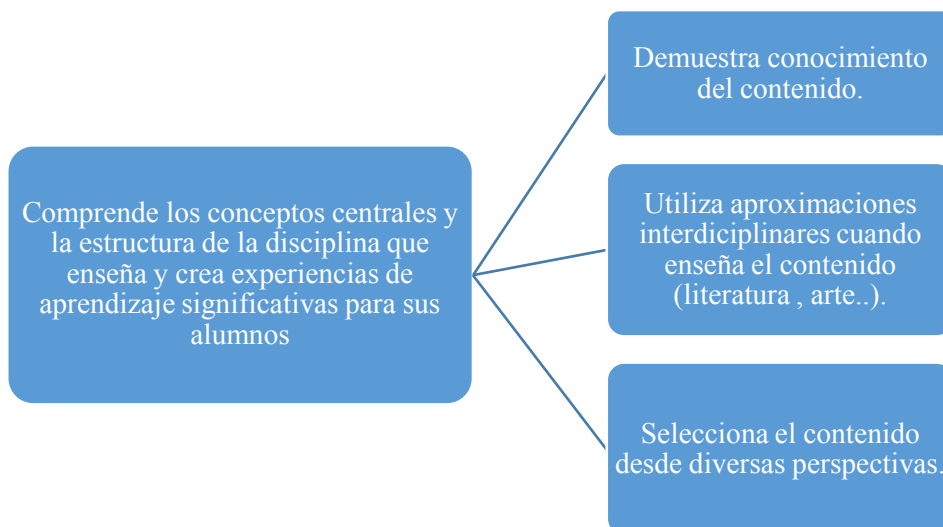


Figura 5.12 Criterios o indicadores de logro para una competencia⁷⁸

Se han establecido tres indicadores de logro Figura 5.12, es necesario en este punto determinar que fuentes de información se van a utilizar para hacer la lectura de las evidencias respecto de la presencia de los mismos. En la Tabla 5.3 se presenta un listado de actitudes, actividades, materiales, planificación, comportamiento, etc., todas cuestiones observables que permiten la lectura de evidencias conducentes a determinar la presencia de los criterios de logro.

COMPETENCIA	
El estudiante comprende los conceptos centrales y la estructura de la disciplina que enseña y crea experiencias de aprendizaje significativas para sus alumnos	
INDICADORES DE LOGRO	ACTIVIDADES QUE PERMITEN INFERIR LOGROS ESPECÍFICOS
Conocimientos del contenido	Referencias utilizadas en la planificación del tema. Búsquedas realizadas para la preparación del tema. Tema desarrollado por escrito.
Utilización de aproximaciones interdisciplinarias cuando enseña el contenido (literatura, arte,)	Planificación del tema. Referencias o feedback de personas de otras disciplinas.

⁷⁸ Adaptado de Villardón (2006).

	Trabajo de los estudiantes con una perspectiva interdisciplinar.
Selección del contenido desde diversas perspectivas	Material utilizado (temas y planificación escrita). Selección de materiales que incorporan imagen positiva de cualquier grupo étnico o social. Reflexiones realizadas por el estudiante. Selección de materiales para romper estereotipos. Video de la clase grabado en el aula.

Tabla 5.3 Actividades para inferir indicadores de logro⁷⁹

Finalmente, mediante el análisis de la información observable en la realización de las actividades, se puede determinar una graduación en el cumplimiento de un logro.

Por ejemplo, se pueden establecer cuatro niveles para graduar el cumplimiento de un logro y esto se repite para todos los logros. Estos niveles se pueden establecer de manera cualitativa o cuantitativa.

Para este ejemplo utilizaremos estos cuatro niveles de cumplimiento: Insuficiente, Suficiente, Notable y Sobresaliente.

Cada uno de esos niveles debe estar perfectamente definido, es decir no debe haber ambigüedad entre la descripción, por ejemplo, del nivel notable y del sobresaliente.

En la Figura 5.13 ejemplificamos este proceso para uno de los logros.

Graduación para el cumplimiento del logro: **Conocimiento del contenido**

⁷⁹ Adaptado de Villardón (2006).

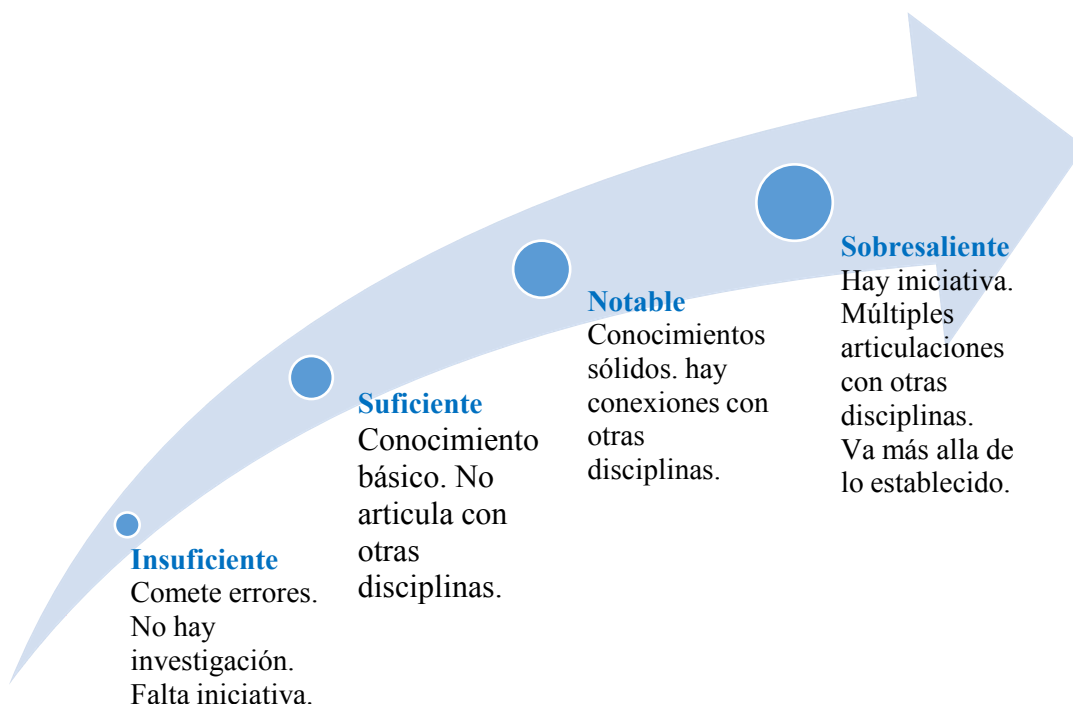


Figura 5.13 Descripción de los niveles de cumplimiento de un logro

Este procedimiento de descripción para los niveles de logro se debe realizar para todos los logros.

A esta altura y sin completar el proceso, podemos ver en la Tabla 5.4 el aspecto que tendrá la rúbrica de evaluación para la competencia específica.

COMPETENCIA: El estudiante comprende los conceptos centrales y la estructura de la disciplina que enseña y crea experiencias de aprendizaje significativas para sus alumnos				
Indicadores de LOGRO	Nivel de cumplimiento			
	Sobresaliente	Notable	Suficiente	Insuficiente
Conocimientos del contenido	Toma la iniciativa para localizar y enseñar información más allá del texto establecido	Muestra un conocimiento sólido y hace conexiones con otras disciplinas	Muestra un conocimiento básico y no articula conexiones con otras disciplinas	Comete errores, no tiene iniciativa para investigar sobre el contenido
Utilización de	Descripción	Descripción	Descripción	Descripción

aproximaciones interdisciplinarias cuando enseña el contenido (literatura, arte,)				
Selección del contenido desde diversas perspectivas	Descripción	Descripción	Descripción	Descripción

Tabla 5.4 Aspecto de la rúbrica en proceso de diseño

En la Tabla 5.4 vemos que la rúbrica es una tabla que permite presentar el contenido de manera organizada facilitando visualizar rápidamente la descripción del nivel o grado de cumplimiento de cada logro para poder inferir una competencia.

Proponemos a continuación una explicación simple y genérica de la estructura de una rúbrica, proporcionada por López García (2007).

Criterios o indicadores de logro	Escala de valoración
Indicador 1	Descripción detallada de cada grado de la escala de valoración y para de cada logro.
Indicador 2	
Indicador n	

Tabla 5.5 Partes de una rúbrica

Existe abundante bibliografía respecto del diseño de rúbricas y aún más, hay sitios web, por ejemplo, Rubistar⁸⁰ que proveen de una plantilla genérica ya adaptada a la disciplina a evaluar (o cercana a la misma), como referencia para clarificar ideas y acelerar el proceso de diseño particular.

CAPITULO 6. ESTUDIO DE LA VALIDEZ Y LA CONFIABILIDAD DE UN INSTRUMENTO DE EVALUACION DE COMPETENCIAS

6.1. Introducción

La evaluación de competencias implica cuantificar el nivel de logro de la competencia mediante evidencias de desempeños a partir de los cuales se infiere la competencia (Méndez, 2009).

Entonces, si la competencia es el resultado de movilizar recursos mediante operaciones cognitivas complejas, la evaluación de la misma, implica el poder observar esa movilización expresada en desempeños (Marín, Guzmán y Castro, 2012)

⁸⁰ <http://rubistar.4teachers.org/index.php?skin=es&lang=es>.

En el Capítulo 5 de esta tesis se desarrolló el tema de las competencias y su evaluación, en particular se propone la rúbrica como un instrumento adecuado a tal efecto.

En particular en el apartado 5.7.2. se estableció que esta elección implica que la evaluación de las competencias se realizará a partir de la observación de la multiplicidad de desempeños que se dan en contextos de interacción pedagógica que propician el desempeño auténtico.

Es inherente a este proceso, que la selección de los desempeños y los métodos de su observación resultan los aspectos claves para el diseño del instrumento de evaluación, sea este la rúbrica u otro.

Investigaciones en el campo del aprendizaje y la evaluación educativa (Snyder, 1971; Miller y Parlett, 1974) arrojaron resultados sorprendentes, lo que más influía en el aprendizaje no era la enseñanza, sino la evaluación. Las actividades y el comportamiento de los estudiantes estaban determinados por como percibían las exigencias de la evaluación (Fernández March, 2010).

En el campo educativo siempre existirá la separación entre la medida y lo que se pretende medir. Si se acepta que medir es asignar números a objetos fenómenos o relaciones conforme a reglas (Stevens, 1951) lo que se debe procurar es reducir la distancia entre la asignación de un número y lo que este representa y esto solo se logra cuando la medición se integra en la teoría. (Tourón, 1989).

La evaluación es una medición, porque tiene la intención de determinar el valor o mérito o de algo en función de criterios respecto a un conjunto de normas. Como tal debería cumplir con requisitos tales como reproducibilidad, utilidad y validez (Lamprea y Gómez Restrepo, 2007).

En vista de lo anterior y para un instrumento de evaluación específico, hay que plantear las siguientes cuestiones:

- ✓ ¿Es lo suficientemente fiable?
- ✓ ¿Está basado en evidencias válidas?
- ✓ ¿Los juicios de valoración son objetivos y repetibles?

Todas estas características y cualidades implican que el instrumento cumpla con los requisitos de validez y confiabilidad.

Tanto la validez como la confiabilidad, no son características en sí de un instrumento de evaluación, más bien, es una característica que se aplica a los resultados de un instrumento de evaluación (Cizek, Germuth y Schmid, 2011).

6.2. Confiabilidad

De acuerdo con la definición de los Standards for Educational and Psychological Testing⁸¹, la confiabilidad de una evaluación es “el grado con el cual los resultados de una prueba en un grupo de sustentantes son consistentes al repetir su aplicación” como herramienta de medida y “el grado con el cual los resultados de la prueba están libres de errores de medición” (como se citó en Cizek, Germuth y Schmid, L. 2011, p.10).

La confiabilidad de un instrumento indica la exactitud con que los conjuntos de ítems miden lo que tendrían que medir, Ebel (como se citó en Corral, 2009) y se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto produce resultados iguales (Hernández Sampieri, Fernández, Baptista, 2003).

6.2.1. Estimación de la Confiabilidad

La confiabilidad tiene que ver con la exactitud y precisión del procedimiento de medición. Los coeficientes de confiabilidad proporcionan una indicación de la extensión en que una medida es consistente y reproducible (Corral, 2009).

Así, la confiabilidad se refiere a los datos o resultados de un instrumento de evaluación, más que al instrumento en sí. Es esencial investigar la confiabilidad de los resultados de un instrumento de evaluación para obtener información sobre qué tanto un resultado individual puede considerarse una buena estimación del conocimiento, habilidad o actitud del evaluado.

La confiabilidad puede calcularse de diferentes formas, dependiendo de la naturaleza de la evidencia de confiabilidad deseada (Cizek, Germuth y Schmid, 2011), en tal sentido proponen los siguientes tipos de confiabilidad:

⁸¹ American Educational Research Association, American Psychological Association, National Council on Measurement in Education. Standards for educational and psychological testing. Washington, DC: American Educational Research Association, 1999. <http://www.aera.net/>.

- Una estimación de la confiabilidad es el denominado coeficiente de estabilidad, también conocido como confiabilidad prueba-reprueba. Es la correlación entre los resultados de la aplicación de la misma prueba en ocasiones diferentes. Es un indicador de qué tan estables son las medidas en un periodo de tiempo. Este método tiene un inconveniente, el resultado de la segunda prueba puede verse afectado por el recuerdo de la primera. Este procedimiento no es adecuado para aplicarlo a pruebas de conocimientos sino para la medición de aptitudes físicas, atléticas, y test de personalidad (Corral, 2009).
- Otra estimación de la confiabilidad es el coeficiente de equivalencia o confiabilidad de formas paralelas. Es un indicador del grado con el cual los resultados obtenidos en dos formas de una prueba pueden ser intercambiables.
- Una tercera estimación está relacionada con las dos anteriores y es el coeficiente de estabilidad y equivalencia, que representa qué tanto dos formas de una prueba pueden ser intercambiables y ser estables en un periodo de tiempo.

Otra perspectiva sobre la confiabilidad está relacionada con el aspecto que involucra la variabilidad en los resultados obtenidos con un mismo instrumento debido a las variaciones en los juicios de los evaluadores, al desempeño de los estudiantes o a las características de las tareas involucradas en la evaluación (Ciudad y Valverde, 2014). Podríamos decir que es un estudio centrado en la persistencia de los criterios y cualidades del evaluador.

En tal sentido Reddy y Andrade (2010) proponen un estudio de fiabilidad centrado en el evaluador. Se refiere a la correlación y consistencia de los resultados que son obtenidos al utilizar un mismo instrumento por:

- ✓ El mismo evaluador en tiempos diferidos, método intra-jueces
- ✓ Dos evaluadores independientes, método inter-jueces

Anguiano y Velasco (2012) describen un caso de aplicación para establecer la confiabilidad entre jueces. Se convocan varios evaluadores y se hacen todas las combinaciones posibles entre ellos, para que posteriormente se pueda comparar la evaluación de cada uno con las de los otros evaluadores.

Finalmente se efectúan estimaciones de consenso para determinar el grado de confiabilidad entre jueces. Siguiendo a Stemler se fija el 70% como límite de confiabilidad por consenso (como se citó en Anguiano y Velazco, 2011, p.11).

6.3. Validez

De acuerdo con la definición de los Standards for Educational and Psychological Testing, la validez de una evaluación es “el grado con el cual la evidencia y la teoría apoyan la interpretación de los resultados de una prueba como útiles para lograr su propósito” (como se citó en Cizek, Germuth y Schmid, L. 2011, p.13).

La validez indica la capacidad del instrumento para medir lo que se pretende cuantificar, se refiere al grado de confianza que se tiene de que la medición corresponde a la realidad del fenómeno que se está midiendo (Corral, 2009).

Ebel (como se cita en Corral, 2009, p. 230) establece que validez “...designa la coherencia con que unos conjuntos de puntajes de una prueba miden aquello que deben medir”.

La validez de un instrumento de evaluación consiste en determinar en qué grado podemos afirmar que mide lo que tiene que medir, es decir que tan auténtico es (Corral, 2009).

6.3.1. Estimación de la Validez

Kerlinger, sostiene que el tema de la validez es complejo, controvertido y peculiarmente importante en la investigación. Mientras que es posible estudiar la fiabilidad de un instrumento de medida sin preguntarse por la naturaleza de lo que el instrumento mide, no es posible estudiar la validez sin preguntarse por el significado de lo medido (como se cita en Touron, 1989).

La validez está relacionada con las inferencias que se pretenden hacer a partir de los resultados del examen. Por ello las inferencias que se harán deben estar claramente

expresadas. Se debe proveer evidencia de validez para cada inferencia que se pretende hacer (Cizek, Germuth y Schmid, L. 2011, p.13).

En tal sentido estos autores efectúan las siguientes puntualizaciones:

- ✓ La validez es un concepto unitario: toda la evidencia de validez apoya las inferencias que se pretenden hacer de los resultados del instrumento de evaluación.
- ✓ La validez no es una condición de todo o nada, es más bien una cuestión de grado. Las evaluaciones y juicios sobre la validez de un instrumento de evaluación deben basarse en la acumulación de evidencia para una interpretación pretendida.
- ✓ La validez debe considerarse una condición en permanente construcción, continuamente evaluada y mejorada.

Para estimar la validez es necesario conocer sin lugar a dudas qué rasgo o característica se desea estudiar y se lo denomina variable criterio.

En la evaluación de competencias, a estos criterios también se los denominan indicadores de desempeño.

Al respecto, Ruiz Bolívar (2002) resume que el interés está en saber que tan bien podemos establecer la posición de un individuo en la distribución de puntajes, respecto del continuo que representa la variable criterio, que es en este caso el dominio de una competencia.

6.4. Tipos de validez

En la investigación educativa la validez se concibe como juicio evaluativo y por consiguiente, no es visto como una propiedad del instrumento de evaluación como tal, sino más bien en función de la interpretación de los resultados (Ciudad y Valverde, 2014).

En apariencia la validez es un concepto sencillo, sin embargo, en la práctica resulta muy controvertido y ha suscitado polémicas entre expertos (Tourón, 1989).

En tal sentido es conocida la controversia entre Ebel y Cronbach sobre el énfasis que el primero dice que hay que dar a la validez lógica o intrínseca, mientras que Cronbach

insiste en la necesidad de ahondar en la validez de constructo, con las oportunas pruebas experimentales (como se cita en Touron, 1989).

En Tourón (1989) encontramos una breve referencia respecto de otras posturas respecto del concepto de validez, por ejemplo: Nunnally (1978), señala que se le otorga a la validez excesivos significados que es preciso diferenciar adecuadamente. Brinberg y Mac Grath (1982) enumeran 10 términos distintos de uso frecuente y distinguen 15 enfoques para el estudio de la validez. Messick (1980) enumera 17 términos, y en torno a los años setenta ya se podían encontrar hasta 40 términos sobre validez en la literatura. Una alternativa posible para fijar un punto de partida en el concepto de validez es acudir a las definiciones establecidas en los estándares para la elaboración de test que propicia la American Psychological Association⁸² (APA).

En las primeras publicaciones de esta Asociación se propone considerar los siguientes tipos de validez: la validez de contenido, de criterio (concurrente y predictiva) y de constructo (como se cita en Touron, 1989).

6.4.1. Validez de contenido

Según APA la validez de contenido, también denominada curricular, lógica o intrínseca, se refiere a la relevancia y representatividad del conjunto de ítems de un instrumento respecto a un universo temático previamente definido.

Se refiere al grado en que un instrumento de evaluación representa el dominio del contenido de lo que se quiere medir, trata de determinar si un desempeño es y en qué medida, representativo de lo que representa (Corral, 2009).

La validez de contenido no resulta de una determinación intrínseca del instrumento, sino que más bien, es una cuestión de consenso de juicio.

Este consenso se estima de manera subjetiva o intersubjetiva, usualmente mediante el denominado *Juicio de Expertos*.

Este procedimiento inicial, permite obtener estimaciones razonablemente buenas. Estas determinaciones no son absolutas, se pueden posteriormente confirmar o modificar en función de la información que se va recopilando a lo largo del tiempo en que se aplica el instrumento.

⁸² Asociación Estadounidense de Psicología, <http://www.apa.org/>.

Siguiendo a Escobar y Cuervo (2008), el Juicio de Expertos se define como la interpretación de la opinión de personas con trayectoria en el tema. Estas personas son reconocidos expertos cualificados que pueden dar evidencia, juicios y valoraciones.

Toda esta información aportada por los expertos será interpretada por distintos métodos e instancias según se establezca en el procedimiento de realización del juicio.

Mengual (2011) define que el experto es un individuo que es capaz de efectuar valoraciones fiables sobre una cuestión particular y al mismo tiempo tiene la capacidad de poder hacer recomendaciones.

En el Juicio de Expertos, la participación de los integrantes por lo general no coincide en el mismo tiempo y espacio. Hay un administrador del procedimiento que recopila los juicios individuales y efectúa la correlación de los mismos para obtener una conclusión respecto de todas las cuestiones consultadas.

a.1) Selección de expertos

Los criterios que se pueden utilizar para la selección de los expertos son diversos, algunos de ellos pueden ser, según García y Fernández (2008):

- Vinculación del experto con la problemática específica;
- Experiencia profesional;
- Cualidades personales para participar en investigaciones;
- Pericia profesional.

Por otra parte, Cabero y Barroso (2013) proponen que la selección de jueces se realice a través del coeficiente de competencia experta o el *coeficiente k* de los candidatos. Este coeficiente se calcula a partir de la autovaloración realizada por la persona para determinar su competencia experta en la materia y se obtiene como el promedio de otros dos coeficientes.

Específicamente se calcula en base a un “coeficiente de conocimiento” que tiene el experto o juez sobre un tema o un problema y un “coeficiente de argumentación” que se obtiene a partir de la asignación de una serie de puntuaciones a diferentes fuentes de argumentación que ha podido esgrimir el experto (Cabero y Llorente, 2013).

Cabero y Barroso (2013), tratan el tema y citan el trabajo de Abdolhammadi y Shanteau (1992) como uno de los más completos en cuanto a las cualidades y características que deben poseer los posibles jueces.

a.2) Número de expertos

Otro tema importante en el juicio de expertos, es la cantidad de expertos necesarios para llevar a cabo el estudio. No hay acuerdo unánime en el número (Williams & Webb, 1994; Powell, 2003). De todas maneras Cabero y Barroso (2013) efectuaron un relevamiento bibliográfico respecto del tema y se encontraron con diferentes propuestas, como la de Malla y Zabala (1978) que nos sugieren que su número debe oscilar entre 15 y 20; la de Gordon (1994) que los sitúa entre 15-35; la de Landeta (2002) que indica que deben estar comprendido entre 7 y 30; García y Fernández (2008) para quienes el intervalo debe situarse entre 15 y 25; o la propuesta realizada por Witkin y Altschuld (1995) quienes no señalan un número concreto, pero sí nos llaman la atención de que debe ser menor que 50, reconociendo que en algunos casos pueden ser mayor.

Cabero y Barroso (2013, p. 28) señalan que en la práctica la elección del número de expertos depende a veces de otros aspectos tales como:

- ✓ La disponibilidad de expertos claramente calificados en la temática del estudio.
- ✓ Considerar la posibilidad de pérdida de algunos jueces ante las dobles o triples vueltas de evaluación que requieren algunos estudios.
- ✓ El volumen de trabajo que podamos manejar.
- ✓ La accesibilidad de los expertos.
- ✓ La rapidez de procesamiento de la información para calcular resultados preliminares (importante en estudios de varias vueltas) y evitar la desmotivación de los expertos.

a.3) Técnicas para determinar el grado de acuerdo de los expertos

Al momento de poner en acción el juicio de expertos, nos encontramos con distintas alternativas, en general se consideran las siguientes técnicas: Agregados Individuales, Método Delphi, Técnica de Grupo Nominal y la técnica de Consenso Grupal (Corral, 2009; Cabero y Barroso, 2013).

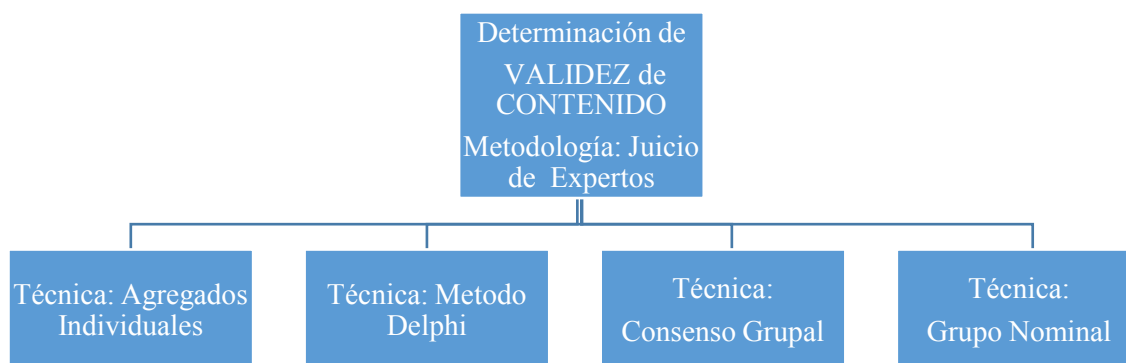


Figura 6.1 Técnicas para implementar el Juicio de Expertos

a.3.1) Técnica de Agregados Individuales

Consiste en que cada experto que dé una estimación directa de los ítems del instrumento. Éste es un método económico porque, al igual que el método Delphi, no exige que se reúna a los expertos en un lugar determinado. Puede parecer un método limitado porque los expertos no pueden intercambiar sus opiniones, puntos de vista y experiencia, ya que se les requiere individualmente; no obstante, esta limitación puede ser precisamente lo que se esté buscando para evitar los sesgos de los datos ocasionados por conflictos interpersonales, presiones entre los expertos, etc. (Corral, 2009).

La secuencia de pasos para llevar adelante este método de estudio podría ser:

- 1) Selección previa de al menos tres expertos para juzgar de manera individual la relevancia y congruencia de las cuestiones con el contenido teórico, la claridad en la redacción y el sesgo en el explicitación de las partes del estudio.
- 2) Enviar a todos los expertos la información suficiente para que puedan determinar el propósito del estudio, la conceptualización del universo de contenido, tabla de especificaciones o de actividad operativa de las variables del estudio.
- 3) Cada experto debe recibir un instrumento de validación (planilla, tabla) que contenga: el listado de ítems, los criterios de evaluación y la posibilidad de consignar notas u observaciones. Un modelo posible se muestra en la Tabla 6.1.

- 4) En lo que respecta a los criterios para evaluar los ítems, se adjuntará una breve descripción de su interpretación y alcance, por ejemplo:
- ✓ Claridad en la redacción: la descripción es directa y concisa, no hay argumentación exagerada, no hay una interpretación subyacente. El texto es entendible en la expresión de las ideas contenidas. Se organizan las oraciones y palabras de forma tal, que el lector puede acceder al contenido mediante una lectura fluida y fácil de comprender, independientemente del tema del texto
 - ✓ Coherencia interna: la descripción esta indudablemente relacionada con el tema, no hay cuestiones solapadas, no hay dos cuestiones en una. Debe contener la información necesaria para no dar ocasión a conjeturas y dificultades⁸³
 - ✓ Inducción a la respuesta (sesgo) o argumento dirigido a las consecuencias. Responde a la pregunta: ¿es la descripción un argumento dirigido a las consecuencias? En tal caso se trata entonces de un argumento falaz que concluye que una premisa (típicamente una creencia) es verdadera o falsa basándose en si esta conduce a una consecuencia deseable o indeseable. Por ejemplo: y todos saben que esto es cierto porque resulta que funciona. En tal caso es una falacia porque basar la veracidad de una afirmación en las consecuencias no hace a la premisa más real o verdadera⁸⁴
 - ✓ Lenguaje adecuado: la descripción es acorde con el nivel de los involucrados, todos pueden entender lo que se dice (alumnos y evaluadores).
 - ✓ Mide lo que pretende: valora si la descripción es pertinente y univoca, la argumentación presentada es correcta y específica para lo que se pretende.
- 5) Toma de decisiones en base a la información recogida de los instrumentos de validación. Corral (2009) propone un criterio de máxima concordancia:
- ✓ Son aceptados todos los ítems donde hay un 100% de coincidencia favorable entre los jueces.
 - ✓ Son excluidos del instrumento todos los ítems que tengan 100% de coincidencia desfavorable y se sustituyen por nuevas formulaciones que deben ser validadas.
 - ✓ Los ítems que tengan una coincidencia parcial entre los jueces deben ser revisados, reformulados o sustituidos, en función de los comentarios de los

⁸³ Guías de redacción. Centro de lenguas y culturas. Universidad del Sagrado Corazón. Puerto Rico.

⁸⁴ Comesaña, Juan Manuel. Lógica informal, falacias y argumentos filosóficos. Eudeba. Buenos Aires, 2001.

jueces que los observaron y posteriormente nuevamente validados por todos los expertos.

Ítem	CRITERIOS A EVALUAR										Notas
	Claridad en la redacción		Coherencia interna		Inducción a la respuesta (sesgo)		Lenguaje adecuado		Mide lo que pretende		
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
1											
2											
n											
ASPECTOS GENERALES									Sí	No	Notas
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder el cuestionario											
Los ítems permiten el logro del objetivo de la investigación.											
El número de ítems es suficiente para recoger la información. En caso contrario sugiera los ítems a añadir											
VALIDEZ (seleccionar una opción)											
APLICABLE											
NO APLICABLE											
APLICABLE atendiendo a las observaciones											

Tabla 6.1 Plantilla para validar instrumento de evaluación⁸⁵

a.3.2) Técnica método Delphi

Método creado en el año 1948 para obtener el grado de consenso o acuerdo de un grupo de especialistas o expertos, respecto de un problema planteado.

Tres premisas básicas dan sustento a este método (Varela, Díaz y García, 2012):

- Este método prevalece sobre el juicio subjetivo de un solo experto porque este está sujeto a numerosos sesgos e imperfecciones, y al limitarse al conocimiento y experiencia de un solo experto suele resultar una estimación imprecisa, aunque el mismo sea de reconocida experticia.
- El juicio subjetivo por consenso grupal, generalmente es superior al de un individuo debido a la mayor información, conocimientos y experiencia, concurrentes entre los integrantes del grupo.

⁸⁵ Adaptado de Corral (2009).

- El juicio subjetivo de expertos es un recurso apropiado para la toma de decisiones en cuestiones de controversia en disciplinas no exactas, en situaciones de incertidumbre o cuando se carece de información objetiva.

El método tiene características relevantes:

- ✓ Anonimato: los integrantes del grupo pueden conocerse entre sí (recordemos que son expertos en un tema en común) pero efectúan sus aportes en forma individual, anónima, cada uno desde su lugar de trabajo. El control de la comunicación está en manos del grupo coordinador y nunca se establece una participación directa, entre los expertos involucrados.
- ✓ Proceso iterativo: los expertos emiten su opinión más de una vez, de manera que a lo largo de varias rondas se podrá lograr un cierto consenso de opiniones. Esta metodología le permite al experto reconsiderar su parecer respecto de un ítem en particular, en función de la media de las opiniones del grupo respecto del mismo.
- ✓ Realimentación o feedback controlado: el éxito de este procedimiento depende de la habilidad del grupo administrador para manejar el flujo de información. Al inicio de cada ronda se deben comunicar los resultados de la ronda anterior y eventualmente la aportación significativa del algún experto (todo de manera anónima), respecto de alguna situación con posturas discordantes o información adicional solicitada por algún participante.
- ✓ Resultados: el resultado es estadístico, por lo general se maneja la mediana de las respuestas individuales y el intervalo intercuartil⁸⁶ para cada cuestión. Con ello, se consigue la inclusión de las respuestas individuales en el resultado final del grupo.

Con este método los expertos comparten y reconsideran sus opiniones, sin que existan discusiones ni confrontaciones directas entre ellos (Varela, Díaz y García, 2012).

a.3.3) Técnica del Grupo Nominal (TGN)

⁸⁶ Es una medida de la dispersión estadística.

Se atribuye su creación a Delbecq y Van de Ven (1975), motivados en el objetivo de desarrollar un método para mejorar la dinámica y productividad de las reuniones de grupo de trabajo (Olaz, 2013).

En la práctica este método se ha implementado de distintas maneras, en algunas instituciones se ha sistematizado su aplicación. La mejor forma de entender sus fundamentos es presentar un ejemplo (Olaz, 2013), en este caso, tomado del Plan Estratégico de la Universidad de Cádiz. Dentro del proyecto denominado Metodología y Dinamización de Grupos de Trabajo (2004), se encuentra una propuesta metodológica para la implementación de la TGN. La misma se presenta como una secuencia compuesta de ocho fases que se describen a continuación:

- e) Se reúnen los expertos, entre ocho y diez personas (Corral, 2009) y se les pide que registren sus opiniones individualmente y sin interacción con otros jueces, la reflexión individual conduce a la generación silenciosa de ideas.
- f) Se facilita el acceso para que cada experto exponga públicamente a los demás sus puntuaciones y o consideraciones.
- g) Discusión de ideas respecto de todos los apartados bajo opinión. Se efectúan propuestas, se acuerda la posibilidad de descartar ideas, redefinirlas, reubicarlas, agruparlas, descomponerlas.
- h) Cada experto, de manera individual y por escrito, puede reconsiderar sus opiniones. Posteriormente se efectúa un relevamiento preliminar, sobre la importancia de las propuestas trazadas, con el objetivo de materializar las preferencias de los participantes en un ranking que jerarquice su importancia.
- i) En esta etapa del procedimiento debe haber pasado entre una y dos horas de trabajo, por lo que es conveniente efectuar una pausa.
- j) Discusión de los resultados obtenidos en la fase cuatro, se examinan posibles inconsistencias y se efectúa una reflexión entre los asistentes. Oportunidad para reconsiderar la opinión.
- k) Votación final silenciosa e independiente siguiendo el procedimiento de la cuarta fase.
- l) Listado y acuerdo sobre la concordancia entre los distintos ítems de la propuesta, las prioridades y recomendaciones construidas.

En principio se parece al método Delphi, sólo que en esta técnica hay debate entre los expertos para efectuar aclaraciones y compartir información.

El éxito que esta técnica tenga éxito depende de la habilidad y la experiencia del coordinador del grupo y de la buena voluntad de los expertos para trabajar juntos en un marco altamente estructurado (Corral, 2009).

a.3.4) Técnica de Consenso Grupal

Esta técnica es también denominada mini-Delphi (Astigarraga, 2003), combina algunas características de método Delphi con la técnica TGN.

Inicia con la reunión de los expertos, por lo general un grupo pequeño, en un mismo lugar para propiciar el debate de cada cuestión en un ambiente de libre expresión y cordialidad. Se trata de lograr un acuerdo que sea satisfactorio para todos.

Se deben evitar las discusiones no académicas y subidas de tono y no recurrir a la votación como método de acuerdo.

Si el grupo no logra un consenso, puede intentarse un consenso artificial recogiendo las estimaciones individuales y sintetizándolas estadísticamente (Corral, 2009).

Últimamente, la utilización de nuevos modos de interacción entre expertos, como el correo electrónico, tienden a desarrollarse y a convertir el procedimiento en más flexible y rápido (Astigarraga, 2003).

6.4.2. Validez de constructo

Según APA la validez de constructo se refiere o aplica a un instrumento de evaluación cuando es interpretado como una medida de algún atributo o cualidad que no está operacionalmente definido.

En Pérez, Chacón, Moreno (2000), se hace referencia a la publicación del influyente trabajo de Cronbach y Meehl (1955). En el mismo los autores afirman que estudiar la validez del constructo implica efectuar un análisis del significado de las puntuaciones obtenidas expresadas en términos de los conceptos psicológicos asumidos en su medición.

Al respecto Ruiz Bolívar (2002) hace referencia a Gronlund quien señala que esta validez interesa cuando se quiere medir el desempeño de los sujetos para inferir la posesión de ciertos rasgos.

Encontramos en Tourón (1989, p.4) una referencia que puede clarificar el concepto de constructo

El experto en medición, cuando investiga la validez de construcción de un instrumento de evaluación, generalmente desea conocer qué propiedad o propiedades psicológicas o de otra índole puede explicar la varianza del instrumento de evaluación (...). Puede preguntar específicamente: ¿Mide esta prueba la capacidad verbal y la capacidad de razonamiento abstracto (...)? Está investigando qué proporción de la varianza de la prueba es explicada por las construcciones: capacidad verbal y capacidad de razonamiento abstracto (...). Su interés es generalmente mayor por la propiedad que se mide que por la prueba misma.

El término constructo se usa en para referirse a algo que no es observable, pero que literalmente es construido por el investigador para resumir o explicar las regularidades o relaciones que él observa en la conducta.

6.4.3. Validez de criterio

Según APA, la validez de criterio (criterion-oriented) se refiere a las relaciones de un determinado instrumento de evaluación con una variable, medida o criterio. Puede dividirse en predictiva o concurrente, según la dimensión temporal que se establezca entre la prueba y el criterio.

La validez de criterio concurrente mide qué tan bien un instrumento de evaluación determinado se correlaciona con una medida o criterio reconocida previamente. Se utiliza generalmente en las ciencias sociales, psicología y educación.

La validez de criterio predictiva implica probar a un grupo de sujetos mediante algún tipo de evaluación y luego comparar los resultados obtenidos en algún momento posterior. Esta validez se asocia con la visión de futuro, intenta determinar en qué medida se puede anticipar el desempeño futuro de un individuo según la medición actual (Corral, 2009).

El procedimiento básico consiste en aplicar el instrumento de evaluación a un grupo de personas que ingresan a un trabajo o a un programa de entrenamiento. El instrumento de evaluación está elaborado de manera que mida algún criterio específico.

Se sigue observando a las personas y posteriormente después de un determinado periodo de tiempo se establece una medida del mismo criterio que fue medido en el inicio.

Para finalizar se calcula la correlación entre las dos medidas, cuanto más alta sea la correlación mejor será el instrumento, es decir, más confiable es el instrumento de evaluación inicial como predictor de la posesión del criterio por parte del individuo (Corral, 2009).

6.5. Validación de rúbricas

En el capítulo 5 se estableció que la rúbrica es un instrumento adecuado, quizás el más adecuado, para la evaluación de competencias. En tal sentido entonces resulta oportuno efectuar un relevamiento bibliográfico respecto de estudios de validación de las mismas. En una reciente publicación de Ciudad y Valverde (2014) los autores concluyen en que: "Los escasos estudios sobre validez muestran la importancia del uso de un lenguaje claro y preciso, pero no se disponen de resultados sobre las relaciones entre los criterios de evaluación de las rúbricas y las competencias que están siendo evaluadas (validez de contenido) o las posibilidades de generalización a otras actividades relacionadas (validez de criterio)" (p. 60)

Por otra parte, respecto de la fiabilidad, destacan que el tipo de estudio más frecuentemente utilizado en la evaluación con rúbricas corresponde a la fiabilidad del evaluador.

Existen dos procedimientos para determinar la consistencia del evaluador en lo que respecta a las puntuaciones asignadas a una determinada prueba:

- ✓ Inter-jueces: se recurre a dos evaluadores independientes y se estudia la correlación de las puntuaciones.
- ✓ Intra-jueces: se correlacionan las puntuaciones que asigna un mismo juez, para una misma prueba, pero obtenidas en diferentes momentos de tiempo.

Se considera que una rúbrica bien diseñada debería mejorar las inconsistencias en la calificación, minimizando los errores debidos a la formación del evaluador y la claridad en la descripción de los criterios de evaluación (Ciudad y Valverde, 2014, p.59).

Reddy y Andrade, 2010 proponen como aceptable en estudios sobre fiabilidad inter-jueces un nivel de acuerdo de al menos el 70% para convalidar la fiabilidad de la rúbrica.

Por su parte, Corral (2009) concluye que tanto para las rúbricas y el resto de los instrumentos de evaluación de similar construcción (entrevistas, escalas de estimación, listas de cotejo, guías de observación, hojas de registros, inventarios) es necesario estimarse o comprobarse su validez de contenido a través del juicio de expertos para establecer si los reactivos que los configuran o integran se encuentran bien redactados y miden lo que se pretende medir. Además, destaca que, por la naturaleza para recabar datos de los instrumentos mencionados, para los mismos no se amerita el cálculo de la confiabilidad.

En Valverde y Ciudad (2014) se encuentra la siguiente reflexión:

¿Se podría concluir que al calificar con una rúbrica existen más probabilidades de aumentar la validez de la evaluación que si no la utilizamos?

Para Jonsson y Svingby (2007) la respuesta es no, “no hay evidencias de que simplemente proporcionando una rúbrica exista una completa representación del contenido, una estructura de puntuación fiel al constructo que se quiere medir o la posibilidad de generalización” (p.60).

Sin embargo, según (Monreal y Terrón) “está demostrado que la utilización de las rúbricas afecta positivamente el proceso de enseñanza aprendizaje por lo que, por este hecho, podría tener de por sí un grado de validación inherente por la validez de las consecuencias de su aplicación” (como se citó en Ciudad y Valverde, 2014, p.61)

En definitiva, Andrade propone que es necesaria una mayor preocupación por la calidad de las rúbricas para lo cual es útil compararlas con estándares, compartirlas con otros docentes para valorar su validez y mejorar su fiabilidad. También utilizar los juicios y críticas de los estudiantes como una fuente de información muy valiosa (como se citó en Ciudad y Valverde, 2014)

Por otra parte, Baryla, Shelley y Trainor defienden el uso del análisis factorial⁸⁷ como medio para elaborar rúbricas que identifiquen con mayor eficiencia y eficacia los

⁸⁷ Técnica estadística para explicar las correlaciones entre las variables observadas en términos de un número menor de variables no observadas llamadas factores.

criterios para la evaluación de competencias y generen instrumentos de evaluación más precisos y sencillos (como se citó en Ciudad y Valverde, 2014, p.61)

CAPITULO 7. DISEÑO DE LA PROPUESTA DIDACTICA

7.1. Introducción

El objetivo general de esta tesis es “Desarrollar una propuesta didáctica de Laboratorio Remoto (LR) en un Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA) que favorezca el aprendizaje de programación basada en lenguaje de alto nivel”.

Específicamente se implementó una secuencia didáctica basada en la realización de trabajos prácticos de laboratorio, mediados íntegramente por tecnología sobre un EVEA, con los siguientes propósitos:

- ✓ Favorecer en los alumnos el aprendizaje de técnicas de programación.
- ✓ Propiciar la movilización de capacidades, habilidades, técnicas, métodos y actitudes que contribuyen a la formación de una competencia tecnológica.

En este capítulo se presenta el diseño de la secuencia didáctica basada en los marcos teóricos expuestos en los capítulos anteriores.

7.2. Contexto de la investigación

El trabajo de campo se efectuó con los alumnos participantes de un curso denominado Introducción a Sistemas Embebidos Basados en Arduino (ISEBA), que está destinado a los alumnos del ciclo superior de la carrera de Ingeniería Electrónica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP).

El mismo fue inicialmente diseñado con el objetivo de brindar a los alumnos del ciclo superior, un primer enfoque a la programación en lenguaje de alto nivel utilizando el IDE de Arduino como plataforma experimental, la que fue descrita en el Capítulo 4 apartado 4.4.3.1.

De esta manera se pretende compensar una falencia en el diseño curricular del plan de estudios, que no contempla la enseñanza del lenguaje de programación C, ni el desarrollo de aplicaciones en ese lenguaje sobre microcontroladores.

La modalidad de este curso es totalmente a distancia, implementado sobre Moodle y de carácter optativo.

Si bien el desarrollo de un programa en lenguaje C y la posterior implantación en un microcontrolador se puede efectuar en un entorno simulado, mediante lo que denominamos un laboratorio virtual, es importante que los alumnos puedan experimentar con un microcontrolador real.

7.2.1. El plug-in Laboratorio Remoto para Moodle

En el sitio web de Moodle están disponibles para descarga todas las versiones de la plataforma y además, existe un menú de software adicional denominado Moodle-plugin que no está incluido en la distribución original y que son aportes de colaboradores y desarrolladores de la plataforma.

En algunos casos las aplicaciones son versiones beta en proceso de prueba y optimización.

Sáenz y Gacharna (2011) desarrollaron un módulo para Moodle que permite la conexión desde el aula virtual hacia los equipos disponibles en los laboratorios físicos de las universidades.

Este módulo, denominado Laboratorio Remoto se describe en el Capítulo 3 apartado 3.5.1c, el mismo consiste en una interfaz web que establece una conexión con una webcam conectada al laboratorio físico, y enfocada a los experimentos, laboratorios y equipos que el estudiante manipulará de manera remota y cuyos controles y variables encontrará en la interfaz de Moodle y a través de una conexión de escritorio compartido el estudiante podrá manipular en tiempo real el software nativo que controla estos equipos.

El plug-in Laboratorio Remoto se desarrolló como un módulo para Moodle a modo de aplicación web auto contenida para la versión 1.9.x.

Tanto Moodle como el modulo mencionado están escritos en lenguaje PHP⁸⁸ y funcionan con una base de datos MySQL⁸⁹ bajo un servidor web Apache⁹⁰.

Ambos son software liberados bajo la licencia pública general (GPL) lo que los convierte en software libre, además el servidor Apache en donde se ejecutan, el lenguaje de servidor PHP y la base de datos MySQL son software libre también

7.2.2. Instalación y funcionamiento del módulo LR en Moodle

Sáenz (2011) describe las características técnicas de su producto y establece la versión 1.9.x de Moodle como la nativa para su instalación. Para poder disponer de este recurso

⁸⁸ Lenguaje de programación para el desarrollo web de contenido dinámico.

⁸⁹ Sistema de gestión de bases de datos relacional.

⁹⁰ Servidor web HTTP de código abierto.

y crear material didáctico que incluya una actividad de laboratorio remoto es necesario contar las siguientes partes:

- Servidor web que aloje al Moodle y el paquete adicional de software denominado “Módulo de Laboratorios Remotos”. Este servidor es el que atiende los accesos de los usuarios en general a la plataforma y también gestiona y administra la ejecución de un laboratorio remoto. Este servidor gestiona las prestaciones del servidor de aplicaciones y vincula al usuario con el laboratorio remoto.
- Servidor de aplicaciones, es una computadora en la que está instalado el software que controla la experiencia o proceso que será accedido en forma remota, este software debe contar con una interfaz de usuario que le permitirá al estudiante controlar la experiencia en un esquema como de escritorio remoto. Si el servidor web que aloja el Moodle tiene la suficiente capacidad y velocidad de procesamiento podría incluir también este software específico. Pueden existir tantos servidores de aplicaciones como se requiera (dependerá de la cantidad de experimentos o procesos distintos que se quieran efectuar en forma remota). Obviamente el o los servidores de aplicaciones deben estar conectados al servidor web del Moodle ya sea por conexión directa USB o mediante una intranet. Este servidor debe tener características de hardware y software que le permita soportar operaciones que requieren de alto poder de procesamiento y ofrecer estabilidad y continuidad en el servicio.
- Servidor de video-streaming⁹¹, es el que provee la señal de video en tiempo real al estudiante que está manipulando la experiencia. Una cámara web deberá estar enfocada en la parte relevante del experimento. En el servidor estará instalado un software que efectuará el procesamiento y compresión de la señal en el formato que se establezca. Este servidor debe estar conectado a la intranet del entorno del servidor web del Moodle. El administrador de Moodle deberá configurar toda la infraestructura (hardware y software) descrita en los apartados anteriores.

⁹¹ Video de emisión continua (no hay almacenamiento ni repetición).

Para el docente que debe crear una experiencia de laboratorio remoto la aplicación estará disponible como un servicio más de la plataforma educativa.

7.3. Diseño del curso

La plataforma educativa sobre la cual se desarrolla esta iniciativa esta implementada en base a Moodle y es administrada y mantenida por el grupo GIDI (Grupo de Ingeniería en Desarrollos Informáticos), perteneciente a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

La plataforma educativa se denomina e-mat y el acceso a la misma es: <http://e-mat.fi.mdp.edu.ar/>

Como se estableció en el apartado 7.2. el lenguaje de programación que se utiliza en las actividades de laboratorio es C y el IDE es de Arduino.

Las tareas preliminares a la implementación del contenido del curso requieren:

- ✓ Instalar el Moodle plugin laboratorio remoto, en el servidor web que aloja la plataforma educativa e-mat (descripción en el capítulo 7, apartado 7.2.2.).
- ✓ Instalar el IDE de Arduino en el servidor de aplicaciones (descripción en el capítulo 7, apartado 7.2.2.)
- ✓ Instalar una cámara web en el servidor de aplicaciones enfocada en la placa de circuito impreso bajo el control del IDE Arduino (descripción en el capítulo 4, apartado 4.4.3.1.)

7.4. Estructura y contenido del curso

En la figura 7.1 se esquematizan las partes que componen la diagramación del curso

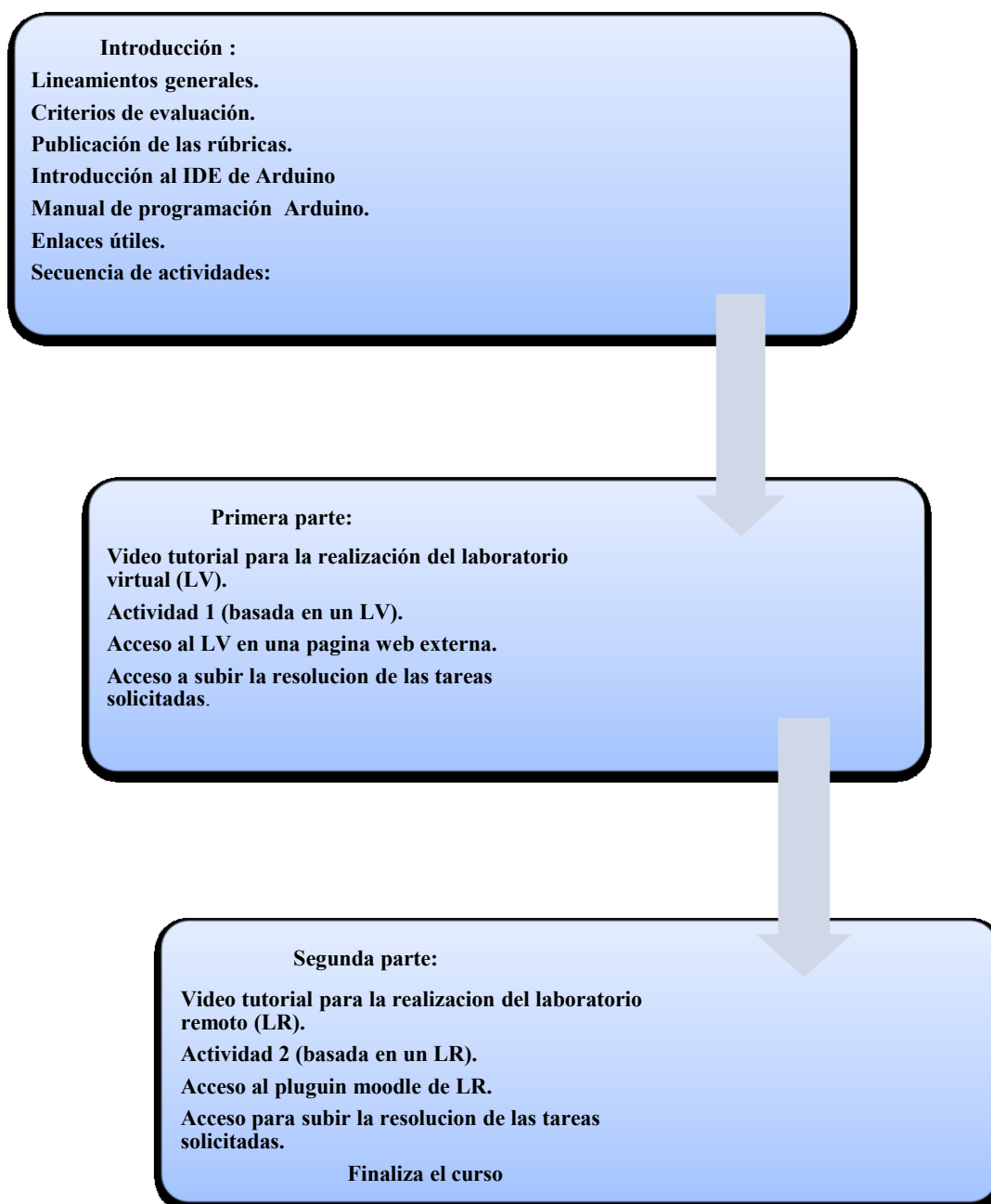


Figura 7.1 Estructura y partes del curso

7.4.1. Introducción:

En la Figura 7.2 se muestra el aspecto resultante de la implementación de la diagramación del curso en Moodle.



Figura 7.2 Pantalla de inicio del curso

Al inicio, se propone al alumno la lectura de un material introductorio donde se establecen los objetivos que animan la realización del curso.

Se hacen públicas las rúbricas (su diseño será presentado en el capítulo 8). Tal como se explicó en el capítulo 5, apartado 5.8 será el instrumento de evaluación del alumno.

Se incluye un documento introductorio respecto del IDE de Arduino y conceptos de programación.

Se agrega el manual oficial de programación para Arduino que está disponible para su descarga gratuita en la web de Arduino.

Se incluyen además enlaces de interés a sitios web donde se puede profundizar la información suministrada.

7.4.2. Secuencia de actividades:

Las actividades pedagógicas diseñadas para la implementación de este trabajo de campo, básicamente, están soportadas en la realización de dos trabajos de laboratorio de

distinto tipo, pero sobre el mismo tema. Las mismas están programadas en la organización del curso como:

Actividad-1: relacionada con la utilización del Laboratorio Virtual (LV)

Actividad-2: relacionada con la utilización del Laboratorio Remoto (LR)

En el Apéndice A de esta tesis, se puede encontrar la descripción detallada de estas actividades y de todas las situaciones del curso.

- LV: para la realización del mismo, se remite al alumno a un sitio web externo al Moodle. Antes de realizar la experiencia, se presenta un video tutorial (<https://www.youtube.com/watch?v=eaTDyb3Ucyg&feature=youtu.be>) que explica el procedimiento para utilizar la plataforma del LV seleccionado.

El sitio web elegido para la realización de los LV es AUTODESK 123D CIRCUITS, su lema es: “Electrónica para principiantes y profesionales” y en general brinda soporte para la simulación, el diseño y la realización práctica de proyectos en el ámbito de la electrónica aplicada.

Una de las opciones disponibles, en forma gratuita, es un entorno de experimentación virtual para Arduino. El acceso a la web del LV es: <https://123d.circuits.io/>.

- LR: como se estableció en una sección anterior, se incorporó al Moodle un plugin de software para dotarlo de esta facilidad. Para la realización del LR, el alumno debe seguir un procedimiento previo que implica, entre otras cosas, la gestión de un turno.

Está disponible el acceso a un video (<https://www.youtube.com/watch?v=mymMagFxQTo&feature=youtu.be>) que explica el procedimiento para ingresar desde Moodle a la realización del laboratorio remoto.

En la Tabla 7.1 se resumen las principales características de ambos tipos de laboratorio:

	LV	LR
Motor	En la web: https://123d.circuits.io/	En Moodle: http://e-mat.fi.mdp.edu.ar
Requisito	Registración gratuita	Alumnos del curso
Acceso	Ilimitado y permanente	Turnos de 1 hora, dependiente de la conexión a Internet del servidor
Modalidad	Sincrónica	Sincrónica
Resultados	Proyectos se guardan en carpeta usuario	Proyectos se guardan en carpeta del alumno
Carácter	Públicos/compartidos	Privados
Disponibilidad	Permanente	Mientras dure el curso
Trabajo colaborativo	Si	No

Tabla 7.1 Resumen de las características operacionales de los laboratorios

a) Actividad 1- basada en la realización del LV

Esta actividad sirve para el descubrimiento de las particularidades de la plataforma y de la placa con el microcontrolador, permitiéndole al alumno ganar confianza en la generación y prueba de código.

En la Figura 7.3 se aprecia el IDE virtual con el cual interactúa el alumno. El mismo está compuesto por:

- ✓ Placa virtual tipo Arduino UNO
- ✓ Editor de código
- ✓ Placa para componentes externos



Figura 7.3 Entorno de desarrollo del LV

Al abrir el editor de código se observa que está cargado un ejemplo básico que el alumno debe simular para entender cómo funciona ese código.

Posteriormente debe efectuar modificaciones de software que permitan la interacción con componentes agregados en la placa disponible al efecto.

Finalizada esta etapa de entrenamiento, se propone la carga de un ejemplo más avanzado que el alumno debe investigar y proponer su utilización para algún uso específico.

Todas estas tareas están establecidas en una guía de trabajos prácticos y requieren que se completen informes de su realización.

La resolución de estas tareas que conllevan la realización de informes y listados de código de programación, deben ser subidos a la plataforma educativa en los accesos creados al efecto.

En particular hay dos tipos de tareas a completar para subir al curso:

- ✓ Documento tipo informe técnico donde debe explicar que hace el ejemplo, que modificaciones le introdujo al software para adaptarlo a alguna aplicación específica.

- ✓ Cada proyecto iniciado en el LV⁹² queda registrado en una cuenta personal. Los proyectos relacionados con este curso deben ser compartidos con el tutor a fin de que los pueda evaluar.

b) Actividad 2- basada en la realización del LR

En la Figura 7.4 se aprecia el IDE con el cual interactúa el alumno en el LR.

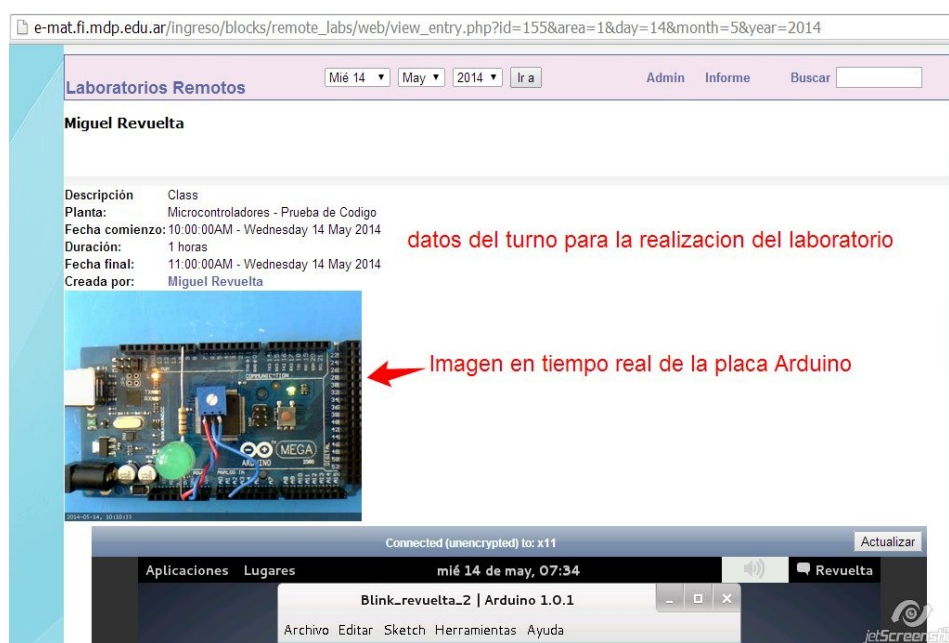


Figura 7.4 Sesión LR

En la Figura 7.5 se ve la parte oculta de la figura anterior, donde se aprecia el editor de código de Arduino.

Los elementos del entorno de desarrollo del LR que se presentan al alumno son:

- Imagen en vivo de la placa real tipo Arduino Mega (reemplaza la placa UNO y refuerza el concepto de portabilidad del código).
- Escritorio remoto del editor de códigos de Arduino

⁹² <https://123d.circuits.io/>.

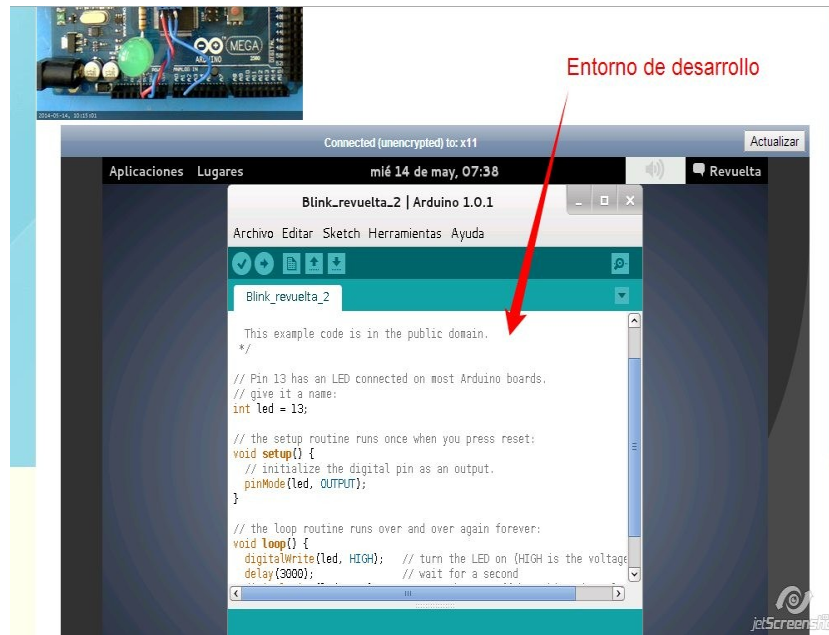


Figura 7.5 Editor de código del LR

Esta actividad sirve para que el alumno, que previamente practicó en el ámbito de lo virtual, interactúe un entorno real que incluye una placa de circuito impreso que contiene un microcontrolador.

La actividad 2 implica la realización de varias tareas que permiten la aproximación gradual a la programación real de un microcontrolador.

Al igual que en la actividad anterior, la resolución de estas tareas de la actividad 2 también implica la realización de informes y listados de código de programación que deben ser subidos al curso en los accesos creados al efecto.

En particular hay dos tipos de tareas a completar para subir al entorno:

- ✓ Documento tipo informe técnico donde deben incluirse las explicaciones a las consignas incluidas en el enunciado de la actividad 2.
- ✓ Al finalizar cada sesión de LR debe guardar el proyecto en la carpeta personal que el sistema crea para cada alumno.

7.5. Implicaciones pedagógicas de la secuencia de actividades.

La secuencia de actividades diseñada, se basa en la realización de tareas en un laboratorio virtual, para familiarizar el alumno con la plataforma de desarrollo, y luego se pasa a la realización de tareas en un laboratorio remoto.

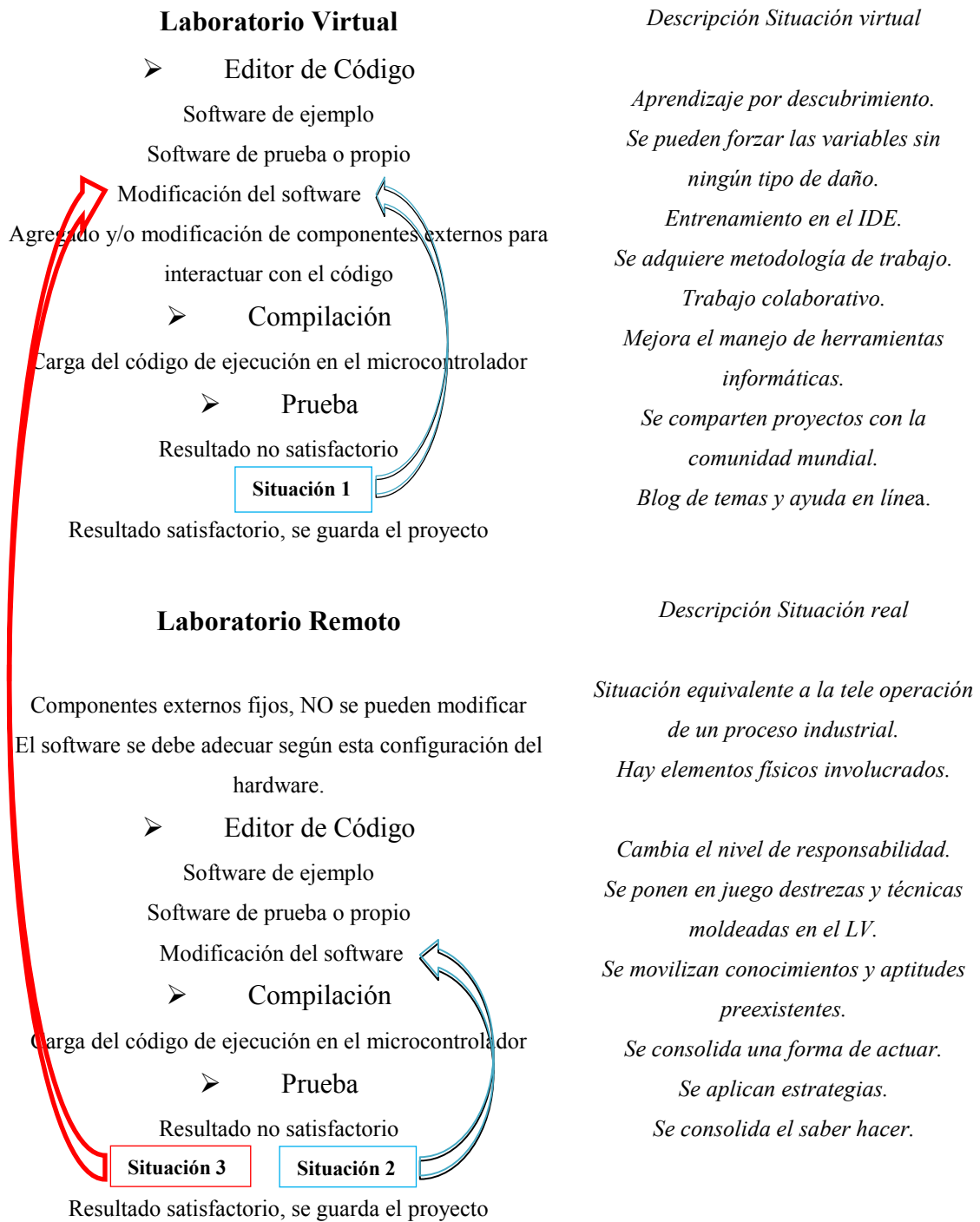


Tabla 7.2 Secuencia de actividades y situaciones involucradas

En la Tabla 7.2 se muestra la secuencia de actividades y las actitudes, destrezas y los comportamientos involucrados. En la secuencia se destacan tres situaciones

- Situación 1:

En la realización del LV, cuando el resultado observado no es satisfactorio, está implícito que se debe actuar sobre el software, modificándolo; posteriormente se vuelve a compilar y probar con la ejecución del código.

Este proceso de depuración se repite la cantidad de veces que sea necesario hasta que los resultados se ajusten a lo esperado. Esta acción no implica ningún desgaste, ocurre a nivel virtual.

- Situación 2:

En el caso del LR, el proceso de depuración implica la programación real del microcontrolador y esto ocurrirá la cantidad de veces que sea necesario.

Si bien los microcontroladores pueden soportar miles de estas reprogramaciones, el proceso involucra acciones de cuidado y con un control paso a paso del proceso, que en este caso se hace por tele operación.

- Situación 3:

El caso descrito en la situación anterior, indefectiblemente se presenta en la práctica. Se espera que promueva en el alumno la actitud de pasar su proyecto al entorno virtual hasta depurar el código lo más posible, para luego hacer los ajustes finales sobre el microcontrolador real.

En el Apéndice A de esta tesis se consignan los enunciados de las actividades propuestas en la secuencia didáctica y además todo el material incluido en la primera parte del curso a manera de introducción, descripción del contexto, orientación en los procedimientos y comunicación del instrumento de evaluación.

CAPITULO 8. INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN: DISEÑO Y VALIDACIÓN

8.1. Introducción

En el Capítulo 5, se estableció la conveniencia de utilizar la rúbrica como instrumento de evaluación para las competencias y en el Capítulo posterior, se concluyó en la necesidad de efectuar un estudio de validez de contenido para la misma.

En este capítulo se diseñan las rúbricas para evaluar las competencias asociadas y se efectúa el estudio de validez de las mismas.

Por otra parte, resultó oportuno indagar la opinión de los alumnos respecto de esta experiencia, no solo del punto de vista tecnológico, sino que también respecto de la valoración del aprendizaje propiciado por la realización de trabajos de LV y LR.

A tal efecto se seleccionan y diseñan los instrumentos de indagación apropiados.

8.2. Las competencias en el contexto de esta investigación

En el Capítulo 5, apartado 5.6., se estableció el interés actual por parte de la autoridad educativa en garantizar la formación del Ingeniero Argentino basada en el dominio de las competencias tecnológicas.

A tal efecto, el CONFEDI⁹³ efectuó el desagregado de las mismas de manera de clarificar y orientar respecto de su significado y propulsar la consideración de las mismas.

En el Capítulo 7, apartado 7.4.2 se diseñaron las tareas que deben resolver los alumnos, en función de estas, estimamos que esta investigación puede aportar datos respecto del nivel de dominio de algunas capacidades específicas de las competencias adoptadas por CONFEDI.

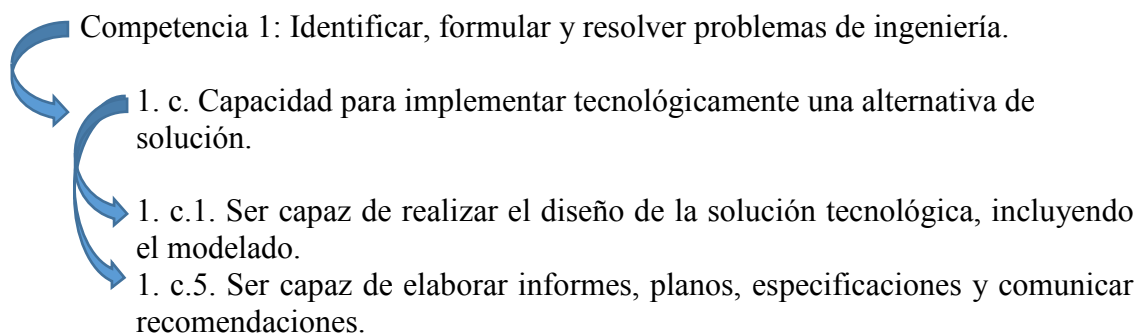
Tal como se describió en el Capítulo 7, apartado 7.1, las actividades pedagógicas diseñadas para la implementación de este trabajo de campo, básicamente, están soportadas en la realización de dos trabajos de laboratorio de distinto tipo, pero sobre el mismo tema, es decir el desarrollo de software y la programación de microcontroladores.

⁹³ Consejo Federal de Decanos de Ingeniería.

En tal sentido, la resolución de dichas tareas conduce al alumno a la toma de decisiones en el campo del software y del hardware tendiente a implementar los requerimientos establecidos que forman parte de una realización tecnológica, como puede ser la creación de un sistema embebido.

En el proceso de toma de decisiones esta propiciado el uso del recurso de modelado⁹⁴ como paso previo a la implementación de carácter real. Esto esta facilitado al disponer de una herramienta de desarrollo virtual, tal lo que se puede realizar en el Laboratorio Virtual (LV). Además, todas estas resoluciones de tareas deben ser documentadas e informadas según se establece en las guías de actividades.

Siguiendo la denominación adoptada por CONFEDI para las competencias genéricas, específicamente nos referimos a las capacidades 1.c.1 y 1.c.5 que forman parte del desagregado en capacidades de la competencia 1 (ver Capítulo 5, apartado 5.6.1.).



Según lo establecido en el apartado 8.2, cuando nos referimos a una capacidad o a ser capaz de algo, estamos haciendo referencia a una competencia específica o muy específica, que están incluidas en una competencia genérica

En tal sentido para facilitar la comprensión de las rubricas que se diseñan para evaluar las capacidades 1. c.1. y 1. c.5. Se hará referencia a las mismas como competencia A y competencia B, respectivamente.

8.3. Diseño de las rúbricas para evaluar las competencias seleccionadas

⁹⁴ Representación parcial o simplificada de algo previo a la implementación real.

Una competencia tiene manifestaciones específicas, por lo que, cuando un docente evalúa un trabajo o proyecto trata de reconocer esos indicadores y automáticamente crea una graduación de cumplimiento del mismo (Capítulo 5, apartado 5.8.2)

La especificación manifiesta de esos criterios de evaluación encuentra en la rúbrica la herramienta idónea (Villa y Poblete, 2004; Goodrich Andrade, 1997).

Para sistematizar esta indagación es necesario definir descriptores cualitativos que establezcan la naturaleza del logro en cada competencia específica, siguiendo los pasos establecidos en el Capítulo 5, apartado 5.8.2.

Para cada competencia debemos identificar indicadores de logro de la misma. Todos estos indicadores son cuestiones que deben estar presentes en la resolución de las tareas que se proponen en la secuencia de actividades del curso. El docente debe analizar los documentos y materiales que cada alumno sube al entorno y verificar si se manifiestan estas cuestiones y en qué grado lo hacen.

Para la competencia A: Ser capaz de realizar el diseño de la solución tecnológica, incluyendo el modelado, se desarrollaron los siguientes indicadores de logro:

- ✓ Analiza los diferentes componentes de la situación.
- ✓ Relaciona situaciones de aprendizaje con la resolución de un problema.
- ✓ Recurre al modelado virtual para fundamentar el prototipo real.
- ✓ Diseña la solución tecnológica adecuada para resolver el problema.

Para la competencia B, se desarrollaron los siguientes indicadores de logro:

- ✓ Los informes tienen la estructura y el contenido apropiado
- ✓ Los informes comunican claramente sus ideas.
- ✓ Los informes tratan el tema específico, sin mezcla de otros.
- ✓ Los informes comunican fehacientemente las especificaciones
- ✓ Los informes comunican fehacientemente las conclusiones.

Finalmente, para cada uno de estos indicadores de logro o criterios se deberá establecer un mecanismo que permita la evaluación del grado de cumplimiento.

Si establecemos cuatro grados o niveles de asimilación del indicador de logro, por ejemplo, en: muy bueno, bueno, suficiente e insuficiente, es necesaria una descripción cuantitativa y específica de cada nivel, en cada indicador de logro.

Rúbrica A:

A: Ser capaz de realizar el diseño de la solución tecnológica, incluyendo el modelado.				
Indicadores de logro	Nivel de cumplimiento de los indicadores de logro			
	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Insuficiente
A-1, Reconoce los componentes de la situación	(A-1-a), Descubre el modelo, patrón o relación de principios de la situación.	(A-1-b), Establece relaciones entre los diferentes componentes de la situación.	(A-1-c), Reconoce algunos componentes de la situación.	(A-1-d), No detecta o confunde algunos componentes de la situación.
A-2, Relaciona situaciones de aprendizaje con la resolución de un problema	(A-2-a), Descubre las implicaciones de la situación y las aplica en la resolución de un problema.	(A-2-b), Distingue algunas implicaciones de la situación y las aplica a la resolución de un problema	(A-2-c), Distingue algunas implicaciones de la situación y omite algunos aspectos en la resolución de un problema	(A-2-d), No encuentra las implicaciones, resuelve de por sí, la resolución no es satisfactoria.
A-3, Recurre al modelado Virtual para fundamentar El prototipo real.	(A-3-a), Desarrolla un modelo y trabaja sobre correcciones y modificaciones	(A-3-b), Desarrolla un modelo, pero no generaliza su uso	(A-3-c), No genera un modelo, pero tiene una estrategia de diseño	(A-3-d), No hay modelo ni estrategia, no encadena aplicaciones
A-4, Diseña la solución tecnológica adecuada Para resolver el problema.	(A-4-a), La solución es excelente, demuestra total conocimiento de las herramientas disponibles.	(A-4-b), La solución es correcta, faltan pequeños detalles.	(A-4-c), La solución cumple con lo pedido, no demuestra un total conocimiento de las herramientas disponibles.	(A-4-d), La solución omite algunos aspectos de lo pedido.

Tabla 8.1 Rubrica para la competencia A

Rúbrica B:

B: Ser capaz de elaborar informes, planos, especificaciones y comunicar recomendaciones.				
Indicadores de logro	Nivel de cumplimiento de los indicadores de logro			
	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Insuficiente
B-1 , Los informes tratan el tema específico, sin mezcla de otros.	(B-1-a) , Trata el tema correctamente, profundiza más allá de lo pedido.	(B-1-b) , Trata el tema pedido, cumple sin amplitud.	(B-1-c) , Trata el tema pedido, agrega descripciones no pertinentes.	(B-1-d) , Muchos elementos están descriptos sin precisión o incompletamente.
B-2 , Los informes comunican claramente sus ideas.	(B-2-a) , El texto esta ordenado, hay una jerarquía adecuada, hay explicaciones.	(B-2-b) , El texto esta ordenado, es claro, pero no abunda en explicaciones.	(B-2-c) , El texto cumple con lo pedido, faltan explicaciones.	(B-2-d) , Es confuso, resulta difícil entender.
B-3 , Los informes tienen la estructura y el contenido apropiado.	(B-3-a) , La estructura y el contenido son relevantes y precisos.	(B-3-b) , La estructura es correcta, falta contenido.	(B-3-c) , Es desprolijo, no hay orden, está incompleto.	(B-3-d) , Es desprolijo, no hay orden, omite partes relevantes de la cuestión.
B-4 , Los informes comunican fehacientemente las especificaciones	(B-4-a) , Especificaciones correctas hay implicaciones no evidentes.	(B-4-b) , Especificaciones correctas	(B-4-c) , Especificaciones parciales pero suficientes	(B-4-d) , Faltan especificaciones
B-5 , Los informes comunican fehacientemente las conclusiones	(B-5-a) , Conclusiones correctas hay implicaciones no evidentes.	(B-5-b) , Conclusiones correctas	(B-5-c) , Conclusiones parciales pero suficientes	(B-5-d) , Faltan conclusiones

Tabla 8.2 Rubrica para la competencia B

Como observamos, las rúbricas hacen explícitos los criterios que el evaluador tendrá en cuenta y no solo eso, además, establece que aspectos hacen que el criterio se alcance desde un nivel muy bueno a nivel insuficiente.

8.4. Validación de las rubricas

En el Capítulo 6 se describieron los mecanismos de creación y validación de la rúbrica para la evaluación de competencias.

No hay un consenso generalizado respecto de los tipos de estudio de validez que se debe efectuar sobre una rúbrica.

En tal sentido, Corral (2009) desestima el estudio de confiabilidad, pero establece como imprescindible el estudio de validez de contenido.

Tal como se explicó en el Capítulo 6, apartado 6.6.1, la autora recomienda el juicio de expertos para determinar si los reactivos que describen la rúbrica, miden lo que pretenden medir y se encuentran bien redactados. Además, detalla una serie de técnicas para realizar el estudio: la técnica de Agregados Individuales, técnica del método Delphi, la técnica de Grupo Nominal y la técnica del Consenso Grupal.

Hemos seleccionado para este estudio la técnica de Agregados Individuales, que consiste en que cada experto que dé una estimación directa, aceptando o rechazando cada uno de los ítems de las rubricas A y B.

Los expertos actúan individualmente y no pueden intercambiar sus opiniones, puntos de vista y experiencia con los otros integrantes del grupo.

8.4.1. Implementación del juicio de expertos para el estudio de validez de contenido

Se les solicitará a los jueces opinión respecto de:

- ✓ Los indicadores de logro para cada competencia.
- ✓ De la descripción del nivel de cumplimiento de cada logro.
- ✓ De los aspectos generales de cada rúbrica.
- ✓ Un juicio final de recomendación.

Se establecen cinco cualidades que pretenden describir los principales aspectos de presunción de validez aplicables a los enunciados de las rúbricas.

Al tratarse el instrumento de evaluación de una rúbrica, debemos recordar que las mismas promueven un aprendizaje de mayor calidad al hacer explícitos los criterios de

bondad en la elaboración de proyectos y permite a los estudiantes focalizar la atención en los mismos (García Ros, 2011).

Los indicadores de calidad deben interpretarse ampliamente contemplando también la presunción de entendimiento que tendrán los alumnos de los enunciados, pues estos, promueven una actitud proactiva en el aprendizaje de los estudiantes (López García, 2007).

En lo que respecta a los criterios para evaluar los ítems, se adjuntará una breve descripción de su interpretación y alcance tal como están descriptas en el capítulo 6, apartado 6.4.1.

8.4.2. Selección de los expertos

Las características de los expertos fueron descriptas en el capítulo 6, apartado 6.6.1.

Adherimos además a las consideraciones de García y Fernández (2008), para la selección de los integrantes del grupo de expertos.

Entre otras, las cualidades que tendremos en cuenta para la elección de los postulantes, son:

- Vinculación del experto con la problemática específica
- Experiencia profesional
- Cualidades personales para participar en investigaciones
- Experiencia profesional
- La accesibilidad de los expertos.

Para esta selección, la accesibilidad y cualidades personales de los postulantes resultaron atributos significativos para participar en este tipo de tarea.

En lo que respecta a la experiencia profesional y conocimientos en la problemática específica, consideramos que los seleccionables deben desarrollar actividades en el campo de la programación aplicada y además poseer un perfil docente con formación en educación y preferentemente propulsar la mediación tecnológica en su práctica docente. Finalmente, teniendo en cuenta las consideraciones anteriores se recurrió a profesionales con actividad docente y en investigación o extensión en la UNMDP y/u otras Universidades privadas.

En la Tabla 8.3 efectuamos un resumen de pertenencia de los jueces seleccionados manteniendo su identidad en reserva.

EXPERTO (título/cargo)	Área de especialidad	Área de Investigación/Extensión
SMM (Doctor/ Profesor titular)	Computación Informática	Educación Tecnología Informática
RRR (Doctor/ Profesor titular)	Electrónica Programación Instrumentación virtual	Educación Mediación tecnológica
WAG (Ing./ Profesor asociado)	Electrónica Programación Instrumentación virtual	Educación Mediación tecnológica
JGF (Doctor/ Profesor Asociado)	Electrónica Programación aplicada	Educación Mediación tecnológica
RMH (Doctor/ Profesor Titular)	Electrónica Computación	Educación Tecnología Informática
FE (Ing./ JTP)	Computación Informática	Educación Tecnología Informática
CR (Analista de Sistemas/JTP)	Computación Informática	Educación Tecnología Informática

Tabla 8.3 Biograma de los expertos

8.4.3. Documentación enviada a los expertos

En el Apéndice B de esta tesis se encuentra el modelo del documento enviado a los expertos. Para que los expertos puedan cumplir adecuadamente con su tarea es necesario proveerlos de información no solo del instrumento específico a evaluar, sino que también resulta relevante el contexto de la experiencia.

La documentación enviada a cada juez, contiene:

- Breve introducción respecto del contexto de la situación.
- Las actividades y situaciones didácticas que servirán como fuente de información para la recolección de evidencias
- Instrumentos a validar: rúbricas construidas.

- Tabla de juicio para cada uno de los ítems de las rúbricas y aspectos generales de la evaluación

El alcance del estudio de la validez incluye, el juicio respecto de los criterios o indicadores de logro de cada una de las competencias y de las descripciones correspondientes a los niveles de cumplimiento de cada uno de ellos. Además, se prevé el aporte de sugerencias para todos los ítems observados.

8.5. Análisis de los resultados del juicio de expertos mediante la técnica de Agregados Individuales.

Esta técnica se encuentra descripta en el Capítulo 6, apartado 6.6.1. Existen varios procedimientos para determinar el grado de acuerdo entre los jueces, una aproximación inicial es calcular el porcentaje de acuerdo. Una medida de acuerdo alta indica consenso en el proceso de clasificación o asignación de puntajes entre los evaluadores (Ato, Benavente & López, 2006).

El instrumento enviado a los expertos para la recopilación de su juicio, ofrece únicamente la posibilidad de aceptar o rechazar un ítem, no hay una escala de valoración intermedia, aunque se contempla la opción de emitir una opinión conducente a la mejora o rediseño de un ítem en caso de haberlo rechazado. Se efectuó el cálculo de concordancia determinando el porcentaje de aprobación de cada ítem en relación al universo de opiniones, es decir del número de jueces participantes. Teniendo en cuenta que la cantidad de jueces participantes del juicio es siete, se puede presentar el porcentaje de acuerdo como se indica en la siguiente tabla:

Votos aceptando un ítem	% Concordancia de opinión	Concordancia No porcentual
7	100%	1
6	85 %	0,85
5	71%	0,71
4	57%	0,57
3	42%	0,42
2	28%	0,28
1	14%	0,14
0	0%	0

Tabla 8.4 Valores de concordancia según la cantidad de votos aceptando el ítem

8.5.1. Visualización global de la concordancia para todos los ítems

El siguiente esquema nos presenta un resumen de la secuencia seguida en el procedimiento de validación:

PASO 1

- Se establecen cinco indicadores de calidad para validar el contenido de las rúbricas, Capítulo 6, apartado 6.4.1.

PASO 2

- Se diseñan los instrumentos de aplicación:
 - ✓ Apéndice B, Tabla B.5: para relevar opinión de las descripciones de los indicadores de logro de la rúbrica A.
 - ✓ Apéndice B, Tabla B.6: para relevar opinión de las descripciones de los cuatro grados de cumplimiento de los indicadores de logro de la rúbrica A.
 - ✓ Apéndice B, Tabla B.7: para relevar opinión de las descripciones de los indicadores de logro de la rúbrica B.
 - ✓ Apéndice B, Tabla B.8: para relevar opinión de las descripciones de los cuatro grados de cumplimiento de los indicadores de logro de la rúbrica B

PASO 3

Se aplican los instrumentos y se efectúa el análisis de las respuestas de los jueces, calculando la concordancia de opinión para cada ítem. Se calculó también un indicador de concordancia global para cada ítem, efectuando el promedio entre las concordancias de cada cualidad opinada. Se resumen los resultados en:

- ✓ Tabla 8.3, para la rúbrica A
- ✓ Tabla 8.4, para la rúbrica B

Procedimiento:

Para cada ítem sujeto a opinión por parte de los jueces se calculó la concordancia de opinión, escalando el resultado de la concordancia entre 1: total concordancia, el ítem es aceptado por todos los jueces y 0: concordancia nula, ningún juez acepto el ítem; todos los posibles resultados se muestran en la tercera columna de la Tabla 8.2.

Los resultados del grado de concordancia para cada ítem se presentan en una tabla que agrupa no solo el acuerdo logrado por cada indicador de logro, sino que también muestra los resultados para cada descripción del nivel de logro en función de las cualidades sobre las que se emite opinión.

Se calculó también un indicador de concordancia global para cada ítem efectuando el promedio entre las concordancias de cada cualidad del mismo ítem.

Las Tablas 8.5 y 8.6 presentan toda esta información, las mismas están organizadas de manera que cada elemento de la rúbrica es la entidad principal en función de los indicadores de calidad bajo evaluación.

En este Capítulo en el apartado 8.3., se diseñaron las rúbricas y se establecieron las descripciones de todos los indicadores de logro y de lo que es igualmente importante, las descripciones para cada grado de cumplimiento de los indicadores de logro, es decir para muy bueno, bueno, suficiente e insuficiente.

La descripción de:	Representa lo que pretende	Coherencia interna	Inducción a la respuesta	Lenguaje adecuado	Claridad de redacción	Indicador global
Logro A-1	0,85	0,85	0,85	1	1	0,91
Muy bueno	0,85	1	0,71	1	1	0,912
Bueno	0,57	0,57	0,71	0,57	0,57	0,59
Suficiente	0,85	1	0,85	1	1	0,94
Insuficiente	1	1	1	1	1	1
Logro A-2	1	0,85	1	1	1	0,97
Muy bueno	0,85	0,85	0,85	1	1	0,91
Bueno	0,85	0,85	0,85	0,85	1	0,88
Suficiente	0,85	0,85	0,71	0,71	1	0,82
Insuficiente	0,71	1	0,85	0,71	0,85	0,82
Logro A-3	1	1	1	1	1	1
Muy bueno	0,85	1	0,85	0,85	0,85	0,88
Bueno	0,57	0,57	0,57	0,42	0,42	0,51
Suficiente	1	1	0,85	0,85	0,85	0,91
Insuficiente	1	1	1	1	0,85	0,97
Logro A-4	0,85	0,85	1	0,85	0,71	0,852
Muy bueno	0,85	0,85	0,85	1	1	0,91
Bueno	0,85	0,85	0,85	0,85	1	0,88
Suficiente	0,85	0,85	0,85	0,85	1	0,88
Insuficiente	0,71	1	0,85	0,71	0,85	0,82

Tabla 8.5 Concordancia de los indicadores de calidad para todos los elementos descriptivos de la rúbrica A

La descripción de:	Representa lo que pretende	Coherencia interna	Inducción a la respuesta	Lenguaje adecuado	Claridad de redacción	Indicador global
Logro B-1	1	0,85	0,85	0,85	1	0,91
Muy bueno	1	1	0,85	1	1	0,97
Bueno	1	1	0,85	1	1	0,97
Suficiente	1	1	1	1	1	1
Insuficiente	1	1	1	1	1	1
Logro B-2	0,85	0,85	0,85	0,71	0,71	0,79
Muy bueno	0,57	0,57	0,85	0,85	0,57	0,68
Bueno	0,57	0,57	0,85	0,42	0,57	0,59
Suficiente	0,71	0,57	0,85	0,42	0,71	0,64
Insuficiente	1	0,85	0,71	0,85	0,85	0,85
Logro B-3	0,51	0,85	0,85	0,51	0,42	0,62
Muy bueno	0,85	0,57	0,42	0,42	0,42	0,52
Bueno	0,85	0,57	0,42	0,42	0,57	0,54
Suficiente	0,42	0,57	0,57	0,57	0,57	0,49
Insuficiente	0,57	0,42	0,42	0,42	0,42	0,43
Logro B-4	1	1	0,85	0,85	1	0,94
Muy bueno	0,85	0,85	0,85	1	0,85	0,88
Bueno	0,85	0,85	0,85	0,71	0,71	0,79
Suficiente	0,57	0,57	0,85	0,71	0,57	0,65
Insuficiente	0,85	0,57	0,85	0,71	0,57	0,71
Logro B-5	1	1	0,85	0,85	1	0,94
Muy bueno	0,85	0,85	0,85	1	1	0,91
Bueno	0,85	0,85	0,85	0,71	0,71	0,79
Suficiente	0,57	0,57	0,85	0,57	0,71	0,65
Insuficiente	0,57	0,57	0,85	0,71	0,57	0,65

Tabla 8.6 Concordancia de los indicadores de calidad para todos los elementos descriptivos de la rúbrica B

8.6. Análisis de las conclusiones del juicio de expertos

Las conclusiones darán cuenta de los aspectos que requieren mejora y de aquellos que han sido bien valorados por los expertos intervinientes.

Para la elaboración de las conclusiones se utilizará en un primer enfoque el indicador global de concordancia, que es el promedio de la concordancia de todos los indicadores de calidad para un mismo ítem.

8.6.1. Análisis de los resultados del Juicio de expertos para los indicadores de logro de la competencia A

Se determinó un amplio consenso en la validación de los indicadores de logro elegidos para la competencia A, tal como se observa en el Gráfico 8.1

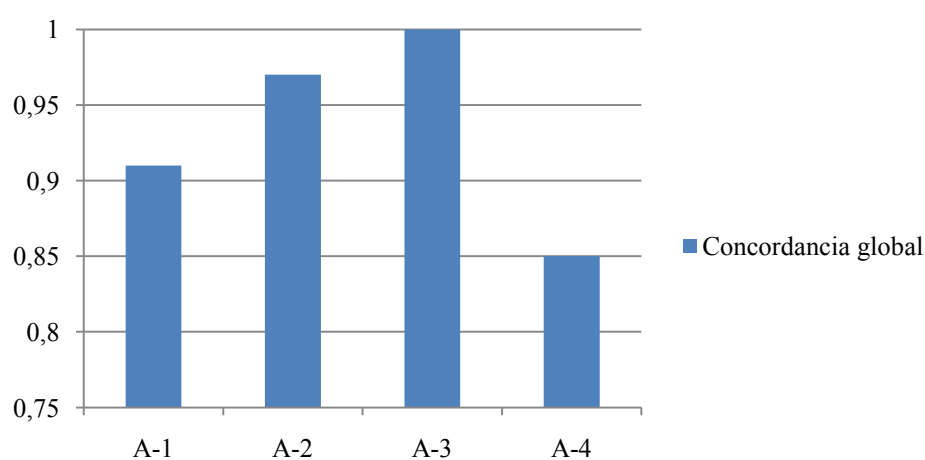


Gráfico 8.1 Concordancia global para los indicadores de logro de la competencia A

En la Gráfico 8.2 se representa en detalle la concordancia de los jueces según los cinco indicadores de validez, para cada uno de los indicadores de logro representativos de la competencia A. Todos los indicadores de validez tienen una concordancia superior a 0,7 para todos los logros.

La menor concordancia global del indicador de logro A-4 que se observa en el Gráfico 8.1, se ve convalidada en el Gráfico 8.2, donde se comprueba que tiene los peores valores de concordancia individual para todos los indicadores de validez, pero ninguno inferior a 0,6.

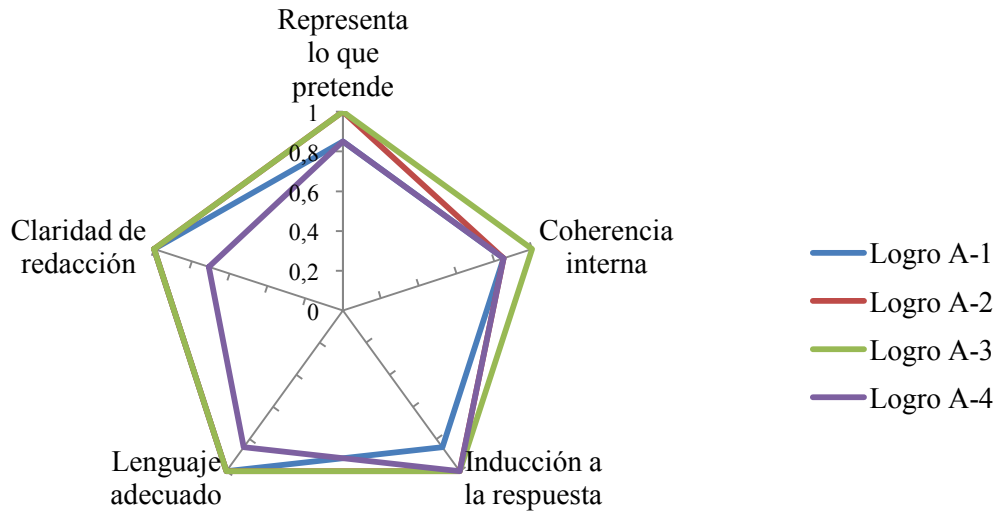


Gráfico 8.2 Concordancia detallada de cada indicador de validez para los logros de la competencia A

En el Gráfico 8.3 se relacionan los índices de concordancia global en la validez de las descripciones de los grados de cumplimiento para los indicadores de logro para la competencia A.

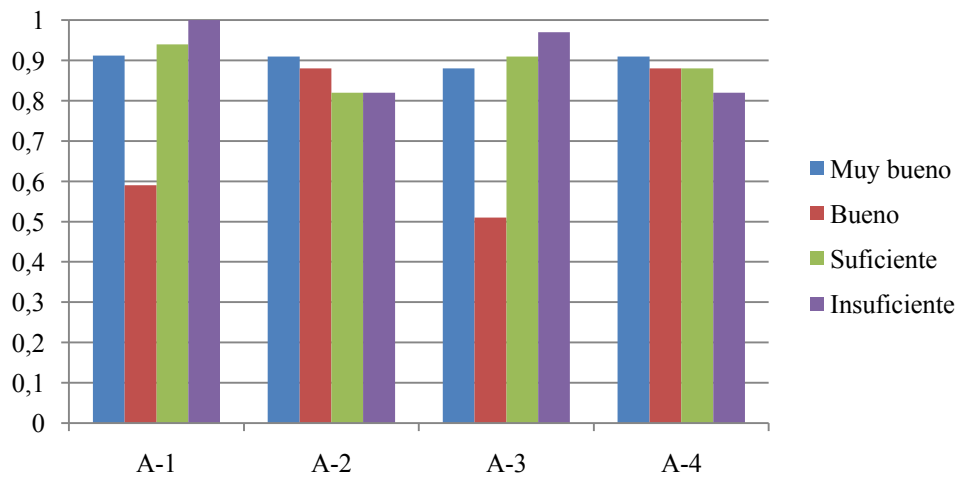


Gráfico 8.3 Concordancia global para la descripción de los grados de cumplimiento de los logros de la competencia A

Se observa que hay un bajo grado de aceptación global para las descripciones del grado de cumplimiento “Bueno” para dos de los logros de la competencia A, en particular para A-1 y A-3.

Efectuamos un análisis detallado para el caso del logro A-1, en el Gráfico 8.4 se representa la concordancia en los cinco indicadores de validez para todos los grados de cumplimiento del mismo. Se pretende determinar a qué se debe el bajo valor del promedio de los indicadores de calidad.

En tal sentido, se puede observar que para la descripción del nivel *Bueno* hay un bajo grado de aceptación de todos los indicadores de validez.

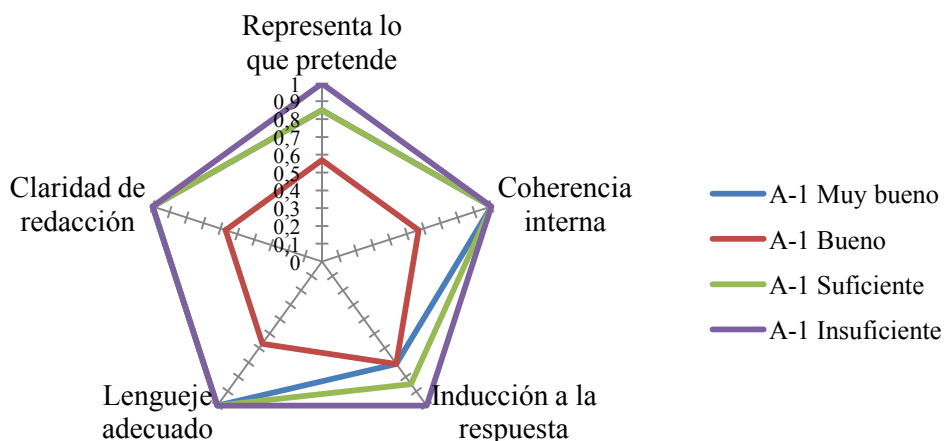


Gráfico 8.4 Detalle de la concordancia de cada indicador de validez para las descripciones de cumplimiento del logro A-1

Este mismo análisis se efectúa para la concordancia de las descripciones de los grados de cumplimiento del logro A-3. Los resultados obtenidos indican que sería conveniente volver a redactar y validar las descripciones del grado de cumplimiento *Bueno* para los logros A-1 y A-3.

8.6.2. Análisis de los resultados del Juicio de expertos para los indicadores de logro de la competencia B

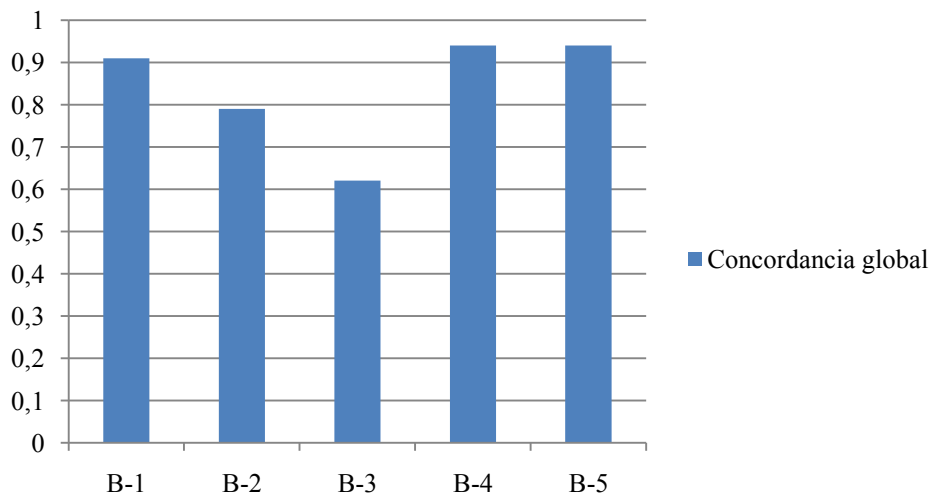


Gráfico 8.5 Concordancia global para los indicadores de logro para la competencia B

Si bien hay consenso en la validación de la descripción de todos los indicadores de logro elegidos para la competencia B, el indicador B-3 puede ser revisado pues presenta el menor grado de aceptación (Gráfico 8.5), el índice global B-3 resulto en 0,62.

Podemos analizar en detalle la concordancia de los indicadores para los logros de B en función de todos los indicadores de validez, en el Gráfico 8.6 se muestra este caso.

En este gráfico se puede verificar que el índice global de 0,62 de B-3 está asociado en general a un bajo grado de aceptación de todos los indicadores de calidad.

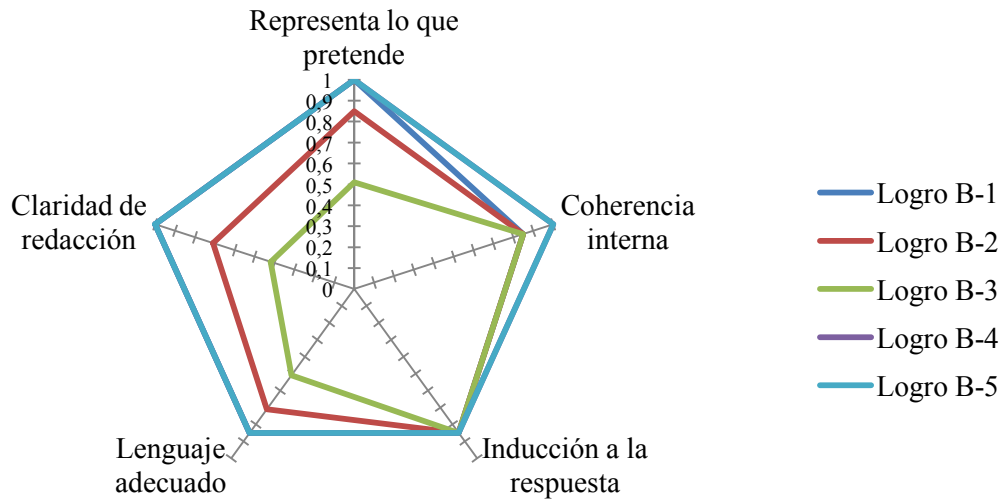


Gráfico 8.6 Concordancia detallada de cada indicador de validez para los logros de la competencia B

Además, como se observa en el Gráfico 8.7, el indicador de logro B-3 que tiene la menor concordancia global (Gráfico 8.5), como era de esperar, también manifiesta la peor aceptación de las descripciones de los grados de cumplimiento.

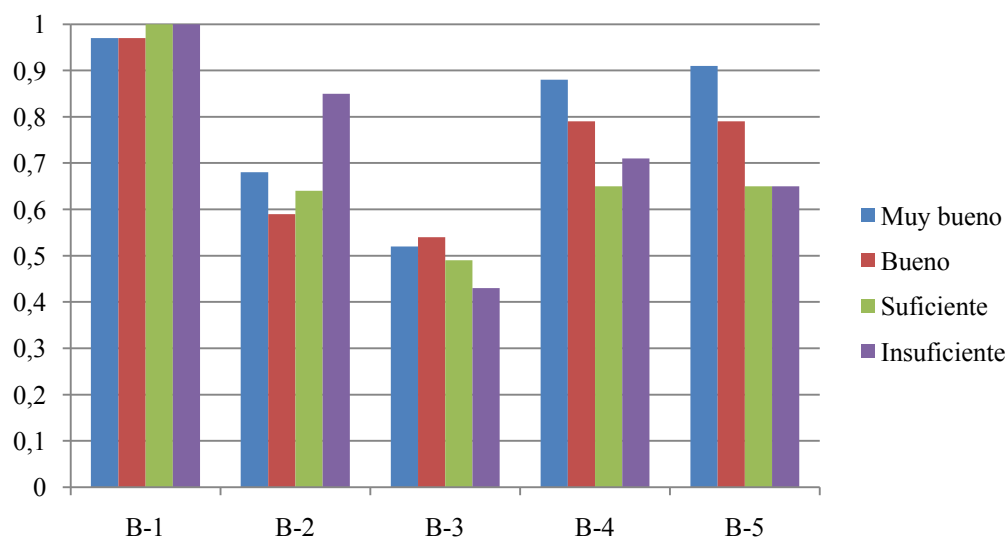


Gráfico 8.7 Concordancia global para las descripciones de los grados de cumplimiento de los logros de la competencia B

Resulta conveniente, reemplazar la descripción del indicador del logro B-3 y consecuentemente también la de todos los grados de cumplimiento del mismo.

8.7. Rediseño de las rúbricas según el resultado del juicio de expertos

En las secciones relacionadas con el análisis detallado de la concordancia de opinión de los jueces, se fueron efectuando sugerencias de reemplazo de ítems aun en casos en que el nivel promedio de aceptación estaba en 0,6.

En las siguientes secciones se implementa la modificación de las rúbricas.

a) Rediseño de la rúbrica A

Como se determinó en la sección de 8.6.2, los ítems A-1-b y A-3-b que representan la descripción del nivel *Bueno* para los indicadores de logro A-1 y A-3 tienen un bajo grado de aceptación por parte de los jueces.

Ambos presentan baja aceptación en todos los indicadores de calidad, pero en función de la interpretación de los comentarios de algunos de los expertos, básicamente se objeta:

Para A-1-b: no se diferencia significativamente de la descripción utilizada para el nivel de *Muy bueno*.

Para A-3-b: el término *generaliza* no es específico, se parece a la descripción utilizada para el nivel de *Muy bueno*.

En función de estos aportes se efectúa la modificación de la rúbrica A, tal como se representa en la Tabla 8.7

A: Ser capaz de realizar el diseño de la solución tecnológica, incluyendo el modelado.				
Indicadores de logro	Nivel de cumplimiento del logro			
	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Insuficiente
A-1, Reconoce los componentes de la situación	(A-1-a), Descubre el modelo, patrón o relación de principios de la situación.	(A-1-b), Establece relaciones entre los diferentes componentes de la situación.	(A-1-c), Reconoce algunos componentes de la situación.	(A-1-d), No detecta o confunde algunos componentes de la situación.
A-3, Recurre al modelado Virtual para fundamentar El prototipo real.	(A-3-a), Desarrolla un modelo y trabaja sobre correcciones y modificaciones	(A-3-b), Desarrolla un modelo, pero no generaliza su uso	(A-3-c), No genera un modelo, pero tiene una estrategia de diseño	(A-3-d), No hay modelo ni estrategia, no encadena aplicaciones

Descubre los componentes de la situación, no los relaciona satisfactoriamente

Desarrolla un modelo de características superficiales, no aprovecha la potencialidad del recurso.

Tabla 8.7 Nuevas descripciones para los ítems A-1-b y A-3-b

b) Rediseño de la rúbrica B

Si bien el indicador de logro B-3 tiene un índice de aceptación levemente superior a 0,6, todas las descripciones de los niveles de cumplimiento del mismo son significativamente menores a este valor.

De todas maneras, algunos comentarios de los expertos, hacen referencia a la inconveniencia de evaluar estructura y *contenido* con un solo indicador.

Por tal motivo en la sección 8.6.4 se concluye con la recomendación de reemplazar la descripción del indicador de logro B-3 y consecuentemente también la de todos los grados de cumplimiento del mismo.

B: Ser capaz de elaborar informes, planos, especificaciones y comunicar recomendaciones.				
Indicadores de logro	Nivel de cumplimiento del logro			
	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Insuficiente
B-3, Los informes tienen la estructura y el contenido apropiado.	(B-3-a), La estructura y el contenido son relevantes y precisos.	(B-3-b), La estructura es correcta, falta contenido.	(B-3-c), Es desprolijo, no hay orden, está incompleto.	(B-3-d), Es desprolijo, no hay orden, omite partes relevantes de la cuestión.



B: Ser capaz de elaborar informes, planos, especificaciones y comunicar recomendaciones.				
Indicadores de logro	Nivel de cumplimiento del logro			
	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Insuficiente
B-3, Los informes son claros, están organizados, hay jerarquías.	(B-3-a), La información está muy bien organizada con párrafos bien redactados y con subtítulos.	(B-3-b), La información está organizada con párrafos bien redactados.	(B-3-c), La información está organizada, pero los párrafos no tienen jerarquías.	(B-3-d), La información proporcionada es parcialmente confusa y no está organizada.

Tabla 8.8 Nuevas descripciones para todos los ítems relacionados con el logro B-3

8.8. Cuestionario de evaluación del curso ISEBA

Como se mencionó en la Introducción de este Capítulo, resulta oportuno en el contexto de esta investigación indagar la opinión de los alumnos respecto de esta experiencia, no sólo del punto de vista tecnológico sino también respecto del aprendizaje propiciado por la realización de trabajos de Laboratorio Virtual (LV) y Laboratorio Remoto (LR).

En tal sentido esta indagación consta de dos partes:

- a) Valoración de las actividades de laboratorio
- b) Valoración del contexto del curso

Se pretende determinar una valoración cualitativa desde el punto de vista de los alumnos respecto de las actividades diseñadas para desarrollar a lo largo del curso. Se han de considerar en esta indagación la obtención de una valoración de los aspectos metodológicos e instrumentales de la iniciativa.

Existen algunas herramientas que nos permiten indagar respecto de un conjunto de características, aspectos o cualidades que deben ser juzgadas.

Si lo que se quiere es determinar la presencia de una característica, aspecto o cualidad por si/no, el instrumento se denomina lista de cotejo.

Si pretendemos medir el grado o categorías en que se aprecia una cualidad o característica, se reemplazan las opciones de si/no por una graduación de apreciaciones, es este caso el instrumento se denomina escala de apreciación (Himmel, Olivares y Zabalza, 1999).

Las categorías de apreciación de una actividad o cualidad pueden ser de carácter conceptual, por ejemplo:

Indicador	Categorías de apreciación			
	Siempre	Muchas veces	Algunas veces	Nunca
Utiliza el modelado			✓	
Indicador	Categorías de apreciación			
	Excelente	Buena	Suficiente	Insuficiente
La actividad de laboratorio resultó	✓			

Tabla 8.9 Ejemplos de categorías de apreciación conceptual para la escala de Himmel

Las categorías de apreciación también se podrían expresar como un porcentaje de cumplimiento o presencia. Por lo tanto, las escalas de apreciación tienen la misma estructura que las listas de cotejo, pero incorporan más de dos opciones para las categorías de apreciación. Es un buen instrumento para recoger información frente a comportamientos o acciones que queremos observar de manera permanente si nos interesa cuantificar su grado o intensidad (Himmel, Olivares y Zabalza, 1999).

a) La Escala de Apreciación para las actividades de laboratorio

Como esta indagación está orientada a conocer el impacto y expectativas que ha originado el curso ISEBA en los alumnos, se implementó una escala de apreciación para cuantificar el juicio de valor que han desarrollado los mismos, respecto de distintos aspectos del curso.

Las características bajo análisis abarcan desde la dinámica de las experiencias del LV y el LR como así también del material accesorio (tutoriales y apuntes).

A tal efecto se diseñaron dos escalas de apreciación, consignadas a continuación como Tabla 8.10 y Tabla 8.11. Para ambas escalas, las categorías de apreciación son las siguientes:

E: excelente M: muy buena B: buena S: suficiente I: insuficiente

Indicadores para el Laboratorio Virtual (LV)	Categorías				
	E	M	B	S	I
✓ La actividad en el LV resultó					
✓ La plataforma virtual tiene una interface de usuario					
✓ La experiencia en general le resultó					
✓ Considera el LV, como una actividad favorable en la enseñanza de sistemas embebidos.					
✓ Tutoriales y material de ayuda					
✓ Selección de problemas a resolver					
✓ Descripción de los procedimientos					
✓ Propuesta de actividades a partir de ejemplos nativos de la plataforma					
✓ Documentación técnica					

Tabla 8.10 Escala de apreciación aplicada a las actividades del LV

Indicadores para el Laboratorio Remoto (LR)	Categorías				
	E	M	B	S	I
✓ La actividad en el LR resultó					
✓ El LR tiene una interface de usuario					
✓ La experiencia en general le resultó					
✓ Considera el LR, como una actividad favorable en la enseñanza de sistemas embebidos.					
✓ Tutoriales y material de ayuda					
✓ Selección de problemas a resolver					
✓ Descripción de los procedimientos					
✓ Propuesta de actividades a partir de ejemplos nativos de la plataforma					
✓ Documentación técnica					

Tabla 8.11 Escala de apreciación aplicada a las actividades del LR

A la finalización del curso, se les solicita a los alumnos que completen ambas escalas simplemente tildando la valoración que crean le corresponde a cada indicador.

b) Preguntas Abiertas respecto del contexto del curso

Además de indagar respecto de las actividades del curso, se pretende recabar la opinión de los alumnos respecto de la posible utilización del EVEA (actualmente en uso únicamente en el ciclo básico por una o dos asignaturas, además de este curso) en asignaturas del ciclo superior y específicamente para la realización de prácticas de LV y LR.

Como se mencionó anteriormente, el EVEA de la Facultad de Ingeniería de la UNMD es muy poco utilizado en la actualidad en asignaturas del ciclo superior de la carrera. Una gran cantidad de profesores no utilizan o desconocen las posibilidades del aula virtual.

Por lo tanto, resulta esta, una buena oportunidad para recabar la opinión de los alumnos respecto de este tipo de iniciativas y si correspondiera utilizar esa información para promover en el claustro docente este tipo de actividades.

Para indagar respecto de esta cuestión se optó por la consulta con respuesta abierta. Se trata de que los alumnos comuniquen su parecer sin estar condicionados por ningún indicador específico.

Las preguntas son las siguientes:

¿Cuál es su opinión y que recomendaciones tiene respecto del curso ISEBA?

¿Cuál es su opinión y que recomendaciones tiene en general, respecto de la utilización de la plataforma de educación a distancia para la realización de LV y LR como una herramienta de aprendizaje?

Este tipo de indagación puede tener como resultado comentarios y opiniones sobre algún tema no solicitado. Esta ocurrencia dista de ser una inconveniencia pues puede mostrar algún aspecto de la cuestión que escapó a la consideración del cuerpo docente.

CAPITULO 9. ANÁLISIS DE RESULTADOS

9.1 Introducción

En este capítulo se muestran los resultados de la implementación de la propuesta didáctica: “Laboratorio Remoto (LR) en un Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA)” para favorecer el aprendizaje de programación basada en lenguaje de alto nivel”.

Específicamente se implementó una secuencia didáctica basada en la realización de trabajos prácticos de laboratorio, mediados íntegramente por tecnología sobre Moodle, con los objetivos específicos de:

- Favorecer en los alumnos el aprendizaje de técnicas de programación.
- Propiciar la movilización de capacidades, habilidades, técnicas, métodos y actitudes que contribuyen a la formación de una competencia tecnológica.

Se analizan los resultados teniendo en cuenta el marco teórico y el contexto de aplicación.

9.2. Recolección de la información

En el capítulo 7 se diseñaron las actividades pedagógicas para la implementación de este trabajo de campo, básicamente, están soportadas en la realización de dos trabajos de laboratorio de distinto tipo, pero sobre el mismo tema. Las mismas están programadas en la organización del curso como:

- Actividad-1: relacionada con la utilización del LV
- Actividad-2: relacionada con la utilización del LR

En el capítulo 7, apartado 7.4.2 se describen estas actividades, las mismas implican la realización de tareas que conllevan la confección de informes y listados de código de programación que deben ser subidos a la plataforma educativa en los accesos creados al efecto.

En la Figura 9.1 se muestra una imagen parcial (se ha preservado la identidad de los alumnos) de la sección de Moodle que brinda al docente administrador del curso la vista y disponibilidad de los archivos enviados por los alumnos.

En este caso se trata de la Actividad 1 parte a.

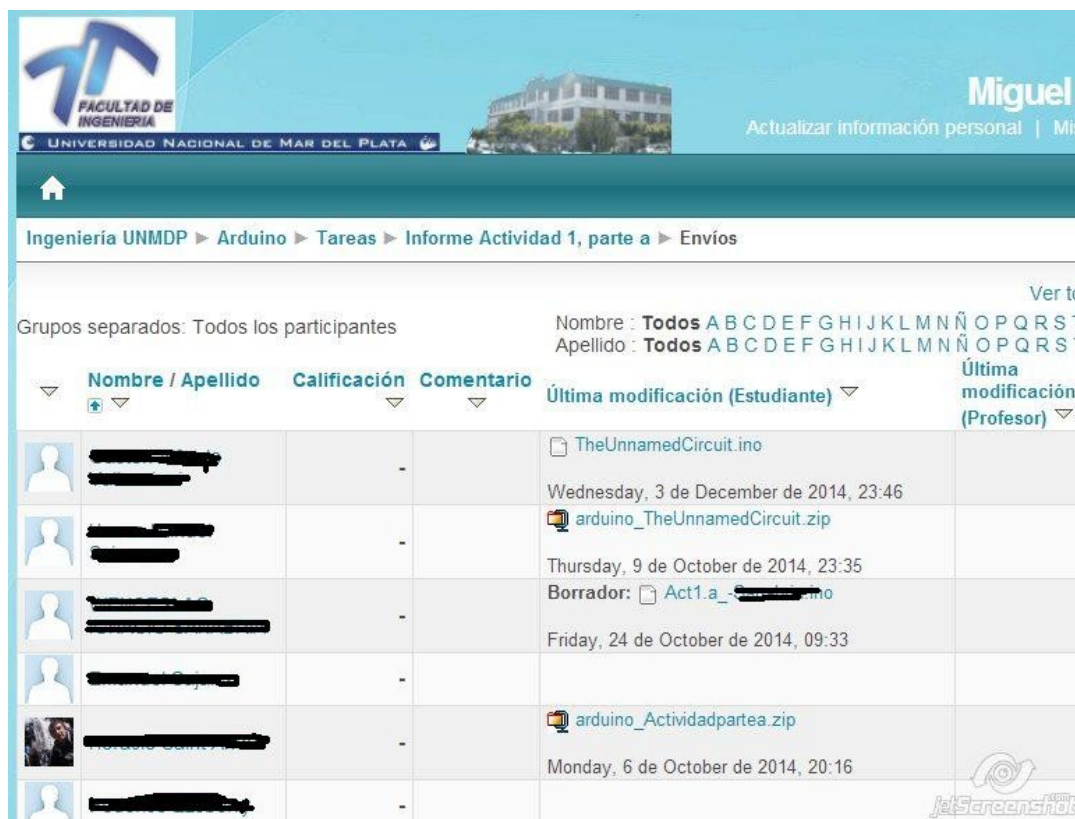


Figura 9.1 Captura pantalla del repositorio de devoluciones Actividad 1 parte a

Estos archivos, una vez descomprimidos son documentos de texto con la extensión correspondiente (.ino)⁹⁵ para ser ejecutados en el entorno de desarrollo Arduino.

De esa manera el docente a cargo evalúa su funcionalidad y completa la rúbrica.

De la misma manera, en la Figura 9.2 se muestra el repositorio de los informes (.doc o docx) de la Actividad 2 parte b.

⁹⁵ Extensión para el archivo ejecutable en el IDE de Arduino.

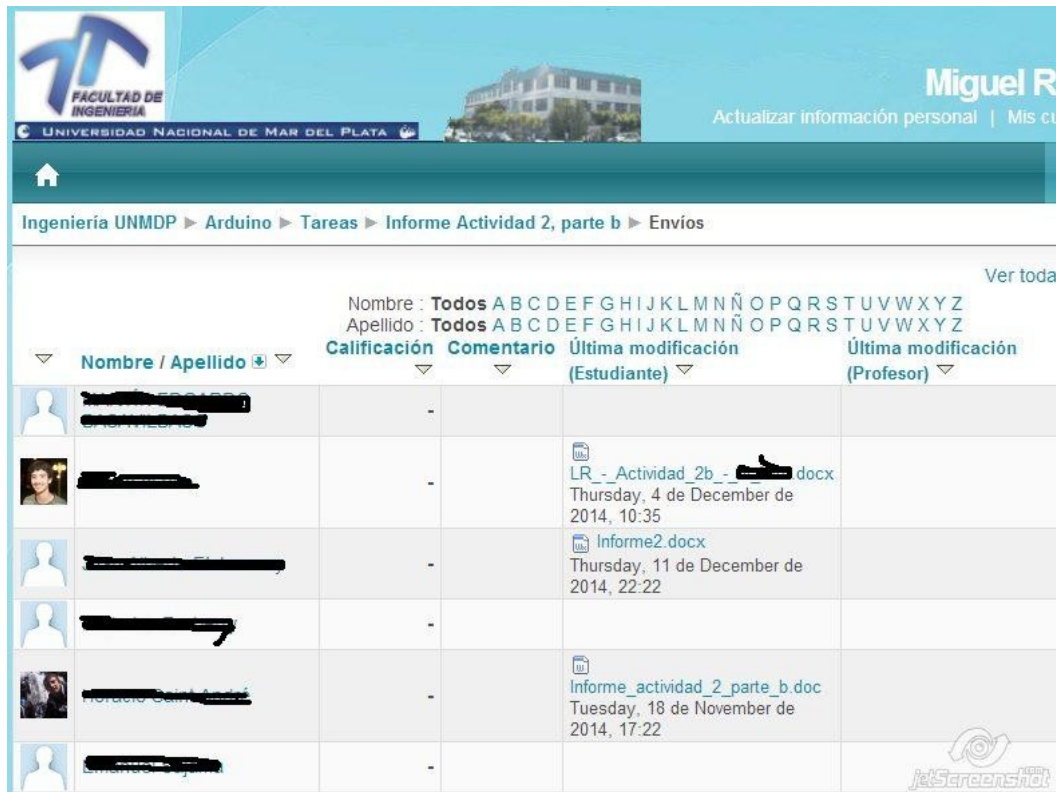


Figura 9.2 Captura pantalla repositorio de devoluciones Actividad 2 parte b

Por ejemplo, se transcribe uno de los informes:

A tal efecto, primero transcribimos el enunciado de la devolución solicitada al alumno después de efectuar la Actividad 2 parte b:

Genere un documento tipo .doc y súbalo a la plataforma mediante el acceso:

 [Informe Actividad 2, parte b](#)

El documento tiene que explicar que hace el código original y también lo que ocurre al efectuar las modificaciones y activar el visor de eventos, indique que se muestra en el mismo.

Informe Alumno_2:

“El código original lee el valor presente en la entrada analógica 0 y utiliza este valor como delay para prender y para apagar un led.

Mis modificaciones fueron leer la entrada analógica 1 ya que ahí es donde estaba conectado el potenciómetro y luego cambiar la secuencia de prendido y apagado del led por defecto y también la del conectado a la salida digital 9, por una secuencia que sigue el ritmo de la batería que se escucha en la canción “La ciudad de la furia” de Soda Stereo en la versión Unplugged, los delays pueden ser modificados mediante la variación del potenciómetro.

En el visor de eventos se puede apreciar la lectura del valor del potenciómetro, el mismo es 646, que corresponde al valor de tensión $5 \cdot 646 / 1023 = 3,16V$ aproximadamente”

Para cada alumno en particular se aplican las rúbricas tomando como fuente de información la resolución de las tareas previstas en las actividades del curso.

En el capítulo 8, apartado 8.7., se muestra la versión final de las rubricas A y B luego de aplicar las modificaciones que resultaron de las conclusiones del juicio de expertos.

Para cada indicador de logro se espera que el alumno obtenga al menos una valoración: “suficiente”.

La insuficiencia en algún indicador, debe ser revisada mediante la realización de una actividad de remediación en la que prevalezca el aspecto insuficiente del logro evaluado.

9.2.1. Información recolectada para la evaluación del grado de apropiación de la competencia A

Hay que determinar el grado de apropiación de esta competencia, evaluando cada uno de los indicadores de logro establecidos en la rúbrica, teniendo en cuenta:

- El comportamiento de los programas desarrollados según lo solicitado en las tareas: “Actividad 1-parte a”, “Actividad 1-parte b” y “Actividad 2-parte b”. Cada una de estas devoluciones es un programa que se evalúa ejecutándolo en el IDE de Arduino.
- El análisis técnico de los informes que se adjuntan con los programas desarrollados, que permitan establecer su funcionalidad, especificaciones y conclusiones respecto de su utilización.

Para cada alumno, se evalúan todas las resoluciones de las tareas teniendo en cuenta el grado de cumplimiento de cada indicador de logro, llegando a una única apreciación de cumplimiento para cada uno de ellos.

Para registrar el resultado de cada alumno se puede utilizar una tabla con la misma apariencia que la de la rúbrica, pero se omiten las descripciones de los distintos grados de cumplimiento de los indicadores de logro y se utilizan esos casilleros para marcar la opción calculada.

En la Tabla 9.1 se muestra, como ejemplo el resultado obtenido para un alumno en particular (denominado Alumno_2).

A: Ser capaz de realizar el diseño de la solución tecnológica, incluyendo el modelado.				
Indicadores de logro	Nivel de cumplimiento del logro			
	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Insuficiente
A-1	√			
A-2	√			
A-3			√	
A-4		√		

Tabla 9.1 Resultado de la aplicación de la rúbrica A al alumno_2

9.2.2. Información recolectada para la evaluación del grado de apropiación de la competencia B

Para determinar el grado de apropiación de esta competencia se evalúan cada uno de los indicadores de logro establecidos, teniendo en cuenta:

- El análisis de contenido y forma de todos los informes y descripciones incluidas en los productos generados por los alumnos.

Competencia B: Ser capaz de elaborar informes, planos, especificaciones y comunicar recomendaciones.				
Indicadores de logro	Nivel de cumplimiento del logro			
	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Insuficiente
B-1		√		
B-2	√			
B-3			√	
B-4			√	
B-5			√	

Tabla 9.2 Resultado de la aplicación de la rúbrica B al alumno_2

9.3. Criterios para la interpretación de los resultados

Una evaluación de competencias se efectúa evaluando los logros atribuibles a las mismas.

Para el denominado alumno_2, que en ambas rubricas obtuvo una valoración de suficiente o superior en todos los indicadores de logros, podemos decir que demuestra poseer manifestaciones de las competencias involucradas.

La única cuestión a resolver es en qué grado posee esa competencia.

Esta evaluación no lo puede determinar, a lo sumo puede establecer en qué grado el alumno manifiesta poseer las cualidades que describen los indicadores de logro.

La cuestión se resolvería si pudiésemos contestar la siguiente pregunta:

¿Cuántos indicadores de logro son necesarios para inferir con certeza que un alumno posee una competencia y en qué grado?

Esta cuestión puede resultar tan importante como la referida a la validez de los indicadores de logro y se podría resolver de la misma manera; es decir, solicitando a los expertos opinión y en caso necesario la sugerencia de un indicador de logro adicional a los ya incluidos en la rúbrica.

9.4. Resultados en referencia al conjunto de alumnos del curso

En las Tablas 9.3 y 9.4 se resumen los resultados obtenidos de todos los alumnos del curso (once), en cada celda de la tabla se indica el porcentaje que obtuvieron esa valoración en las rubricas A y B respectivamente.

9.4.1. Para la competencia A

Indicadores de logro	Muy Bueno	Bueno	Suficiente	Insuficiente
A-1, Reconoce los componentes de la situación	30%	50%	20%	
A-2, Relaciona situaciones de aprendizaje con la resolución de un problema	30%	50%	20%	
A-3, Recurre al modelado Virtual para fundamentar el prototipo real.	20%	50%	10%	20%
A-4, Diseña la solución tecnológica adecuada para resolver el problema	30%	50%	20%	

Tabla 9.3 Resultado de la aplicación de la rúbrica A a todos los alumnos

En términos generales, salvo para el indicador A-3, todos los alumnos alcanzan la aprobación del resto de los indicadores con al menos el nivel de valoración Suficiente. Estos logros, que son mayoritariamente aprobados por todos los alumnos, son de carácter genérico y resulta esta evaluación como una verificación de hecho, de la participación del resto de las asignaturas de la carrera en su formación.

El indicador de logro A-3, resulta el indicador con los peores resultados. Se trata de un criterio de logro específico de las actividades realizadas. El hecho de que un 20% de los alumnos no alcanzó al menos una evaluación de Suficiente implica que estos no recurrieron al modelado virtual al momento de tener que generar un prototipo real. Esta situación puede indicar una falta de interés para pasar a lo virtual antes de completar un diseño real, ya sea porque se lo considere superfluo o innecesario.

9.4.2. Para la competencia B

Indicadores de logro	Muy Bueno	Bueno	Suficiente	Insuficiente
B-1, Los informes tratan el tema específico, sin mezcla de otros	50%	50%		
B-2, Los informes comunican claramente sus ideas	20%	30%	50%	
B-3, Los informes son claros, están organizados, hay jerarquías.	20%	20%	60%	
B-4, Los informes comunican fehacientemente las especificaciones	20%	50%	30%	
B-5, Los informes comunican fehacientemente las conclusiones	20%	20%	60%	

Tabla 9.4 Resultados de la aplicación de la rúbrica B a todos los alumnos

La totalidad del curso demuestra aptitud de al menos nivel suficiente en todos los indicadores de logro de la competencia B.

Esta competencia se presume, se encuentra bien desarrollada en los alumnos integrantes del curso, pero seguramente no solo a consecuencia de las actividades de este, sino por la integración de capacidades desarrolladas en situaciones de aprendizaje previas.

9.5. Análisis general respecto de los resultados de las rúbricas

Las rúbricas resultaron una herramienta eficaz para evaluar el grado de dominio de los indicadores de logro o capacidades que son la manifestación de una competencia.

Una evidencia de esto, es la mejor performance de los alumnos en aquellos indicadores de logro de la competencia más genérica (competencia B) que se han formado a lo largo de anteriores procesos de aprendizaje y los resultados son más discretos para los indicadores de la competencia más tecnológica (competencia A).

Estos resultados justifican la revisión y modificación de las actividades para agregar más instancias de aprendizaje que propicien en los alumnos la formación de las capacidades específicas en las que se verifican los peores resultados, aunque está claro que el dominio de una competencia es algo que se obtiene a lo largo del desarrollo del plan de estudios y además este es el que debe prever los mecanismos necesarios para favorecer el desarrollo de las mismas (capítulo 5, apartado 5.4.)

9.6. Análisis de la información recolectada respecto de la evaluación del contexto experimental y de la propuesta en general

Como se estableció en el Capítulo 8, apartado 8.8, se utilizó se utilizó un Cuestionario de evaluación del curso ISEBA.

Este cuestionario consta de dos partes:

a) Valoración de las actividades de laboratorio

Se utiliza el instrumento escala de apreciación que se desdobló en dos instancias, una para cada tipo de laboratorio, el virtual y el remoto.

b) Valoración del contexto del curso

En este caso se utiliza un cuestionario que invita al alumno a argumentar de manera no estructurada dando su opinión sin que se deba referenciar a algún aspecto muy específico.

9.6.1. Valoración de las actividades de Laboratorio Virtual.

Para tener un panorama global de los resultados, utilizamos la misma estructura de la escala, pero en el lugar donde se efectúa la opción de valoración (con una tilde) transcribimos el porcentaje de selección que efectuaron los alumnos. El resultado se puede observar en la Tabla 9.5

En referencia a la misma, los indicadores del grado de valoración son los siguientes:

E: excelente, M: muy buena, B: buena, S: suficiente, I: insuficiente

Indicadores para el Laboratorio Virtual (LV)	Valoración				
	E	M	B	S	I
a- La actividad en el LV resultó	20%	60%	20%		
b- La plataforma virtual tiene una interface de usuario		60%	40%		
c- La experiencia en general le resultó		40%	40%	20%	
d- Considera el LV, como una actividad favorable en la enseñanza de sistemas embebidos.		60%	40%		
e- Tutoriales y material de ayuda	20%	40%	40%		
f- Selección de problemas a resolver	20%		40%	40%	
g- Descripción de los procedimientos		60%	40%		
h- Propuesta de actividades a partir de ejemplos nativos de la plataforma	20%	40%	40%		
i- Documentación técnica		60%	40%		

Tabla 9.5 Resultados de la valoración para los indicadores del Laboratorio Virtual

Con los datos de la Tabla 9.5 podemos construir una gráfica de columnas que nos permitirá una rápida valoración de los resultados:

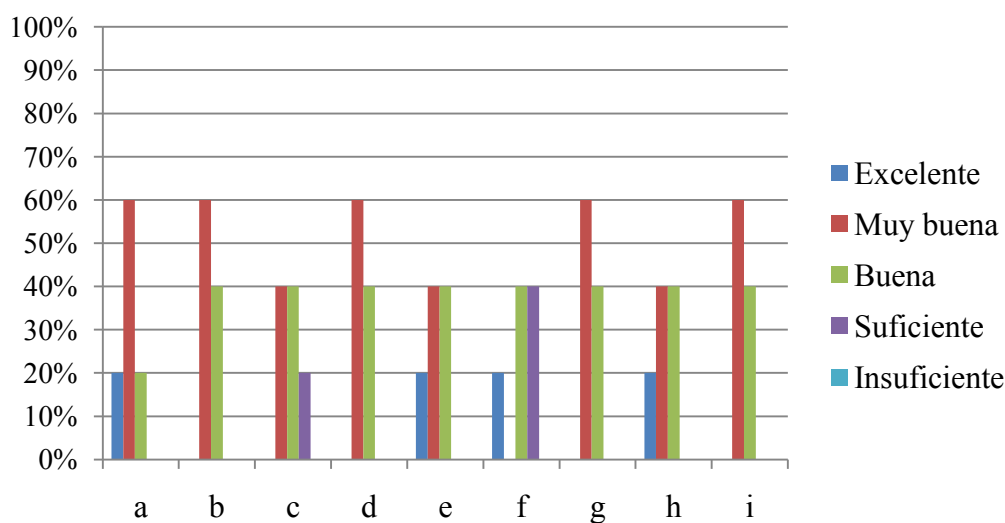


Gráfico 9.1 Resultados de la valoración para los indicadores del LV

Esta representación de los datos nos permite identificar una adhesión a ponderar con una muy buena opinión a la mayoría de los indicadores.

No hay ninguna opinión de excelencia y es notable una menor valoración para los indicadores “e” y “f”, lo que implica que los alumnos esperaban problemas más adecuados o exigentes y tutoriales acorde.

9.6.2. Valoración de las actividades de Laboratorio Remoto

Al igual que para el caso anterior, utilizamos la misma estructura de la escala, pero en el lugar donde se efectúa la opción de valoración (con una tilde) transcribimos el porcentaje de selección que efectuaron los alumnos. El resultado se puede observar en la Tabla 9.6

En referencia a la tabla mencionada, los indicadores del grado de valoración son los siguientes:

E: excelente, M: muy buena, B: buena, S: suficiente, I: insuficiente

Indicadores para el Laboratorio Remoto (LR)	Valoración				
	E	M	B	S	I
a- La actividad en el LR resultó		80%			20%
b- El LR tiene una interface de usuario		40%	40%	20%	
c- La experiencia en general le resultó		40%	40%		20%
d- Considera el LR, como una actividad favorable en la enseñanza de sistemas embebidos.	20%	60%			20%
e- Tutoriales y material de ayuda	40%	40%	20%		
f- Selección de problemas a resolver	20%		20%	60%	
g- Descripción de los procedimientos		60%	40%		
h- Propuesta de actividades a partir de ejemplos nativos de la plataforma	20%	40%	40%		
i- Documentación técnica		60%	40%		

Tabla 9.6 Resultados de la valoración para los indicadores del Laboratorio Remoto

Con los datos de la Tabla 9.6 podemos construir una gráfica de columnas que nos permitirá efectuar una rápida valoración de los resultados:

La Grafica 9.2 nos permite observar un resultado muy particular en donde el 80% de los alumnos tiene una opinión de “muy buena” respecto de la realización de la actividad de laboratorio remoto (indicador a) y paradójicamente el 20% restante la considera insuficiente.

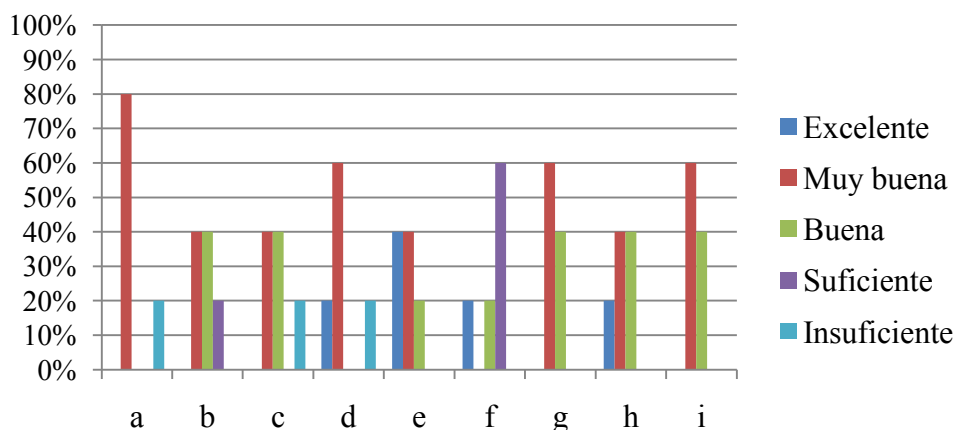


Gráfico 9.2 Resultados de la valoración para los indicadores del Laboratorio Remoto

Este resultado se puede interpretar de muchas maneras, por ejemplo, que dichos alumnos consideren insuficiente la cantidad de LR o su complejidad, pero aun así posteriormente opinen favorablemente respecto de la actividad.

En esta instancia resulta evidente que la consulta es inespecífica o no apropiada y se debe reemplazar por dos o más opciones para valorar adecuadamente las actividades.

Un caso similar ocurre con el indicador d, “considera el LR, como una actividad favorable en la enseñanza de sistemas embebidos”, algunos alumnos del grupo del 20% que la considera insuficiente adujo que su opinión se debe a la frustración en la realización del laboratorio por el mal funcionamiento de la plataforma (retardos y desconexiones) que conspiran con la continuidad y satisfacción en la realización de las tareas.

9.6.3. Análisis global respecto de las actividades de laboratorio

En términos generales los indicadores muestran un nivel de aprobación entre muy bueno y bueno, salvo en el laboratorio remoto en el que hay indicadores con algún grado de calificación como insuficiente. Esto último se entiende, en parte, analizando las respuestas del cuestionario donde el alumno puede opinar libremente de las experiencias. De todas maneras, el diseño de las cuestiones a valorar en las escalas de apreciación se debe revisar y resultar más específico el carácter de la indagación.

9.7. Valoración del contexto del curso

Se presenta a continuación algunas de las respuestas obtenidas para cada pregunta.

- a) ¿Cuál es su opinión y que recomendaciones tiene respecto del curso ISEBA?

Se solicita al alumno una opinión global respecto del curso y en cierta forma está relacionada con las valoraciones vertidas en las escalas de apreciación.

Respuestas:

- Respuesta Alumno_0: *“El curso fue muy interesante como primer acercamiento a la plataforma, pero me parecería mejor la proposición de trabajos a lo largo de la cursada que tengan que ser resueltos por el alumno, no copiando el código escrito por el profesor.”*
- Respuesta Alumno_1: *“Me pareció bueno como curso introductorio y como herramientas adicionales, especialmente para alguien que no cuenta con las placas de desarrollo físicas. Funcionan bien como ejemplos didácticos y para aprender a utilizar las funciones básicas de la placa Arduino. Tal vez se hubiera sacado más provecho si como actividad de laboratorio remoto, o como actividad adicional final se agregara algún problema a resolver por los alumnos sin utilizar/modificar los ejemplos de forma directa.”*
- Respuesta Alumno_2: *“Buen curso en general. En particular, la máquina virtual utilizada para realizar el Laboratorio Remoto no funcionaba del todo bien y tendía una tendencia a colgarse. Por accidente, el entorno de Arduino intentó abrir la documentación sobre una de sus funciones en el navegador de internet. Otra pestaña se abrió automáticamente (ADBlock Plus), lo que causó que la máquina se ralentizara, necesitando recargar la pestaña del LR y abrir sesión nuevamente”*
- Respuesta Alumno_3: *“En mi caso el problema que tuve, es que no cuento con una conexión a internet confiable y permanente. Intente hacer las actividades en la facultad y me fue imposible por la misma razón.”*

Fuera de eso, no tuve inconveniente alguno. Hubiese preferido en las actividades del LR algo que requiera de algún conocimiento más avanzado, de manera de profundizar un poco más los temas relacionados a Arduino, pero entiendo que hay demasiados temas en los que indagar y no alcanza una cursada para dar todo.”

- b) ¿Cuál es su opinión y que recomendaciones tiene en general, respecto de la utilización de la plataforma de educación a distancia para la realización de LV y LR como una herramienta de aprendizaje?

Respuestas:

- Respuesta Alumno_0: *“Con respecto al LV, la plataforma es interesante y de gran utilidad para abordar una actividad previa implementación física, presenta fallas en la ejecución y en las características de algunos componentes y la disponibilidad de integrados es limitada. Al LR como fue realizado no le encontré gran utilidad, las pruebas realizadas en el aula fueron más nutritivas para el aprendizaje.”*
- Respuesta Alumno_1: *“Dependiendo de la materia podrían ser buenas herramientas complementarias para el aprendizaje y la fijación de conocimientos en forma de resolución de ejemplos prácticos que se pueden observar funcionando en pantalla de forma más interactiva que el “papel y lápiz”.*
- Respuesta Alumno_2: *“Muy buen curso para materias enfocadas en la programación y en software. Se dificulta la prueba e implementación de componentes de hardware”*
- Respuesta Alumno_3: No responde la pregunta

9.8. Contexto e interpretación de los resultados

Como se estableció en un Capítulo previo, el curso ISEBA se creó con carácter optativo y no curricular (es decir no otorga ningún crédito de grado) y está pensado para complementar los conocimientos y competencias de los egresados.

Simultáneamente con el ofrecimiento de este curso, se puso a consideración del alumnado una asignatura optativa cuatrimestral y presencial que si otorga créditos para la carrera, que utiliza la plataforma de desarrollo estudiada en ISEBA para la implementación de aplicaciones en el campo de la Robótica Aplicada.

Resultó entonces que el curso ISEBA puede ser nivelador y proveedor de los conocimientos y competencias necesarias para poder tomar la asignatura Robótica Aplicada.

Se hacen explícitas todas estas consideraciones porque, como veremos más adelante, explican parte de los resultados obtenidos en la indagación.

Los alumnos tomaron el curso ISEBA simultáneamente con la asignatura optativa y por lo tanto no pudieron justipreciar el hecho de eventualmente no disponer de una placa real de Arduino para la realización de un desarrollo.

Por eso, algunos alumnos señalan que el curso ISEBA debería acompañar la cursada de “Robótica Aplicada” con problemas a resolver más avanzados y relacionados con los objetivos de la asignatura optativa.

En el futuro esta propuesta puede acompañar el cursado de la optativa ofreciendo la plataforma de experimentación real las 24 horas del día todos los días, como complemento al laboratorio real y presencial durante 2 horas una vez a la semana.

De todas maneras, este curso fue concebido de esta manera (introductorio y de corta duración) porque no es obligatorio que los alumnos opten por el mismo y en tal caso, como ya referimos anteriormente en esta tesis, está pensado para remediar el hecho de que el contenido curricular obligatorio no contempla este tipo de desarrollo experimental.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, en términos generales y en base a las opiniones de los alumnos, el curso y su implementación tuvieron una buena aceptación y también resultó en un tipo de experiencia recomendable para aplicar en otras asignaturas de la carrera.

CAPITULO 10. CONCLUSIONES Y LINEAS FUTURAS DE INVESTIGACION

10.1 Introducción

Esta investigación presenta la implementación de una propuesta didáctica de un curso de programación de microcontroladores mediante la realización de prácticas de laboratorio de distinta índole. La propuesta se basa la implementación de simulaciones sobre un microcontrolador virtual (laboratorio virtual) o sobre un dispositivo real mediante el control a distancia del mismo (laboratorio remoto), en un entorno virtual de enseñanza y aprendizaje (EVEA).

Conocer el nivel de dominio de una competencia desarrollada por un alumno es una tarea bastante compleja, ya que implica indagar capacidades a partir de situaciones problema que recreen contextos reales.

La evaluación por competencias propone un cambio de enfoque respecto de la evaluación tradicional, pues pretende determinar las capacidades y aptitud adquiridas en el proceso de aprendizaje.

Se presenta en esta tesis la evaluación con rubrica, su utilización supone lograr una apreciación más justa e integral del desempeño de un alumno (Gulikers, 2006), porque reemplaza una evaluación tradicional que puede ser imprecisa, subjetiva y no constante por un conjunto de criterios concretos y graduados que hacen más certera la evaluación de desempeños que forman una competencia (Blanco, 2007).

Se coincide con García-Ros (2011) en que las rúbricas, además de ser una herramienta de evaluación, promueven un aprendizaje de mayor calidad al hacer explícitos los criterios de bondad en la elaboración de proyectos y permitirles a los estudiantes focalizar la atención en los mismos, facilitando además la autoevaluación. Además, se ha reafirmado su utilidad para ofrecer al profesor juicios más validos sobre el nivel de adquisición de competencias complejas.

En el apartado siguiente se presentan las conclusiones y los resultados más significativos derivados del trabajo de investigación realizado, según el objetivo general y los objetivos particulares planteados en la propuesta de la presente tesis.

10.2 Conclusiones

Sobre la base del objetivo general de esta tesis:

- *“Formular el diseño y puesta en marcha de una propuesta didáctica que incluye la realización de un Laboratorio Remoto (LR) en un Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA) que favorezca el aprendizaje de la programación e implantación de código, basada en lenguaje de alto nivel”.*

El objetivo se considera cumplido al haberse implementado y desarrollado de manera efectiva una propuesta didáctica basada en la realización de trabajos de laboratorio de programación en el entorno de enseñanza aprendizaje Moodle.

Se indican a continuación los resultados más significativos de carácter general derivados del trabajo de investigación realizado:

- Se presentó el procedimiento para incorporar un módulo de software denominado “modulo laboratorio remoto” a Moodle, para permitir la tele operación de una plataforma para la realización de prácticas de laboratorio de programación de microcontroladores.
- La modificación que se efectuó al Moodle brinda de ahora en más la facilidad de permitir la realización de cualquier tipo de laboratorio remoto, constituyendo de esa manera un aporte significativo para la planificación y ejecución de otras propuestas educativas.
- Se desarrolló el marco teórico en lo que respecta a la formación universitaria por competencias y se establecieron los factores que intervienen en el proceso de aprendizaje que contribuyen al desarrollo de las mismas.
- Se estableció un marco teórico referencial respecto de la enseñanza de la ingeniería mediante la resolución de situaciones problema que recrean contextos reales como puede ser la realización de un trabajo de laboratorio.

Sobre la base de los objetivos particulares de esta tesis:

- *Favorecer en los alumnos el aprendizaje de técnicas de programación.*
- *Propiciar la movilización de capacidades, habilidades, técnicas, métodos y actitudes que contribuyen a la formación de una competencia tecnológica.*

Se indican a continuación los resultados más significativos de carácter específico derivados del trabajo de investigación realizado en prosecución de los objetivos establecidos:

- Se desarrolló un marco teórico para el diseño de los trabajos prácticos de laboratorio y de la secuencia didáctica del curso, tendientes a construir en el alumno desempeños conducentes a la formación de competencias tecnológicas.
- La propuesta permitió, además, integrar la realización de un laboratorio virtual basado en un entorno de simulación gratuito residente en la web, como una parte de la propuesta didáctica.
- A partir del marco teórico presentado se selecciona la rúbrica como la herramienta apropiada para la detección de indicadores de logro que conforman las manifestaciones de una competencia.
- Se estableció el marco teórico respecto de la validación de la herramienta de indagación. Se efectuó la validación de contenido de las rúbricas mediante el procedimiento del juicio de experto.
- Se diseñó un cuestionario para conocer la valoración del curso implementado.
- En cuanto a los resultados obtenidos, se determinó que los indicadores de logro de la competencia “Ser capaz de elaborar informes, planos, especificaciones y comunicar recomendaciones” se encuentran más desarrollados que los

correspondientes a la competencia “Ser capaz de realizar el diseño de la solución tecnológica, incluyendo el modelado”.

- En cuanto al nivel de satisfacción de los estudiantes, se muestra una opinión favorable a incluir este tipo de propuestas en otras asignaturas.
- Otro resultado significativo de este análisis indica que mayoritariamente se sugiere que las actividades deberían ampliarse e incluir problema de mayor complejidad.
- Aunque globalmente la apreciación de la propuesta por parte de los alumnos es favorable, los mismos señalan dificultades originadas en la realización del trabajo de laboratorio en tiempo real (laboratorio remoto).

10.3 Futuras líneas de investigación y desarrollo

En función de los resultados obtenidos se prevén las siguientes líneas de acción:

- ✓ Revisar el acceso externo a la plataforma educativa en lo que respecta a: frecuencia de plataforma no accesible, retardos de validación, cortes de conectividad en tiempo real, etc., que constituyen las principales causas de valoración negativa de la propuesta.
- ✓ Aplicar este formato de actividades en Moodle, con la finalidad de entrenamiento adicional en programación de microcontroladores como soporte a la asignatura de índole presencial “Robótica Aplicada”.
- ✓ En función de la amplia aceptación de los alumnos respecto de la realización de trabajos de laboratorio en las modalidades virtual y remoto, como una actividad favorecedora del aprendizaje, se efectuará la documentación y divulgación en el ámbito académico de las facilidades mencionadas agregadas a la plataforma Moodle.

- ✓ Profundizar la línea investigativa en relación a las competencias tecnológicas a fin de adaptar el aprendizaje y la evaluación al nuevo paradigma de la formación orientada a las competencias.

- ✓ Efectuar nuevamente el procedimiento de validación, entendiendo que la validez debe considerarse una condición en permanente construcción, continuamente evaluada y mejorada (Cizek, Germuth y Schmid, 2011).

CAPITULO 11. REFERENCIAS

- Andrés, M., Pesa, M. y Meneses, J. (2008). Efectividad de un laboratorio guiado por el modelo de aprendizaje Matlab para el desarrollo conceptual asociado a tareas experimentales. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 26(3). Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/132180/297698>
- Anguiano, M. y Velasco, V. (2012). La construcción y evidencias de validez de una rúbrica analítica para la evaluación de ensayos. *Revista de Evaluación Educativa*, 1 (2). Recuperado de <http://revalue.mx/revista/index.php/revalue/article/view/35/98>
- Augarten, S., (1983). *The Most Widely Used Computer on a Chip: The TMS 1000*. State of the Art: A Photographic History of the Integrated Circuit. New York: Ticknor & Fields.
- Barberá, O. y Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: Una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 365-379. Recuperado de http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21466/93439%3Forigin%3Dpublication_detail .
- Barnés, J. y Perrenoud, P., (2008). Competencias y planes de estudio. El debate sobre las competencias en la enseñanza universitaria. Universidad de Barcelona. España: Octaedro. Recuperado de <http://octaedro.com/pdf/16505.pdf>
- Basogain, X., Basogain, M., Koldobika, J., dos Reis, A. y Pinto, P. (2009). Interactividad 3.0 en la e-educación. Madrid: V Jornada del Campus Virtual UCM, Buenas Prácticas e Indicios de Calidad (154-161). ISBN: 978-84-7491-968-4.
- Bodington, C (2007). Basic para microcontroladores PIC. Google Books. Recuperado de <http://www.unrobotica.com/manuales/basic.pdf>
- Cabero, J. (2006). Bases pedagógicas del e-learning. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 3(1). Recuperado de <https://ddd.uab.cat/pub/dim/16993748n6/16993748n6a4.pdf>
- Cabero, J. (2000). La formación virtual: principios, bases y preocupaciones. En Pérez, R. (Ed.). *Redes, multimedia y diseños virtuales*. Oviedo, Departamento de Ciencias de la Educación de la Universidad de Oviedo, 83-102. Recuperado de <http://tecnologiaedu.us.es/cuestionario/bibliovir/87.pdf>

- Cabero, J. y Barroso, J. (2013). La utilización del juicio experto para la evaluación de TIC: el coeficiente de competencia experta. *Bordón, Revista de Pedagogía* 65(2). Universidad de Sevilla. Recuperado de http://www.academia.edu/4023370/La_utilizaci%C3%B3n_del_juicio_de_experto_para_la_evaluaci%C3%B3n_de_TIC_el_coeficiente_de_competencia_experta
- Cabral Vargas, B (2011). La educación a distancia vista desde la perspectiva bibliotecológica. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de http://132.248.242.3/~publica/archivos/libros/educacion_distancia_bibliotecologica.pdf
- Cadenato, A., Martínez, M., Graells, M., Amante, B., Jordana, J., Gorchs, R.,...Pérez, M. (2010). Rúbricas para evaluar la competencia específica: aplicar el método científico en laboratorios. Universidad Politécnica de Catalunya. Proyecto RIMA. Recuperado de http://www.upc.edu/rima/grups/grapa/activitats/participacion-en-congresos/las-rubricas-de-evaluacion-en-el-desempeno-de-competencias-ambitos-de-investigacion-y-docencia-juny-2010-san-sebastia/rubricas-para-evaluar-la-competencia-especifica-aplicar-el-metodo-cientifico-en-laboratorios/view?set_language=es.
- Calvo, I., Zulueta, E., Gangoit, U. y López, J. (2008). Laboratorios remotos y virtuales en enseñanzas técnicas y científicas. *E-Revista de Didáctica*, 3. Recuperado de http://www.ehu.es/ikastorratza/3_alea/laboratorios.pdf.
- Castaño Garrido, C., Basogain Olave, X. y Basogain Olabe M. (2011). El audiovisual en entornos formativos Web 2.0. En Roig Vil, R. y Laneve, C. (Eds.). *La práctica educativa en la sociedad de la información. Innovación a través de la investigación*. Recuperado de http://www.edutic.ua.es/wp-content/uploads/2012/06/La-practica-educativa_97_108-CAP9.pdf
- Castaño, C. y Palazio, G. (Eds.).(2006). *Nuevos escenarios pedagógicos a través de redes semánticas para el autoaprendizaje a lo largo de la vida - Life Long Learning*. [Curso]. Universidad del País Vasco. Recuperado de http://www.ehu.es/palazio/feccoo/apuntes_nuevos-escenarios.pdf.
- Ciudad, A. y Valverde, J. (2014). El uso de e-rúbricas para la evaluación de competencias en estudiantes universitarios. Estudio sobre fiabilidad del instrumento. *REDU, Revista de Docencia Universitaria*, 12 (1), 49-79. Universidad

- de Extremadura, España. Recuperado de <http://www.ub.edu/rmaa/sites/default/files/articles/Valverde%2C%20Ciudad.pdf>
- Cizek, G., Germuth, A. y Schmid, L. (2011). Lista de Cotejo para Evaluar Programas de Certificación. Kalamazoo The Evaluation Center, Western Michigan University. Recuperado de https://www.wmich.edu/sites/default/files/attachments/u350/2014/K-12_Assessment_Checklist_espanol.pdf
- Comesaña, J. (2001). *Lógica informal, falacias y argumentos filosóficos*. Buenos Aires: Eudeba.
- Conole, G., Dyke, M., Oliver, B. y Seale, A. (2004). Mapping pedagogy and tools for effective learning design. *Computers & Education* 43, 17–33. Recuperado de https://moodle.elac.edu/pluginfile.php/61196/mod_resource/content/0/toolsandtheories_1_.pdf
- Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (2013). Declaración de Valparaíso. Recuperado de www.confedi.org.ar/blog/declaración-de-valparaíso-asibe
- Contreras Higuera, W. (2008). Sistema de Rúbricas para la Evaluación de Habilidades y Actitudes en la Enseñanza del Diseño, Proyecto de Intervención e Innovación Pedagógica. Universidad del Bio-Bio, Concepción, Chile. Recuperado de http://cybertesis.ubiobio.cl/tesis/2008/contreras_w/doc/contreras_w.pdf
- Cooperberg, A. (2002). Las herramientas que facilitan la comunicación y el proceso de enseñanza-aprendizaje en los entornos de educación a distancia. *Revista de Educación a Distancia*. Publicación en línea. Murcia (España). Año 13. Recuperado de <http://www.um.es/ead/red/3/cooperberg1.pdf>
- Corral, Y. (2009). Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos. *Revista Ciencias de la Educación*, 19 (33). Valencia. España. Recuperado de <http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/revista/n33/art12.pdf>
- De Miguel Díaz, M. (Ed.) (2005). *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. Orientaciones para promover el cambio metodológico en el espacio europeo de educación superior*. Universidad de Oviedo. Recuperado de http://www.uvic.es/sites/default/files/Ensenanza_para_competencias.PDF
- Destéfanis, E. (2003). *Elementos de C/C++, para ingenieros electrónicos*. Córdoba. Argentina: Científica Universitaria.

- Dormido, S. (2004). Control Learning: Present and Future. *Annual Reviews in Control*, 28 (1). Recuperado de <http://www.nt.ntnu.no/users/skoge/prost/proceedings/ifac2002/data/content/05007/5007>
- Elstein, S. (2011). Nuevas Tecnologías, nuevos entornos sociales y culturales. Departamento de Lenguas, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de Río Cuarto. Recuperado de <https://www.unrc.edu.ar/publicar/cde/Elstein.htm>
- Fernández March, A. (2010). La evaluación orientada al aprendizaje en un modelo de formación por competencias en la educación universitaria. *REDU: Revista de Docencia Universitaria*, 8(1), 1-35. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/autor?codigo=638332>
- Galeano, G. (2009). *Programación de Sistemas Embebidos en C*. México: Alfaomega Grupo Editor, S.A.
- García, C. y Maisonet, I. (2009). *Periodismo sin gazapos: manual de estilo*. San Juan. Puerto Rico. Heracles Editores
- García Aretio, L. (2002). *La educación a distancia. De la teoría a la práctica*. Editorial Ariel. Recuperado de [http://www.terras.edu.ar/aula/cursos/3/biblio/GARCIA_ARETIO_Lorenzo-CAP_2_\(fragmento\)-Perspectiva_historica.pdf](http://www.terras.edu.ar/aula/cursos/3/biblio/GARCIA_ARETIO_Lorenzo-CAP_2_(fragmento)-Perspectiva_historica.pdf)
- García Aretio, L. (2005). Educación a distancia; ayer y hoy. Recuperado de http://www.quadernsdigitals.net/datos_web/biblioteca/l_1400/enLinea/10.pdf
- Garrison, D. (1985). Three generations of technological innovations in distance education. *Distance Education*, 6(2), 235–241.
- García Ros, R. (2011). Análisis y validación de una rúbrica para evaluar habilidades de presentación oral en contextos universitarios. *Electronic Journal of Research in Education Psychology*, 9(25), 1043-1062. Universidad de Almería. España. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=293122852004>
- García San Pedro, M. (2010). *Diseño y Validación de un modelo de evaluación por competencias en la universidad*. (Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona). Recuperado de <http://www.tdx.cat/handle/10803/5065>
- Gil García, J., Quesada, J., Sainz, J., Aguado, L., Aledo, A. y Sánchez, J. (2010). *Evaluación del Uso de Laboratorios Remotos en el aprendizaje de*

- Microcontroladores*. e-SpacioUNED. Recuperado de <http://e-spacio.uned.es:8080/fedora/get/taee:congreso-2010-1037/S06A04.pdf>
- Gimeno Sacristán, J. y Pérez Gómez, A. (1992). *Comprender y Transformar la Enseñanza*. Ediciones Morata, Madrid. Recuperado de <http://www.terras.edu.ar/jornadas/22/biblio/22GIMENO-SACRISTAN-Cap-3-Jose-PEREZ-GOMEZ-Angel-.pdf>.
- Goodrich Andrade, H. (1997). Understanding Rubrics, *Educational Leadership*. *Enunciación* 15(1), 157-163. Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3661661.pdf>
- Gómez, U., Pereza Fonseca, J. y Valdés Tamayo, R. (2007). *Entornos Virtuales de Enseñanza Aprendizaje*. Centro Universitario de Las Tunas, Ministerio de Educación Superior. Cuba: Editorial Universitaria. Recuperado de <http://libros.metabiblioteca.org/bitstream/001/251/8/978-959-16-0637-2.pdf>
- Gómez E. (2002). Lineamientos pedagógicos para una educación por competencias. En *El concepto de competencia II. Una mirada interdisciplinar*. Santa Fe de Bogotá. Sociedad Colombiana de Pedagogía. Recuperado de <http://www.rieoei.org/deloslectores/1036Salas.PDF>
- Gómez Patiño, R., Tablas López, V. y López, M. (2009). La evaluación con rubricas en el desempeño por competencias profesionales. *X Congreso Nacional de Investigación Educativa*. Veracruz. Recuperado de http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/area_tematica_02/ponencias/1059-F.pdf
- González, L. y Maldonado, J. (2011). *Fundamentos y Características de la Educación Superior a Distancia de Calidad*. Red de Universidades Ecuatorianas que promueven los estudios en modalidad abierta y a distancia. Recuperado de http://www.ces.gob.ec/doc/regimen_academico/2da_ronda_de_talleres/Mesa2/presentacion_remad_educacion_distancia_machala.pdf
- Gutiérrez, G., Arrieta, X. y Meleán, R. (2012). Teoría de los campos conceptuales: un modo de abordar investigaciones en la enseñanza de la física. *Revista EDUCARE*, 16(3), 1-28. Recuperado de <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/vergnaudespanhol.pdf>.
- Gridling, G., Weiss, B. (2007). *Introduction To Microcontrollers*. Vienna University of Technology. Recuperado de

<https://ti.tuwien.ac.at/ecs/teaching/courses/mclu/theory-material/Microcontroller.pdf>

- Hager, P., Gonczi, A. y Athanasou, J. (1994). General issues about assessment of competence. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 19(1), 3-16. Recuperado de <http://www.clinteach.com.au/assets/General-Issues-about-Assessment-of-Competence.pdf>
- Heath, S. (2003). *Embedded systems design*. EDN series for design engineers. Newnes. Recuperado de <http://read.pudn.com/downloads158/ebook/707037/Embedded%20Systems%20Design%20-%20ed%20-%200750655461.pdf>
- Hernandez Millan, G. (2012). Enseñanza experimental. ¿Cómo y para qué? *Educación en química* 23(1), 92-95. Universidad Nacional Autónoma de México. [Publicado en línea]. Recuperado de <file:///C:/Users/miguel/Downloads/pdf1298.pdf>.
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C., Baptista, P. (2003). *Metodología de La Investigación*. México: McGraw-Hill. Recuperado de <http://www.dgsc.go.cr/dgsc/documentos/cecaedes/metodologia-de-la-investigacion.pdf>
- Herrera Cápita, A. (2009). La evaluación de los procesos de enseñanza aprendizaje. *Revista Digital Innovación y Experiencias Educativas*, 16(46). Recuperado de http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_16/ANGELA%20MARIA_HERRERA_1.pdf.
- Herrington, J. y Herrington, A. (1998). Evaluación auténtica y multimedia ¿de qué manera los estudiantes responden a un modelo de evaluación auténtica??. *Higher Education Research and Development*, 17(3), 305-322.
- Himmel, E., Olivares, M. y Zabalza J. (1999). *Hacia una Evaluación Educativa. Aprender para Evaluar y Evaluar para Aprender*. Volumen I. Santiago: PUC y MINEDUC.
- Huba, M. y Freed, J. (2000). *Learner-centered assessment on college campuses: Shifting the focus from teaching to learning*. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon. (p. 108).

- Jara Bravo, A. (2010). *Aportaciones al aprendizaje constructivo y colaborativo en internet. Aplicación a laboratorios virtuales y remotos de robótica industrial*. (Tesis doctoral, Universidad de Alicante). Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y teoría de la Señal. Recuperado de http://www.researchgate.net/publication/266287273_APORTACIONES_AL_APRENDIZAJE_CONSTRUCTIVO_Y_COLABORATIVO_EN_INTERNET_APPLICACION_A_LABORATORIOS_VIRTUALES_Y_REMOTOS_DE_ROBOTICA_INDUSTRIAL_Tesis_Doctoral
- Jonsson, A. y Svingby, G. (2007). The use of scoring rubrics: Reliability, validity and educational consequences. *Science Direct Educational Research Review* 2, 130–144. Recuperado de [https://www.pdx.edu/education/sites/www.pdx.edu.education/files/Scoring_Rubrics_\(Reliability,Validity,Consequences\).pdf](https://www.pdx.edu/education/sites/www.pdx.edu.education/files/Scoring_Rubrics_(Reliability,Validity,Consequences).pdf)
- Lamprea, M. y Gómez-Restrepo, C. (2007). Validez en la evaluación de escalas. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 36(2), 340-348. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcp/v36n2/v36n2a13.pdf>
- Lancaster, J., Waught, L. y Wood, J. (2008). Designing and Implementing Student-Centered Assessment. *Annual Assessment Conference*. Texas University. Recuperado de http://www.learningace.com/doc/2487908/67d19c2a294d8c847232bfca3d672a6b/wood_studentcenteredassessment .
- Laudano, C. (2005). "Sociedad de la Información": algunas aproximaciones críticas. *IV Jornadas de Sociología de la UNLP 23,25 de noviembre de 2005 U.N.L.P.* Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Recuperado de http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.46/ev.46.pdf
- López Rúa, A. y Tamayo Alzate, Ó. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 1(8), 145-166. Manizales Universidad de Caldas. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1341/134129256008.pdf>
- López García, J. (2007). Matriz de Valoración. [EDUTEKA, Portal Educativo] Recuperado de <http://www.eduteka.org/MatrizValoracion.php3>
- Lussier, O. y Allaire, H. (2004). L'évaluation "authentique" . *Pédagogie collégiale*, 17 (3), 29-30. e Focus from Teaching to Learning. Boston. Allyn and Baco.

- Marin, R., Guzman, I. y Castro, G. (2012). Diseño y validación de un instrumento para la evaluación de competencias en preescolar. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 14(1), 182-202. Recuperado de <http://redie.uabc.mx/vol14no1/contenido-maringuzmanc.html>
- Márquez Vázquez J. (2007). *Estado del arte en eLearning. Ideas para la definición de una plataforma universal*. (Informe para Tesis doctoral, Universidad de Sevilla). Recuperado de <https://www.lsi.us.es/docs/doctorado/memorias/Marquez,%20Jose%20M.pdf>
- Massot, P. y Feisthammel, D., (2003). *Seguimiento de la competencia y del proceso de formación*. España: AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación).
- McDonald, R., Boud, D., Francis, J. y Gonczi, A. (2000). Nuevas perspectivas sobre la evaluación. *Boletín Cinterfor* 149 (mayo-agosto), 41-72. Recuperado de http://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/file_articulo/rodajog.pdf
- Moreira, M. (2002). La teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, la enseñanza de las ciencias y la investigación en el área. *Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias*, 7(1). Instituto de Física, UFRGS. Porto Alegre. Recuperado de <http://www.if.ufrgs.br/ienci>.
- Morales Artero, J. (2001). *La Evaluación en el Área de educación Visual y Plástica en la ESO* (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona. Recuperado de <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5036/jjma01de16.pdf.pdf?sequence=1>
- Morales Vallejo, P. (2006). *Medición de actitudes en psicología y educación*. España: Universidad Pontificia Comillas.
- Osorio, D. (2009). Las estrategias de aprendizaje en el entorno e-learning. IV Jornada de Innovación Pedagógica del Proyecto ADA-Madrid. Recuperado de www.raco.cat/index.php/RUSC/article/download/140243/191429.
- Pantzar, E. (1995). Towards a critical theory of open distance learning, En D. Sewart *One Word many Voices*. Londres: ICDE-Open University.
- Pérez Gil, J., Chacón Moscoso, S., Moreno Rodríguez, R. (2000). Validez de constructo: el uso de análisis factorial exploratorio-confirmatorio para obtener evidencias de validez. *Psicothema*, 12 (2), 442-446. Universidad de Sevilla. Recuperado de <http://www.psicothema.com/pdf/601.pdf>

- Perrenoud, P. y Carreras Barnes, J. (2008). *El Debate sobre las Competencias en la Enseñanza Universitaria*. Barcelona España: Ediciones Octaedro. Recuperado de <http://www.octaedro.com/ice/pdf/5CUADERNO.pdf> .
- Perrenoud, P. (2008). *Transmisión de conocimientos y competencias. El debate sobre las competencias en la enseñanza universitaria*. Universidad de Barcelona.
- Ponce, V. (2013). Plataformas Virtuales y Herramientas Informáticas Evaluativas con Sentido Formativo: Alcances y Limitaciones. *Quinto Congreso Virtual Iberoamericano de Calidad en Educación Virtual y a Distancia*. Universidad Nacional de San Luis. Recuperado de file:///D:/Mis%20documentos_1/Downloads/Alcances+y+Limitaciones+de+las+plataformas+virtuales.pdf
- Ponsa, P. y Granollers, A. (2015). *Fundamentos del diseño y automatización industrial*. Universidad Politécnica de Catalunya. Recuperado de <http://www.epsevg.upc.edu/hcd/material/lecturas/fundamentos.pdf>
- Popper, K., (1957). *Philosophy of Science: a Personal Report*, in *British Philosophy in the Mid-Century*. London: Mac, Allen and Unwin.
- Posada Álvarez, R. (2005). Formación superior basada en competencias, Interdisciplinariedad y trabajo autónomo del estudiante. *Revista Iberoamericana de Educación* 34 (6). Recuperado de http://www.rieoei.org/edu_sup22.htm
- Raesfeld, L. (2014). Competencia Intercultural: Conceptualización y Retos. *Cuarto Encuentro Del Libro Intercultural y en Lenguas Indígenas*. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. Recuperado de <http://eib.sep.gob.mx/eedelib/wp-content/uploads/2014/10/LydiaRaesfeld.pptx>
- Ribes, X. (2007). La Web 2.0. El valor de los metadatos y de la inteligencia colectiva. *Revista electrónica TELOS* 73. Recuperado de <http://telos.fundaciontelefonica.com/telos/articuloperspectiva.asp@idarticulo=2&rev=73.htm>
- Ros, I. (2008). Moodle, la plataforma para la enseñanza y organización escolar. *Ikastorratza, e- Revista de Didáctica*, 2. Recuperado de http://www.ehu.es/ikastorratza/2_alea/moodle.pdf
- Rosado, L. y Herreros, J. (2009). Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física. *International Conference on Multimedia and ICT in Education*. Lisboa, Portugal. Recuperado de <http://www.uv.es/ees/archivo/286.pdf>

- Ruiz Gutiérrez, J. (2000). La simulación como instrumento de aprendizaje [Formación en línea]. Recuperado de http://fp.atxuri.net/escenarios/Simulacion_como_Instrumento_de_Aprendizaje.pdf
- Ruiz, H. (2003). *Programación C. Manuales USERS*. Argentina, Buenos Aires: MP Ediciones.
- Ruiz Bolívar, C. (2002). *Instrumentos de Investigación Educativa* (Tesis doctoral Venezuela, Fedupe). Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/42780372/Tesis-Ruiz-Bolivar#scribd>
- Sáenz Espitia, J. y Gacharna Bohorquez, J. (2011). Moodle Lab Block: Remote Labs for Moodle. Recuperado de <http://sourceforge.net/projects/remote-labs/?source=directory>
- Salas Zapata, W. (2005). Formación por Competencias en Educación Superior. Una Aproximación Conceptual al Propósito del Caso Colombiano. *Revista Iberoamericana de Educación* 36 (9). Recuperado de <http://www.rieoei.org/deloslectores/1036Salas.PDF>
- Salinas, M. (2011). Entornos virtuales de aprendizaje en la escuela: tipos, modelo didáctico y rol del docente. Presentado en *la SEMANA DE LA EDUCACION 2011: Pensando la escuela. Tema central: "La escuela necesaria en tiempos de cambio"*. Programa de Servicios Educativos (PROSED) del Departamento de Educación (UCA). Recuperado de http://www.uca.edu.ar/uca/common/grupo82/files/educacion-EVA-en-la-escuela_web-Depto.pdf
- Sánchez, J., Dormido, S. y Morilla, F. (2000). Laboratorios virtuales y remotos para la práctica a distancia de la Automática. *Centro Virtual Cervantes*. Departamento de Informática y Automática, UNED. Recuperado de http://cvc.cervantes.es/ensenanza/formacion_virtual/campus_virtual/sanchez.htm
- Sastre Vázquez, P., Rey, G., Boubé, C. y Cañibano, A. (2010). Un cambio en la concepción de enseñanza-aprendizaje: formación superior basada en competencias. *Tercera Reunión Pampeana de Educación Matemática*. Facultad de Agronomía Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Bs. As. Azul. Argentina. Recuperado de

<http://repem.exactas.unlpam.edu.ar/cdrepem10/memorias/comunicaciones/Reflexiones/CB%2040.pdf>

- Shimmin, S. (1989). Selection in an European context. [Selección en un contexto europeo] En P.Herriot (Ed). Selection and assessment in organization. London: John & Wiley
- Stockholm Challenge Award (2003). *Teorías del aprendizaje, nuevo enfoque*. Santiago de Chile.
- Tanenbaum, A. (2000). *Organización de Computadoras, un enfoque estructurado*. Vrije Universiteit Amsterdam, Países Bajos. Pearson Educación, Editorial Prentice Hall.
- Taylor, J. (1995). Distance education technologies: The fourth generation. *Australian Journal of Educational Technology*, 11(2), 1-7. Recuperado de <http://www.ascilite.org.au/ajet/ajet11/taylor.html>
- Taylor, J. (2001). Fifth generation distance education. *Instructional Science and Technology*, 4 (1), 1-14. Recuperado de <http://eprints.usq.edu.au/136/>
- Tejada Fernández, J. (2004). La evaluación: su conceptualización. En Bonifacio Jiménez (coord.). *Evaluación de programas, centros profesores* (pp. 5- 25). España: Síntesis.
- Tejada Fernández, J. (2012). Evaluación de competencias en la educación superior. *II Congreso Internacional sobre evaluación por competencias mediante e-rubricas*. Málaga. España. Recuperado de <http://gtea.uma.es/congresos/wp-content/uploads/2012/03/JesusTejada.pdf>
- Tipler, P., Mosca, G. (2007). Física para la ciencia y la tecnología. España: Reverte. Recuperado de https://books.google.com.ar/books?id=SghjkM6MwygC&pg=PA1166&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Touron Figueroa, J. (1989). La validación del constructo: su aplicación al CEED (cuestionario para la evaluación de la eficacia docente). *Bordón, Revista de pedagogía*, 41(4), 735-756.
- Varela Ruiz, M., Diaz Bravo, L., Garcia Duran, R. (2012). Descripción y usos del método Delphi en investigaciones del área de la salud. *Investigación en Educación Médica*, 1(2), 90-95. Facultad de Medicina UNAM México. Recuperado de

http://riem.facmed.unam.mx/sites/all/archivos/V1Num02/07_MI_DESCRIPCION_Y_USOS.PDF

- Vergnaud, G. (1990). La Teoría de los campos conceptuales. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10(2), 133-170. CNRS y Université René Descartes. Recuperado de http://fundesuperior.org/Articulos/Pedagogia/Teoria_campos_conceptuales.pdf
- Verle, M. (2009). PIC Microcontrolers- Programing in C. mikroElektronika. Recuperado de <http://www.mikroe.com/chapters/view/81/capitulo-3-microcontrolador-pic16f887/>
- Vesga Ferreira, J. (2007). *Microcontroladores Motorola-Freescale: programación, familias y sus distintas aplicaciones en la industria*. Bogotá: Alfaomega colombiana.
- Villalustre Martínez, L. y Del moral Pérez, E. (2011). E-Actividades en el contexto virtual de RURALNET: satisfacción de los estudiantes con diferentes estilos de aprendizaje. *Educación XXI, Redalyc.org*, 21 14(1), 223-243. Facultad de Educación. UNED Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70618224010>.
- Villa, A. y Poblete, M. (2007). *Aprendizaje basado en competencias*. Universidad de Deusto. Bilbao: Ediciones Mensajero. Recuperado de http://delegacion233.bligoo.com.mx/media/users/20/1002571/files/240726/Aprendizaje_Basado_en_Competicencias.pdf
- Villa, A. y Poblete, M. (2011). Evaluación de Competencias Genéricas: Principios, Oportunidades y Limitaciones. *Revista Bordón, Sociedad Española de Pedagogía*, 63(1), 147-170. Recuperado de http://www.innova.deusto.es/images/archivos/evaluaci%C3%B3n_competencias_aurelio_bordon.pdf.
- Villa, A. y Poblete, M. (2004). Practicum y Evaluación de Competencias. *Profesorado, revista de currículum y formación del profesorado*, 8(2), 1-19. Recuperado de <http://www.ugr.es/~recfpro/rev82ART2.pdf>
- Villa, A. y Poblete, M. (2011). SEBSICO, una experiencia alternativa para evaluar competencias. *Aula Abierta* 39(3) 15-30. ICE. Universidad de Oviedo. Recuperado de https://www.google.com.ar/webhp?sourceid=chrome-instant&rlz=1C1PRFC_enAR582AR582&ion=1&espv=2&ie=UTF-

[8#q=villa%2c%20a.%2c%20poblete%2c%20m.%20sebsco%2c%20una%20exp
eriencia%20alternativa%20para%20evaluar%20competencias](#) .

Villar Angulo, M. y Alegre de la Rosa, O. (2004). *Manual para la excelencia en la enseñanza superior*. Madrid: Mc. Graw-Hill.

Villardón Gallego, M. (2006). Evaluación del aprendizaje para promover el desarrollo de competencias. *Educatio siglo XXI: Revista de la Facultad de Educación*, 24, 57-76. Universidad de Deusto. Recuperado de <http://revistas.um.es/index.php/educatio/article/view/153>

Wilson, B., Jonassen, D. y Cole, P. (1993). *Cognitive approaches to instructional design*. The ASTD handbook of instructional technology. New York: McGraw-Hill. Recuperado de <http://carbon.ucdenver.edu/~bwilson>

Wolf, A. (1994). *Competency-based assessment*. U.K.: Open University Press.

Zapata Ros, M. (2015). Teorías y modelos sobre el aprendizaje en entornos conectados y ubicuos. *Education in the knowledge society (EKS)*, 16(1), 69-102.

Recuperado de

http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/eks201516169102

Apéndice A. Contenido del curso

A.1. La introducción

Involucra todo el material incluido en la primera parte del curso a manera de introducción, descripción del contexto, orientación en los procedimientos y comunicación del instrumento de evaluación.

En la figura A.1, se muestra una captura de imagen de la pantalla de introducción al curso.



Figura A.1 Detalle del diseño pedagógico del curso (introducción)

A.1.1. Descripción de los ítems del diseño

- **Inicio de Actividades. NO OMITIR SU LECTURA**

Contenido: es un documento de texto, que le presenta brevemente al alumno de que trata este curso:

Que es Arduino?:

Un entorno de desarrollo, una plaqueta?

Este curso introductorio te permitirá esclarecer estas cuestiones y además podrás descubrir un entorno de entrenamiento virtual y realizar dos prácticas de laboratorio sobre un circuito real.

Contenido del curso:

Se incluye un documento que explica cómo se efectuará la evaluación.

Están prevista dos actividades:

Actividad_1:

Se accede a una página web donde se aloja un sitio que permite la realización de prácticas de laboratorio virtuales sobre una placa "simulada" Arduino-UNO.

Actividad_2:

Se accede mediante la plataforma e-mat a un recurso denominado "Laboratorio Remoto", que permite la realización de prácticas de laboratorio sobre una placa "real" Arduino-MEGA.

- ✓ **Criterios de Evaluación**

Contenido: es un documento de texto, que describe brevemente los objetivos del curso, las actividades y el instrumento de evaluación:

Contexto:

Las actividades programadas en este curso tienen como objetivo facilitarle al alumno las herramientas necesarias para el aprendizaje de los conceptos y aplicaciones básicas del entorno de desarrollo integrado (IDE) Arduino, y consecuentemente desarrollar las habilidades de modelar, documentar y generar aplicaciones tecnológicas en el campo del software y hardware.

A tal efecto, en términos generales el alumno debe cumplir con las siguientes actividades:

> reflexionar sobre un tutorial que muestra una simulación avanzada, implementar alguna variante o modificación que realce el objetivo del ejemplo y generar un informe que explique cuál es el objetivo del tutorial original y comentar las variantes que se implementaron en la simulación, que utilizan y refuerzan el concepto básico explicado en el tutorial.

> cargar un programa de ejemplo avanzado en una placa real y modificarlo para que se adapte a la configuración de hardware de la misma, luego modificar el programa de ejemplo según requerimientos del enunciado de la actividad. El nuevo software generado debe incluir un comentario explicativo en cada línea de código.

La evaluación de estas actividades se realizará mediante una herramienta denominada “matriz de valoración”, también llamada “rúbrica”. La rúbrica cumple una función formativa, porque además de permitir la evaluación del proceso de aprendizaje, ayuda al alumno a tomar conciencia de los aspectos cualitativos que debe ponderar en la realización de las actividades del curso.

A tal efecto, la rúbrica, que se publica al inicio del curso se transforma en una verdadera guía para garantizar trabajos de excelencia.

✓ **Rúbrica con Criterios de Evaluación**

Contenido: Se muestra al alumno las rúbricas de evaluación.

✓ **Introducción al Entorno de Desarrollo Arduino**

✓ **Manual de Programación**

Contenido: los dos ítems anteriores son dos documentos técnicos extensos y que no resultan relevantes para su inclusión en este apéndice

➤ **Enlace útil**

Este ítem es un acceso directo a la Home Page de Arduino, la misma se abre en una solapa nueva del navegador

A.2. Las Actividades

En la figura A.2, se muestra una captura de imagen de la pantalla donde se muestran la primera y segunda parte del curso, que involucra la actividad 1 y actividad 2, respectivamente.

Durante la cursada, la segunda parte es visible al alumno únicamente cuando finaliza el tiempo que se estableció para la primera parte.

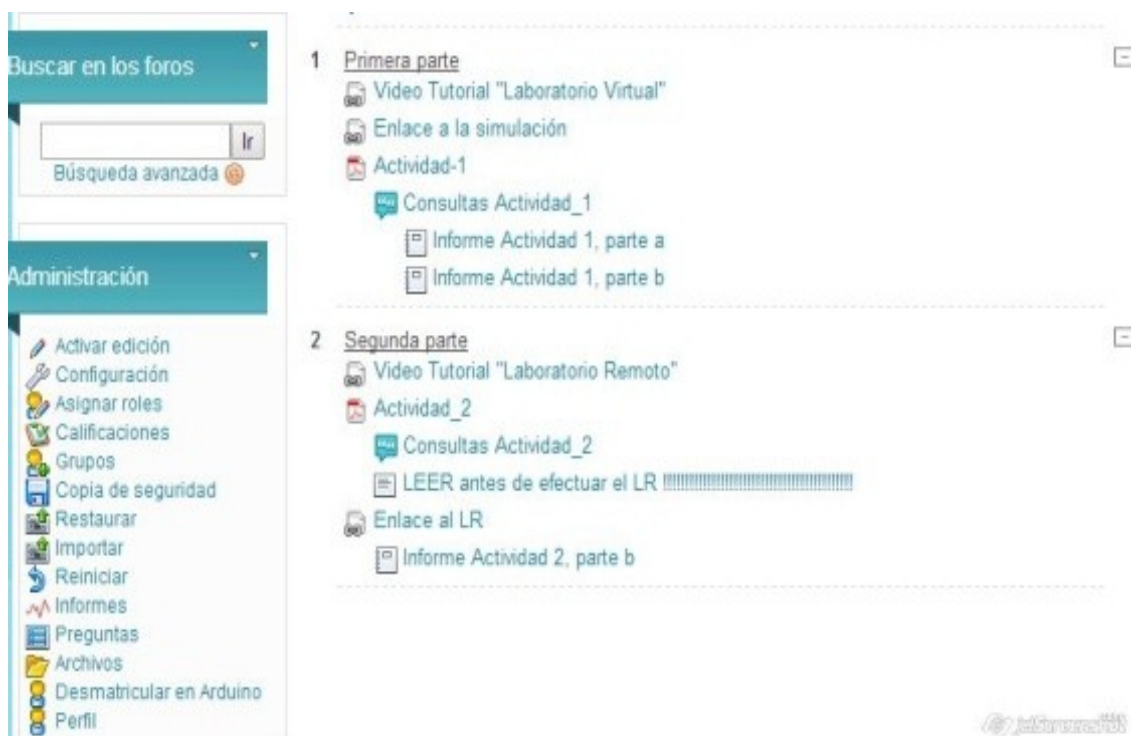


Figura A.2 Detalle del diseño pedagógico del curso (primera y segunda parte)

A.2.1. Primera parte, la Actividad 1

➤ Video Tutorial “Laboratorio Virtual”

Es un acceso directo a un video alojado en YouTube de 5.42 minutos que explica el procedimiento para utilizar la plataforma de laboratorio virtual.

El video se abre en una nueva página del navegador.

Acceso: <https://www.youtube.com/watch?v=eaTDyb3Ucyg&feature=youtu.be>

➤ Enlace a la simulación

Es un acceso directo a la plataforma virtual, tal como se describe en el video tutorial.

La página del entorno de desarrollo se abre en la página desde donde fue accedido, es decir se abandona el vínculo con el EVEA.

Acceso: <http://123d.circuits.io/>


➤ **Actividad-1**

Es un documento de texto, en el que se le presenta al alumno el listado de tareas involucradas en lo que se denomina Actividad 1:

Actividad-1, Laboratorio Virtual

En la presentación del Laboratorio Virtual se describe el acceso a una plataforma de simulación que reproduce el entorno de desarrollo de Arduino. En el mismo se puede generar y simular una aplicación sobre una placa Arduino UNO. En dicha placa ya se encuentra cargado un ejemplo básico que funciona correctamente.

Descripción Actividad-1, parte a: modificar el ejemplo

En la plataforma del curso, seleccione:  [Enlace a la simulación](#) y accederá en una nueva ventana del navegador, al entorno de simulación.

Como primer paso, deberá crear una cuenta y posteriormente acceder al simulador, tal como se explica en el Video Tutorial.

Seleccione “New breadboard” y reproduzca la experiencia relatada en el video de presentación, analice detenidamente el ejemplo y “agregue dos leds externos en cualesquiera otras dos salidas digitales”. Estos leds agregados deben encender y apagar en contrafase.

Devolución:

Genere un documento tipo .doc y súbalo a la plataforma mediante el acceso:

 [Informe Actividad 1, parte a](#)

El documento tiene que contener una copia del código desarrollado con todas las funciones agregadas, convenientemente comentadas.

Descripción Actividad-1, parte b: investigar el tutorial incluido en el entorno (está identificado al inicio de la presentación) se denomina: “Get started with Arduino code simulation”.

Experimente con el tutorial, trate de determinar qué es lo que hace la aplicación, efectúe modificaciones de software y de hardware, que utiliza y refuerza el concepto explicado en el tutorial.

El ejemplo queda personalizado en su cuenta.

Devolución:

Genere un documento tipo .doc y súbalo a la plataforma mediante el acceso:

 **Informe Actividad 1, parte b**

El documento tiene que explicar que hace el código original del tutorial e incluir la descripción de las modificaciones o variantes implementadas, con las funciones agregadas convenientemente comentadas.

A.2.2. Segunda parte, la Actividad 2**➤ Video Tutorial “Laboratorio Remoto”**

Es un acceso directo a un video alojado en youtube de 5.26 minutos que explica el procedimiento para ingresar desde el EVEA a la realización del laboratorio remoto.

El video se abre en una nueva página del navegador.

Acceso: <https://www.youtube.com/watch?v=mymMagFxQTo&feature=youtu.be>


➤ Actividad-2

Es un documento de texto, en el que se le presenta al alumno el listado de tareas involucradas en lo que se denomina Actividad 2:

Actividad-2, Laboratorio Remoto

Previamente a la realización del laboratorio remoto es imprescindible ver el tutorial creado al efecto.

Descripción Actividad-2, parte a:

Seleccione:  [Enlace al LR](#), permite el acceso en una nueva ventana del navegador al entorno del laboratorio remoto.

Cumplimentar el procedimiento para obtener un turno y acceder al laboratorio. “Ignorar lo que este ejecutando la placa, dado que seguramente se debe al usuario anterior”.

Cargar el ejemplo: 01. Basics Blink (que es el utilizado en el tutorial del LR). En la placa Arduino que aparece en la imagen hay un led externo (color verde) que está conectado al pin 9.

Se pide que modifique el programa básico Blink para incluir el led que está en el pin 9 y que se “encienda/apague” en contrafase al led propietario que está en el pin 13. Compilar y ejecutar. Los retardos (delay) de encendido y apagado se pueden modificar.

Recuerde verificar la configuración del entorno de desarrollo:

En el entorno Arduino, pestaña “Herramientas” seleccionar:

Tarjeta: Arduino Mega 2560 or Mega ADK

Puerto Serial: /dev/ttyA CM0

Devolución:

Guardar el Sketch en: Archivo / Guardar como.....

*Solo es necesario ponerle el nombre que será **Blink_miapellido***

Descripción Actividad-2, parte b:

Acceder nuevamente al entorno y cargar el ejemplo: 03. Analog AnalogInput.

A adecuar el programa del ejemplo, porque en la placa Arduino Mega que estamos utilizando el potenciómetro está conectado al pin A1.

Agregar en el cuerpo de Void setup () (antes de la llave de cierre):

```
Void setup () {
```

```
Serial.begin(9600);
```

```
}
```

Agregar en el cuerpo de Void loop () (antes de la llave de cierre):

```
Void loop () {
```

```
Serial.println(sensorValue);
```

```
}
```

Efectuar las modificaciones, compilar y ejecutar.

En el extremo superior derecho de la pantalla del IDE hay un icono que parece una lupa y al acercar el cursor aparece la leyenda "Monitor Serial" haga clic en el mismo y se desplegara un visor de eventos, tome nota de lo que ocurre.

Devolución:

*Guarde el Sketch con el nombre AnalogInput_ **miapellido***

Genere un documento tipo .doc y súbalo a la plataforma mediante el acceso:

 [Informe Actividad 2, parte b](#)

El documento tiene que explicar que hace el código original y también lo que ocurre al efectuar las modificaciones y activar el visor de eventos, indique que se muestra en el mismo.

➤ **LEER antes de efectuar el LR !!!!!!!!!!!!!!!!**

Es un documento de texto, en el que se informan los aspectos procedimentales necesarios para la realización del LR:

El acceso al Laboratorio Remoto estará restringido al horario de 9 a 20 hs. de lunes a viernes, eventualmente puede no estar disponible en ese horario por razones de mantenimiento de la red interna u otras circunstancias fortuitas.

Si los inconvenientes persistieran, envíe un mail al tutor del curso, informando las dificultades observadas.

Recuerde que, tal como se indica en el vídeo tutorial, si en algún momento en el ingreso o realización del LR no se puede escribir, debe hacer click en el extremo superior derecho del entorno, en el cartel "Actualizar"

Apéndice B. Documentos para los jueces

B.1. Contexto de la participación

Estimado experto:

Usted ha sido seleccionado para participar en un proceso de evaluación, cuyo objetivo final es determinar la validez contenido de los instrumentos de evaluación utilizados en un curso de programación de microcontroladores, agradecemos desde ya su valiosa colaboración.

El mismo, pretende determinar si una secuencia didáctica basada en la realización de trabajos prácticos de laboratorio, mediados íntegramente por tecnología e implementada sobre un entorno virtual de enseñanza y aprendizaje, favorecerá en los alumnos:

1. la movilización de capacidades, habilidades, técnicas, métodos y actitudes que contribuyen o que están involucradas en la formación de una competencia tecnológica.
2. el aprendizaje de técnicas de programación.

Cabe destacar que el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI, 2013) efectuó el desagregado de las competencias tecnológicas de manera de clarificar y orientar respecto de su significado y propulsar la consideración de las mismas en la titulación de los Ingenieros en la Argentina.

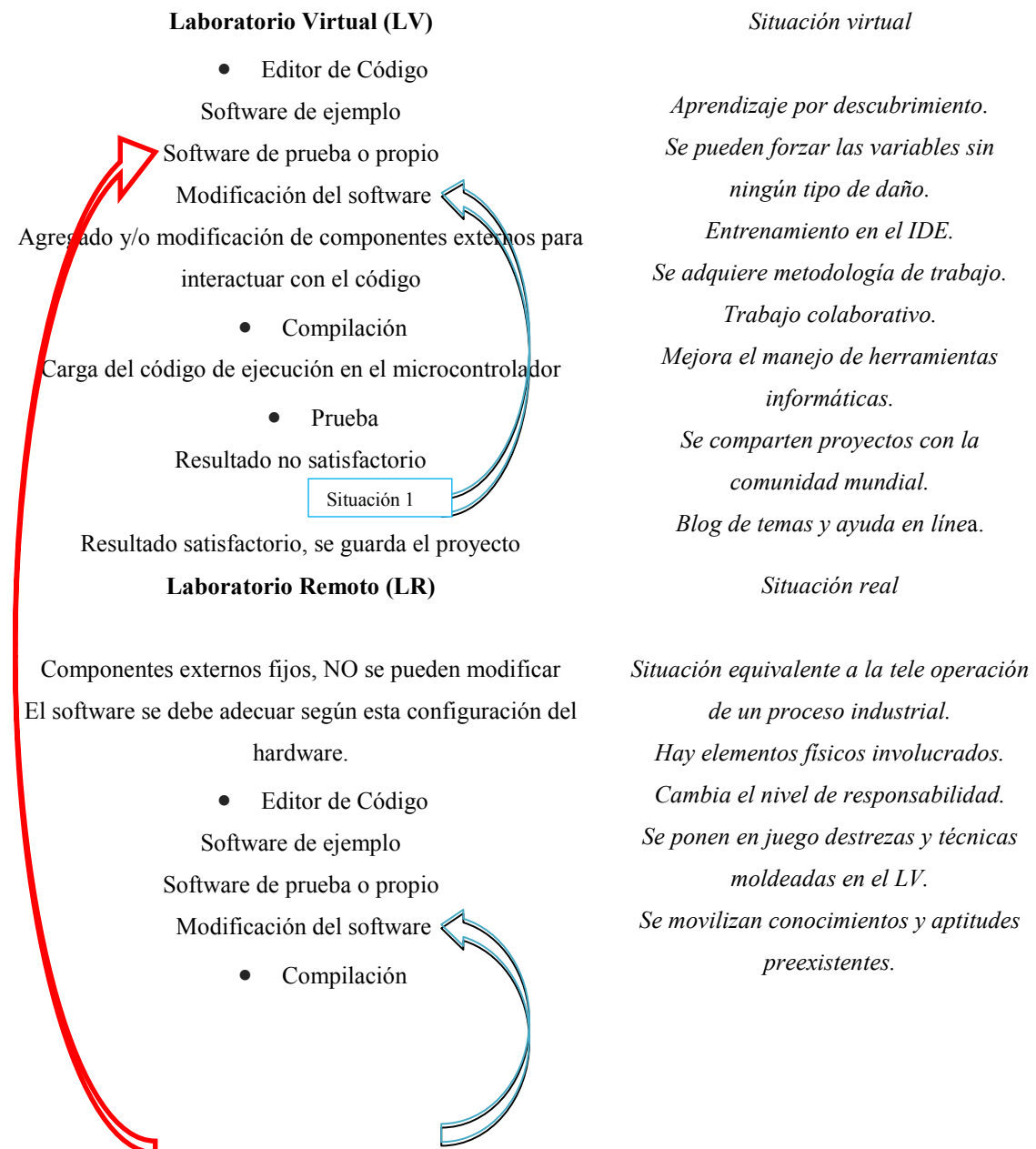
En función de la resolución de las tareas propuestas a los alumnos, estimamos que esta investigación puede aportar datos respecto del nivel de dominio de algunas capacidades específicas de las competencias adoptadas por CONFEDI.

Específicamente nos referimos a las capacidades 1.c.1 y 1.c.5 que forman parte del desagregado en capacidades de la competencia 1.

- Competencia 1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- 1. c. Capacidad para implementar tecnológicamente una alternativa de solución.
 - 1. c.1. Ser capaz de realizar el diseño de la solución tecnológica, incluyendo el modelado.
 - 1. c.5. Ser capaz de elaborar informes, planos, especificaciones y comunicar recomendaciones.

B.2. Propuesta pedagógica

La secuencia didáctica utilizada en la investigación, se basa en la realización de actividades en un laboratorio virtual, para familiarizar al alumno con la plataforma de desarrollo, y luego se pasa a la realización de un laboratorio remoto.



Carga del código de ejecución en el microcontrolador	<i>Se consolida una forma de actuar.</i>		
<ul style="list-style-type: none"> • Prueba 	<i>Se aplican estrategias.</i>		
Resultado no satisfactorio	<i>Se consolida el saber hacer.</i>		
<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Situación 3</td> <td style="padding: 2px;">Situación 2</td> </tr> </table>	Situación 3	Situación 2	
Situación 3	Situación 2		
Resultado satisfactorio, se guarda el proyecto			

Tabla B.1 Secuencia de actividades y situaciones involucradas

En la Tabla B.1 se muestra la secuencia didáctica y las actitudes, destrezas y comportamientos involucrados en la resolución de los trabajos de laboratorio.

En la secuencia se destacan tres situaciones:

- Situación 1:

En la realización del LV, cuando el resultado observado no es satisfactorio, está implícito que se debe actuar sobre el software, modificándolo; posteriormente se vuelve a compilar y probar con la ejecución del código.

Este proceso de depuración se repite la cantidad de veces que sea necesario hasta que los resultados se ajusten a lo esperado. Esta acción no implica ningún desgaste, ocurre a nivel virtual.

- Situación 2:

En el caso del LR, el proceso de depuración implica la programación real del microcontrolador y esto ocurrirá la cantidad de veces que sea necesario.

Si bien los microcontroladores pueden soportar miles de estas reprogramaciones, el proceso involucra acciones de cuidado y con un control paso a paso del proceso, que en este caso se hace por tele operación.

- Situación 3:

El caso descrito en la situación anterior, indefectiblemente se presenta en la práctica. Se espera que promueva en el alumno la actitud de pasar su proyecto al entorno virtual hasta depurar el código lo más posible, para luego hacer los ajustes finales sobre el microcontrolador real.

B.3. Fuentes objetivas de información para la evaluación de los alumnos

Hay dos tipos de devolución por parte del alumno que permitirán la recolección de evidencia conducente a la evaluación de su desempeño mediante la identificación de indicadores de logro:

- ✓ Documentos tipo informe técnico, donde deben incluirse las explicaciones a las consignas incluidas en los enunciados de las actividades propuestas.
- ✓ Al finalizar cada sesión de LV y LR se debe guardar el proyecto en la carpeta personal que el sistema crea para cada alumno y que el tutor puede acceder y reproducir.

B.4. Instrumentos de evaluación, a consideración del juicio de expertos

Una competencia tiene manifestaciones específicas (logros), por lo que, cuando un docente evalúa un trabajo o proyecto trata de reconocer esos indicadores y automáticamente crea una graduación del cumplimiento de los mismos.

La especificación manifiesta de esos criterios de evaluación encuentra en la rúbrica la herramienta idónea. A continuación, se muestran las rubricas diseñadas para evaluar las capacidades A y B, que son los instrumentos sujetos a juicio de validación:

A: Ser capaz de realizar el diseño de la solución tecnológica, incluyendo el modelado.				
Indicadores de logro	Nivel de cumplimiento del logro			
	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Insuficiente
A-1, Reconoce los componentes de la situación	(A-1-a), Descubre el modelo, patrón o relación de principios de la situación.	(A-1-b), Establece relaciones entre los diferentes componentes de la situación.	(A-1-c), Reconoce algunos componentes de la situación.	(A-1-d), No detecta o confunde algunos componentes de la situación.
A-2, Relaciona situaciones de aprendizaje con la resolución de un problema	(A-2-a), Descubre las implicaciones de la situación y las aplica en la resolución de un problema.	(A-2-b), Distingue algunas implicaciones de la situación y las aplica a la resolución de un problema	(A-2-c), Distingue algunas implicaciones de la situación y omite algunos aspectos en la resolución de un problema	(A-2-d), No encuentra las implicaciones, resuelve de por sí, la resolución no es satisfactoria.
A-3, Recurre al modelado Virtual para fundamentar el prototipo real.	(A-3-a), Desarrolla un modelo y trabaja sobre correcciones y	(A-3-b), Desarrolla un modelo, pero no generaliza su uso	(A-3-c), No genera un modelo, pero tiene una estrategia de diseño	(A-3-d), No hay modelo ni estrategia, no encadena aplicaciones

	modificaciones			
A-4 , Diseña la solución tecnológica adecuada para resolver el problema.	(A-4-a) , La solución es excelente, demuestra total conocimiento de las herramientas disponibles.	(A-4-b) , La solución es correcta, faltan pequeños detalles.	(A-4-c) , La solución cumple con lo pedido, no demuestra un total conocimiento de las herramientas disponibles.	(A-4-d) , La solución omite algunos aspectos de lo pedido.

Tabla B.2 Rúbrica para la competencia A

B: Ser capaz de elaborar informes, planos, especificaciones y comunicar recomendaciones.				
Indicadores de logro	Nivel de cumplimiento del logro			
	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Insuficiente
B-1 , Los informes tratan el tema específico, sin mezcla de otros.	(B-1-a) , Trata el tema correctamente, profundiza más allá de lo pedido.	(B-1-b) , Trata el tema pedido, cumple sin amplitud.	(B-1-c) , Trata el tema pedido, agrega descripciones no pertinentes.	(B-1-d) , Muchos elementos están descriptos sin precisión o incompletamente.
B-2 , Los informes comunican claramente sus ideas.	(B-2-a) , El texto esta ordenado, hay una jerarquía adecuada, hay explicaciones.	(B-2-b) , El texto esta ordenado, es claro, pero no abunda en explicaciones.	(B-2-c) , El texto cumple con lo pedido, faltan explicaciones.	(B-2-d) , Es confuso, resulta difícil entender.
B-3 , Los informes son claros, están organizados, hay jerarquías.	(B-3-a) , La información está muy bien organizada con párrafos bien redactados y con subtítulos.	(B-3-b) , La información está organizada con párrafos bien redactados.	(B-3-c) , La información está organizada, pero los párrafos no tienen jerarquías.	(B-3-d) , La información proporcionada es parcialmente confusa y no está organizada.
B-4 , Los informes comunican fehacientemente las especificaciones	(B-4-a) , Especificaciones correctas hay implicaciones no evidentes.	(B-4-b) , Especificaciones correctas	(B-4-c) , Especificaciones parciales pero suficientes	(B-4-d) , Faltan especificaciones
B-5 , Los informes comunican fehacientemente las conclusiones	(B-5-a) , Conclusiones correctas hay implicaciones no evidentes.	(B-5-b) , Conclusiones correctas	(B-5-c) , Conclusiones parciales pero suficientes	(B-5-d) , Faltan conclusiones

Tabla B.3 Rúbrica para la competencia B

Como se observa en ambas rubricas, todos los contenidos están codificados de manera alfanumérica y servirán de referencia para los jueces al momento de completar las encuestas de juicio.

Las encuestas de juicio pretenden conocer la opinión de los jueces respecto de todas las descripciones componentes de las rúbricas en función del cumplimiento o no de indicadores de calidad.

B.5. Indicadores para el juicio

Respecto a cada uno de los enunciados o declaraciones que componen los elementos incluidos en las rúbricas, las cuestiones que se consultan son:

- Mide lo que pretende: valora si la descripción es pertinente y unívoca, la argumentación presentada es correcta y específica para lo que se pretende.
- Coherencia interna: la descripción está indudablemente relacionada con el tema, no hay cuestiones solapadas, no hay dos cuestiones en una. Debe contener la información necesaria para no dar ocasión a conjeturas y dificultades
- Inducción a la respuesta (sesgo) o argumento dirigido a las consecuencias. Responde a la pregunta: ¿es la descripción un argumento dirigido a las consecuencias? En tal caso se trata entonces de un argumento falaz que concluye que una premisa (típicamente una creencia) es verdadera o falsa basándose en si esta conduce a una consecuencia deseable o indeseable. Por ejemplo: y todos saben que esto es cierto porque resulta que funciona.
En tal caso es una falacia porque basar la veracidad de una afirmación en las consecuencias no hace a la premisa más real o verdadera.
- Lenguaje adecuado: la descripción es acorde con el nivel de los involucrados, todos pueden entender lo que se dice (alumnos y evaluadores).
- Claridad en la redacción: la descripción es directa y concisa, no hay argumentación exagerada, no hay una interpretación subyacente. El texto es entendible en la expresión de las ideas contenidas. Se organizan las

oraciones y palabras de forma tal, que el lector puede acceder al contenido mediante una lectura fluida y fácil de comprender, independientemente del tema del texto.

B.6. Plantillas para completar por los expertos

B.6.1. Plantilla para evaluar la validez de los indicadores de logro para la competencia A:

Ítems	Validez de la selección de los indicadores de logro de la rúbrica para la evaluar la competencia A									
	Mide lo que pretende		Tiene coherencia interna		Inducción a la respuesta (sesgo)		Tiene lenguaje adecuado		Tiene claridad en la redacción	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
A-1										
A-2										
A-3										
A-4										
En General									Sí	No
¿Los ítems (desempeños) permiten el logro de describir aspectos de la capacidad?										
El número de ítems es suficiente para recoger la información.										
Sugiero un nuevo ítem, A-5:										

A-4-b										
A-4-c										
A-4-d										
Sugiero redactar nuevamente los siguientes ítems:										

Tabla B.5 Plantilla para evaluar descriptores del nivel de cumplimiento de cada logro para la competencia A

B.6.3. Plantilla para evaluar la validez de los indicadores de logro para la competencia B:

Ítems	Validez de la selección de los indicadores de logro de la rúbrica para la evaluar la competencia B									
	Representa lo que pretende		Tiene coherencia interna		Inducción a la respuesta (sesgo)		Tiene lenguaje adecuado		Tiene claridad en la redacción	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
B-1										
B-2										
B-3										
B-4										
B-5										
En General									Sí	No
¿Los ítems permiten el logro de describir aspectos de la capacidad?										
El número de ítems es suficiente para recoger la información.										

B-3-c										
B-3-d										
B-4-a										
B-4-b										
B-4-c										
B-4-d										
B-5-a										
B-5-b										
B-5-c										
B-5-d										
<p>Sugiero redactar nuevamente los siguientes ítems:</p>										

Tabla B.7 Plantilla para evaluar descriptores del nivel de cumplimiento de cada logro para la competencia B

Estimado Juez, sus opiniones respecto de los ítems encuestados permanecerán anónimos y serán correlacionados de la misma manera con las opiniones de otros jueces.

Muchas gracias por participar