



Facultad de  
**INFORMÁTICA**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA

*Tesis de Magister*

*Tecnología Informática Aplicada en Educación*

*"Producción de material multimedia interactivo con  
contenido en Química General"*

*Postulante: Licenciado en Bioquímica Ricardo García*

*Directores: Mg Bertone Rodolfo*

*Esp Gladys Gorga*

*Junio 2020*

## Agradecimientos

A la Virgen de Lujan

A mis padres Armando y Olga

A mis directores Gladys y Rodolfo

A la directora de la maestría TIAE Cecilia

A UNNOBA y la Facultad de Informática (UNLP)

A los docentes y alumnos que participaron en la experiencia de implementación del MEHI

## Índice de contenidos

### Capítulo 1. Estructura y Fundamentos de la Tesis

1.1	Resumen. ....	8
1.2	Objetivos General y Específico.....	8
1.3	Motivación. ....	9
1.4	Planteamiento del Problema y Justificación. ....	9
1.5	Metodología de Investigación. ....	11
1.6	Estudio de caso. ....	11
1.7	Selección de Bibliografía. ....	11
1.7.1	Preguntas de Investigación. ....	12
1.7.2	Fuentes Bibliográficas. ....	12
1.7.3	Palabras Clave. ....	12
1.7.4	Criterios de inclusión y exclusión. ....	12
1.7.5	Proceso preliminar de selección. ....	13
1.7.6	Proceso final de selección.....	14
1.8	Organización de la Tesis. ....	13

### Capítulo 2 - Estado del Arte.

2.1	Introducción. ....	16
2.2	Teorías del aprendizaje con utilización de materiales multimedia.	
2.2.1	Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia (TCAM). ....	16
	Memoria sensorial. ....	16
	Memoria de trabajo. ....	16
	Memoria de largo plazo ....	17
2.2.2	Teoría de la Carga Cognitiva (TCC). ....	17
	CC. Intrínseca. ....	18
	CC. Extrínseca. ....	18
	CC. Relevante. ....	18
2.2.3	Teoría Situativa. ....	19
2.3	Principios para el diseño de Materiales Digitales. ....	20
2.4	Materiales multimedia disponibles para el aprendizaje de la Química. ....	21
2.4.1	SMV:Chem. ....	21
2.4.2	4M:Chem. ....	22
2.4.3	Connected Chemistry. ....	23
2.4.4	MolecularWorkbench. ....	24
2.4.5	ChemSense Gallery. ....	26
2.4.6	ChemDiscovery. ....	27
2.5	Experiencias de uso de materiales multimedia en Química. ....	28
2.6	Diseño Instruccional. ....	31
2.6.1	Modelo de Mayer. ....	33
2.6.2	Modelo de Jonassen. ....	34
2.6.3	Modelo Gagne. ....	34

2.6.4 Modelo de Gagne y Briggs. ....	35
2.6.5 Modelo ADDIE. ....	36
2.7 Otras consideraciones del Diseño instruccional de un material Multimedia. ....	40
2.8 Conclusión. ....	41

### Capítulo 3 - Herramientas de autor.

3.1 Introducción. ....	43
3.2 Herramientas de Autor: Definición y Potencialidad. ....	43
3.3 Selección de Herramientas de Autor:	
3.3.1 Ardora. ....	44
3.3.2 Constructor. ....	45
3.3.3 Cuadernia. ....	46
3.3.4 Edilim. ....	47
3.3.5 Exelerning. ....	48
3.3.6 jClic. ....	49
3.3.7 Malted. ....	50
3.3.8 Educaplay ....	52
3.4 Análisis comparativo de las Herramientas. ....	54
3.4.1 Criterios de análisis. ....	54
3.4.2 Análisis comparativo de las herramientas. ....	55
3.5 Conclusión. ....	57

### Capítulo 4- Producción del material educativo.

4.1 Introducción. ....	59
4.2 Diseño Instruccional.....	59
4.3 Fases de producción del <i>Material educativo hipermedial interactivo (MEHI)</i> ....	60
4.3.1 Análisis.....	60
4.3.2 Diseño.....	61
A) <i>Objetivos</i> .....	61
B) <i>Perfil del usuario</i> .....	63
C) <i>Estrategias de aprendizaje</i> .....	63
D) <i>Identificación de elementos a incorporar</i> .....	63
E) <i>Elección de la herramienta de autor para la producción del MEHI</i> .....	63
F) <i>Tareas de aprendizaje</i> .....	64
G) <i>Tiempo, lugar y contexto</i> .....	64
H) <i>Requerimientos tecnológicos</i> .....	65
I) <i>Herramientas de evaluación</i> .....	65
4.3.3 Desarrollo.....	65
A) <i>Guion multimedia</i> .....	65
B) <i>Materiales interactivos</i> .....	71
C) <i>Evaluación</i> .....	77

D) Sistema de gestión de contenidos. ....	77
E) Esquema de navegación. ....	77
F) Ficha general del material .. ....	78
<b>4.3.4 Implementación. ....</b>	<b>78</b>
<b>4.3.5 Evaluación. ....</b>	<b>78</b>
<b>4.4 Síntesis del capítulo.....</b>	<b>79</b>

## **Capítulo 5- Prueba del Material hipermedial educativo.**

<b>5.1 Introducción.....</b>	<b>82</b>
<b>5.2 Metodología.....</b>	<b>82</b>
<b>5.3 Selección de las muestras.....</b>	<b>83</b>
<b>5.4 Instrumentos de recolección de datos.....</b>	<b>86</b>
<b>5.5 Descripción de los instrumentos de recolección de datos .....</b>	<b>87</b>
A) Evaluación de las fases de producción.....	87
B) y C) Encuestas.....	87
D) Evaluaciones con devolución al tutor .....	89
E) Examen parcial.....	89
F) Observación participante.....	89
G) triangulación de datos.....	89
<b>5.6 Síntesis del capítulo.....</b>	<b>90</b>

## **Capítulo 6 - Análisis y evaluación de resultados.**

<b>6.1 Introducción. ....</b>	<b>92</b>
<b>6.2 Datos obtenidos con las herramientas de evaluación. ....</b>	<b>92</b>
<b>6.2.1 Evaluación de las fases de producción. ....</b>	<b>92</b>
<b>6.2.2 Encuesta a docentes. ....</b>	<b>95</b>
<b>6.2.2.1 Preguntas cerradas. ....</b>	<b>96</b>
A) Valoración de los Aspectos Técnicos y Estéticos. ....	96
B) Valoración de Aspectos didácticos. ....	98
<b>6.2.2.2 Preguntas abiertas. ....</b>	<b>102</b>
<b>6.2.3 Encuesta a alumnos.....</b>	<b>103</b>
<b>6.2.3.1 Preguntas cerradas. ....</b>	<b>104</b>
A) Valoración de los Aspectos Técnicos y Estéticos .....	104
B) Valoración de Aspectos didácticos. ....	106
<b>6.2.3.2 Preguntas abiertas. ....</b>	<b>110</b>
<b>6.2.4 Evaluaciones con devolución al tutor.....</b>	<b>112</b>
<b>6.2.5 Examen parcial.....</b>	<b>115</b>
<b>6.2.6 Observación participante. ....</b>	<b>118</b>
<b>6.2.7 Triangulación de datos. ....</b>	<b>122</b>
<b>6.2.8 Síntesis del capítulo. ....</b>	<b>123</b>

<b>Capítulo 7- Conclusiones y líneas de investigación futuras</b>	
7.1 Introducción. ....	125
7.2 Aportes de esta tesis.....	125
7.2.1 Aportes teóricos. ....	125
7.2.2 Aportes metodológicos.....	126
7.2.3 Aportes al contexto de estudio de caso .....	126
7.3 Análisis de logros alcanzados. ....	127
7.4 Líneas de trabajo a futuro.....	131
<b>Capítulo 8- Bibliografía.....</b>	<b>133</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>141</b>

# Capítulo 1

# CAPITULO 1

## 1.1 Resumen

La incorporación e integración de material multimedia en escenarios educativos, abre la posibilidad de cambio y renovación en el funcionamiento del aula, en los procesos didácticos, en la infraestructura necesaria, en la actividad del docente y el rol del alumno (Salinas, 2004)

El uso de estos recursos incide sobre los procesos cognitivos, incrementando la capacidad para codificar, almacenar y procesar la información (Bartolomé, 2000). En este marco se muestra relevante el diseño y desarrollo de materiales educativos digitales para integrarlos a diferentes contextos y paradigmas. La adecuada complementación entre los conocimientos tecnológicos, disciplinares y didáctico-pedagógicos de los diseños, las tendencias y experiencias que permiten validar su efectividad, son consideraciones a tener en cuenta a la hora del diseño de estos materiales multimediales.

La búsqueda bibliográfica revela que se investigan las metodologías que permiten llevar adelante estos diseños, las herramientas de autor vinculadas al desarrollo, los formatos y los estándares para estos materiales (Ponzio, 2012). También se investiga específicamente, el uso de materiales educativos digitales orientados a la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias en general y de la Química en particular, con el propósito de asistir al docente en el tratamiento de determinados contenidos (Dell'Arciprete, 2013). En el área de las Ciencias se analiza, como aporte al aprendizaje, las posibilidades que ofrecen los laboratorios virtuales y remotos, como escenarios de sumo interés en el campo educativo. Están basados en procesos de simulación que evitan los riesgos de la manipulación de material peligroso, la limitación de los costos y la ausencia de infraestructura, rompiendo las barreras de accesibilidad y espacio – tiempo, fortalezas muy apreciadas en muchos casos (Akbar, 2013).

Se proponen también herramientas para la evaluación de la calidad de sistemas/programas/cursos a distancia, como la herramienta web basada en el modelo *ECALEAD* denominada *Web ECALEAD* de mucha utilidad a la hora de desarrollar e implementar estos materiales (Gorga, 2013). Las experiencias de diseñar e incluir materiales hipermediales en contextos educativos, han sido exitosas y se continúan desarrollando, mejorando e implementando.

En este contexto, se llevará a cabo un trabajo basado en dos etapas. La primera etapa, contempla una revisión bibliográfica de antecedentes y experiencias de uso de materiales hipermediales para la enseñanza y aprendizaje de la Química y de las herramientas de autor para el diseño de materiales digitales. La segunda etapa se enfoca en el diseño e implementación de un material educativo digital para el aprendizaje de contenidos de Química General.

Se espera que el material educativo obtenido resulte de utilidad para la enseñanza y el aprendizaje de los temas abordados.

## 1.2 Objetivos

### Objetivo general

Investigar sobre las posibilidades de los materiales educativos hipermediales, para el aprendizaje en Química General.

## Objetivos específicos

- Analizar antecedentes en la utilización de materiales hipermediales para la enseñanza y aprendizaje de la Química. Aspectos positivos y barreras encontradas por otros autores.
- Estudiar los aportes que puede realizarse desde la Psicología Cognitiva y del Diseño Instruccional para mejorar la producción de materiales digitales hipermediales para uso en la enseñanza de la Química.
- Estudiar y comparar un conjunto de herramientas de autor para el diseño de materiales digitales.
- Diseñar e implementar un software educativo considerando las investigaciones previas realizadas.
- Realizar la evaluación del material educativo desarrollado por docentes especialistas en el tema y alumnos.

## 1.3 Motivación

A través de los contenidos desarrollados en el cursado de la Maestría en TIAE (Tecnología Informática Aplicada en Educación) y la experiencia como docente en el uso de los EVEA (Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje) UNNOBA MOODLE y UNNOBA VIRTUAL en los cursos semi presenciales implementados en el Ingreso y en la Asignatura Química General de la UNNOBA, pude conocer y comprobar las posibilidades pedagógicas que brindan los materiales hipermediales en general y específicamente en la enseñanza de la Química. Los contenidos resultan difíciles de abordar, entre otras razones por su grado de abstracción y la dificultad para interrelacionar el mundo macroscópico y submicroscópico. Es posible que, la incorporación de esos materiales, colaboren en el aprendizaje de contenidos de esa ciencia, sobre todo en el contexto de los primeros cursos de Química. para aquellos alumnos que ingresan a la Universidad a carreras tales como Ingeniería Agronómica, Industrial, Mecánica e Informática que no tienen a la Química como eje temático.

## 1.4 Planteamiento del problema y justificación

El uso de material educativo digital en los procesos educativos ha logrado una mayor motivación y aprendizaje en los estudiantes (Klobas, 2005). Pero para optimizar el impacto del recurso tecnológico digital en la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje, se vuelve fundamental la interdisciplinariedad, que permita combinar adecuadamente los tres tipos de requerimientos: disciplinar, psicopedagógicos y tecnológicos (Herrera, 2001).

Para su aplicación en el ámbito educativo, la multimedia proporciona una gran riqueza de datos que incluye no sólo texto, sino también otros medios como imágenes estáticas (fotografías, gráficos o ilustraciones, imágenes en movimiento (videos o animaciones) y audio (música o sonidos), dotando de mayor flexibilidad a la expresión de los contenidos desarrollados en forma multimedial (Aedo, Díaz y Montero, 1996).

Por otra parte, el hipertexto aporta una estructura que permite que los datos puedan presentarse y explorarse siguiendo distintas secuencias. La **Hipermedia** como integración del hipertexto y multimedia, permite la accesibilidad a los contenidos multimediales, según las necesidades o intereses del usuario. El uso de un medio multidimensional más natural y

amigable, no limitado a presentaciones lineales, permite al alumno elegir los hiperenlaces que desee en cada momento. Esta libertad de elección estimula la curiosidad, la posibilidad de administrar su propio proceso de aprendizaje, convirtiéndose en una herramienta que facilita el aprendizaje autónomo (Delisle y Schwartz, 1989; Wittington, 1996).

Entre las principales herramientas utilizadas en la enseñanza de las ciencias se pueden mencionar: el aprendizaje tradicional por transmisión de información, el aprendizaje constructivista, el aprendizaje por descubrimiento, el aprendizaje basado en la resolución de problemas, el aprendizaje como investigación dirigida, el desarrollo de capacidades metacognitivas y el diseño de unidades didácticas para la enseñanza de las ciencias. A diferencia del modelo de enseñanza tradicional, los otros enfoques presentan al alumno más activo y protagonista de su propio aprendizaje, a través de la realización entre otras, de actividades experimentales, de investigación y aplicación de los conocimientos. En este contexto el material digital educativo realiza un aporte significativo al aprendizaje (Campanario & Moya, 1999).

Las investigaciones en el campo de la didáctica de las ciencias, respecto a las dificultades de aprendizaje, muestran que el estudiante realiza una filtración ontológica y conceptual de un hecho o fenómeno basado en la percepción física, en la cultura y el lenguaje cotidianos (Pozo & Gómez, 1998).

El estudiante a partir de la cultura cotidiana presenta formas de razonamiento espontáneo como la metodología de la superficialidad o del sentido común y el causalismo simple (Andersson, 1990). En las formas de razonamiento espontáneo, que actúan como obstáculos epistemológico y metodológico del pensamiento, se encuentran la **fijación funcional**, que es el aprendizaje memorístico que no permite el análisis, la reflexión y el pensamiento creativo de una situación, hecho o problema (Furió & Calatayud, 1996) y la **reducción funcional**, que es la incapacidad para correlacionar distintas variables o causas de un fenómeno o de un hecho (Furió & Furió, 2000).

Las principales dificultades en el aprendizaje de la Química están relacionadas con la falta de comprensión de las interrelaciones del mundo macroscópico y submicroscópico, particularmente en temas como el equilibrio químico, los gases y la naturaleza corpuscular de la materia (Furió & Furió, 2000; Moncaleano et al., 2003). Otros temas de Química General en los cuales los estudiantes de cursos universitarios presentan mayor dificultad en el aprendizaje son: disoluciones, estequiometría, equilibrio químico y equilibrios iónicos en solución (Cárdenas, 2006).

La creciente tendencia en el uso de materiales hipermediales en la enseñanza de la Química puede explicarse por las cualidades de interactividad, dinamismo y tridimensionalidad de la que adolecen los libros de texto, constituyendo un avance cualitativo en la tecnología educativa (Jiménez y Llitjós 2006). La herramienta tecnológica con fines educativos debe ser usada con fundamento y objetivos precisos en un contexto didáctico. La animación, por ejemplo, es una herramienta útil del diseñador instruccional, considerada como una forma efectiva de aprender sobre temas que involucran cambios temporales, pero se necesitan recursos adicionales, para guiar el procesamiento cognitivo de los alumnos, durante el aprendizaje con animaciones. En este sentido, varios autores reconocidos remiten a la utilización de elementos como, por

ejemplo, añadir señalizaciones visuales o auditivas para ayudar en la interpretación del material animado (De Koning y Jarodzka, 2017), utilizar referencias de orientación destinadas a guiar en la interpretación de la forma de objetos tridimensionales (Berney y Betrancourt, 2017), pedirle al alumno que produzca dibujos basados en una lección animada (Lowe y Mason, 2017) o bien que responda una serie de preguntas (Ploetzner y Breyer, 2017). Es decir, la animación debe asociarse con recursos pedagógicos adicionales para que conduzca a aprendizajes significativos. Ribeiro y Greca (2003) hacen una amplia revisión de las investigaciones vinculadas al uso de las TICs en la enseñanza de la Química. Reseñan estos autores, que el uso de tecnologías educativas facilita la concretización de conceptos abstractos y la visualización de procesos, y destacan que el éxito del proceso educativo está, en todo caso, circunscripto al uso que de éstas haga el docente en el marco de su propia actividad didáctica (Ösman, 2008).

Se propone entonces investigar el impacto de los materiales educativos hipermediales (desde la dimensión educativa y tecnológica) en la enseñanza de la Química. Para ello se realizará una revisión de un conjunto de materiales educativos acorde al propósito de estudio, para luego realizar una caracterización y evaluación desde la interpretación de la psicología cognitiva y el diseño instruccional. Además, se propone realizar una revisión y selección de las herramientas de autor más adecuadas para la producción de materiales educativos. Estos aspectos de la investigación resultarán de importancia para la implementación del material hipermedial que propone el presente trabajo de tesis.

### **1.5 Metodología de la investigación**

Esta investigación propone realizar un trabajo experimental en el que se diseñará un material educativo hipermedial, que podrá ser utilizado en cursos iniciales universitarios para la enseñanza de la Química. Se revisarán propuestas realizadas por otros autores para el desarrollo de las competencias pertinentes y diversas experiencias en los diferentes contextos de uso para aprovechar las fortalezas encontradas, corregir sus debilidades e incorporar elementos que resulten relevantes y que no han sido considerados en las propuestas revisadas.

Se realizará luego, un estudio de caso en que se utilizará el material diseñado para que pueda ser valorado por docentes y alumnos en el marco de esta tesis. Finalmente, se analizará el impacto producido, las fortalezas y debilidades encontradas, los resultados, conclusiones y líneas de trabajo futuro.

### **1.6 Estudio de caso**

El estudio de caso se desarrollará en la Asignatura Química General e Inorgánica que se dicta en la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA). La asignatura corresponde al primer año de las carreras de Ingeniería Industrial, de Alimentos, Agronómica y Mecánica, de la Licenciatura en Genética y de las tecnicaturas asociadas a las carreras mencionadas y de segundo año de Ingeniería Informática. Esta asignatura se dicta durante el primer cuatrimestre con una matrícula aproximada de 400 alumnos y cuenta con un redictado durante el segundo cuatrimestre.

### **1.7 Selección de la bibliografía**

La selección de la bibliografía se realizará siguiendo pautas de revisión sistemática de literatura, según la metodología de Barbara Kitchenham (2004). El proceso global de búsqueda consiste en

tres fases: 1) planificación de la búsqueda, 2) realización de la búsqueda y 3) presentación del informe de revisión.

Los documentos utilizados serán: actas de congreso, artículos de revistas, artículos en portales académicos, capítulos de libros, información de los sitios web vinculados a las herramientas indagadas y capítulos de tesis o reportes de investigación. Los documentos se buscarán en idioma español e inglés, publicados en los últimos 15 años, y también en algunas publicaciones anteriores que, por su relevancia o aceptación por la comunidad científica, se consideren adecuados.

### **1.7.1 Preguntas de investigación**

1 ¿Cuál es la evaluación que realiza la Psicología Cognitiva sobre las habilidades cognitivas involucradas en el uso los materiales hipermediales educativos?

2 ¿Cuáles son los antecedentes de materiales educativos hipermediales aplicados a la enseñanza de la Química?

3 ¿Cuáles son los principales aspectos en consideración para optimizar la calidad en la producción de esos materiales educativos digitales?

4 ¿Cuáles son las herramientas de autor más útiles en el diseño y producción de estos materiales?

5 ¿Cuál es el marco de evaluación más apto para determinar el impacto de su utilización en un contexto educativo?

6 ¿Cuál es el impacto de estos materiales en un contexto real de enseñanza aprendizaje?

### **1.7.2 Fuentes bibliográficas**

Artículos publicados en actas de congresos.

Repositorios académicos y Universitarios.

Portales académicos.

Revistas especializadas en la enseñanza de las Ciencias.

Búsqueda en el motor de búsqueda *Google Academics*.

### **1.7.3 Palabras Clave**

Se utilizarán las siguientes palabras claves en español e inglés: material educativo hipermedial y Psicología Cognitiva. Material educativo hipermedial y diseño instruccional. Herramientas de autor para producir material educativo hipermedial. Material hipermedial en la enseñanza de la Ciencia. Material hipermedial en la enseñanza de la Química. Evaluación de material hipermedial en contexto educativo.

### **1.7.4 Criterios de inclusión y exclusión**

Los criterios utilizados para la inclusión de artículos serán:

1. Documentos que analizan los procesos cognitivos involucrados en el uso de materiales hipermediales en contexto educativo.

2. Documentos que describan las herramientas de autor para producir material educativo hipermedial.

3. Documentos que abordan propuestas de producción de material hipermedial educativo desde el diseño instruccional.

4. Documentos que refieran a la evaluación de materiales hipermediales en contextos educativos.

Los criterios utilizados para la exclusión de artículos serán:

1. Artículos a los que no se pudo acceder al texto completo.
2. Documentos cuyo idioma no fuera español o inglés.
3. Literatura informal.

#### **1.7.5 Proceso preliminar de selección**

En el proceso preliminar se propone confeccionar una lista con los documentos que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión explicitados. A partir de ellos, se tomarán las referencias y artículos bibliográficos para incluir en el estudio, y se agregarán otros trabajos de interés citados por los autores de los trabajos seleccionados.

#### **1.7.6 Proceso de selección final**

Para finalizar el proceso se aplicarán nuevamente los criterios de inclusión y exclusión para descartar aquellos documentos que no cumplieran con los objetivos de la búsqueda. A partir de estos documentos se confeccionará una lista de referencia del material consultado.

### **1.8 Organización de la tesis**

La presente tesis se organiza en dos partes. En la primera, que consta de tres capítulos, se abordan los aspectos teóricos y metodológicos generales, y en la segunda, de cuatro capítulos, se da cuenta del estudio de caso realizado, los resultados generales del estudio de caso y discusiones teóricas que se desprenden de la experiencia, conclusiones y trabajos futuros, así como también la bibliografía utilizada para la realización del trabajo

El **Capítulo 1** presenta el tema a abordar en la tesis y su motivación, los objetivos, las preguntas que guían la investigación, fuentes bibliográficas, criterios de selección de bibliografía y la organización de los capítulos que la conforman.

En el **Capítulo 2**, se describen las bases teóricas que justifican del uso de materiales multimedia para la enseñanza y el aprendizaje de la Química, que se relacionan con el aprendizaje de contenidos teóricos y contenidos prácticos en el ámbito del laboratorio. Se revisan distintos materiales multimedia disponibles para la enseñanza de la Química, sus ventajas y limitaciones y la evaluación de su utilización en contextos educativos.

Finalmente se aborda la cuestión relacionada con el Diseño Instruccional en el marco de uso de herramientas tecnológicas, que permiten crear ambientes mediados en los procesos de construcción del conocimiento.

En el **Capítulo 3**, se muestran las herramientas de autor disponibles para la producción de materiales multimedia interactivos, y se realiza un análisis comparativo a partir de las debilidades y fortalezas encontradas para su uso en el diseño del material propuesto.

En el **capítulo 4** se recuperan antecedentes vinculados al diseño instruccional y las herramientas de autor y se presenta el proceso de producción del material educativo hipermedial que propone esta tesis.

En el **Capítulo 5**, se describe el estudio de caso y se detallan las problemáticas identificadas, sobre las que se intenta realizar un aporte con el material que se presenta en esta tesis.

En el **Capítulo 6**, se presentan los resultados generales del estudio de caso y discusiones teóricas que surgen de la experiencia.

En el **Capítulo 7**, se presentan las conclusiones, los aportes de la tesis y posibles líneas de investigación a partir de los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación.

En el **Capítulo 8** se presenta la bibliografía utilizada para la realización del trabajo.

# Capítulo 2

## Capítulo 2. Estado del Arte

### 2.1 Introducción

En este capítulo se describen las bases teóricas que justifican del uso de materiales multimedia para la enseñanza y el aprendizaje de la Química, en relación con el aprendizaje de contenidos teóricos y contenidos prácticos en el ámbito del laboratorio. Se revisan distintos materiales multimedia disponibles para la enseñanza de la Química, sus ventajas y limitaciones y la evaluación de su utilización en contextos educativos.

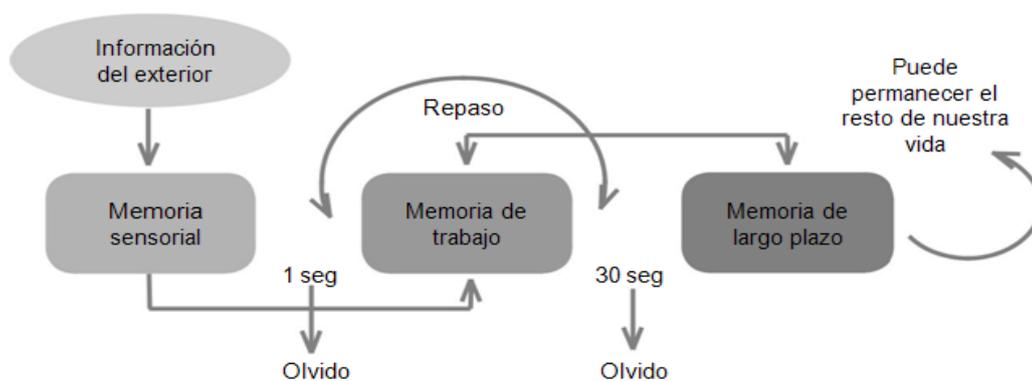
Finalmente se aborda la cuestión relacionada con el Diseño Instruccional en el marco de uso de herramientas tecnológicas, que permitan crear ambientes mediados en los procesos de construcción del conocimiento.

### 2.2 Teorías del aprendizaje con utilización de materiales multimedia

A partir de la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia (TCAM) (Mayer, 2003), que incorpora la Teoría Situativa como complemento y de la Teoría de la Carga Cognitiva (TCC) (Sweller, 2002) se desarrolla un marco conceptual para comprender y mejorar el aprendizaje apoyado en la tecnología informática.

#### 2.2.1 Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia

Esta teoría define a la arquitectura cognitiva y la organización de las estructuras y funciones cognitivas del ser humano. Supone que la información que entra al cerebro, es procesada en tres diferentes estructuras, a saber: a) la memoria sensorial, b) la memoria de trabajo, y c) la memoria de largo plazo (Figura 1)



Fuente: elaborado con base en Dale Shaffer, Wendy Doube y Juhani Touvinen, 2003

**Figura 1.** Estructura de la arquitectura Cognitiva Humana

#### *Memoria sensorial*

Los canales sensoriales como el visual y el auditivo, captan los estímulos del entorno. La memoria sensorial recibe el estímulo y lo almacena por un muy corto tiempo (entre 1 y 3 segundos). Su función es convertirlos en información auditiva y visual. No obstante, no les asigna significado. Ambos canales se encuentran separados y la información que allí llega se procesa independientemente (Shaffer, Doube & Tuovinen, 2003).

#### *Memoria de trabajo*

La memoria de trabajo permite retener y manipular la información por períodos cortos (de 15 a 30 segundos). Procesa toda la información nueva que no está vinculada con esquemas de la memoria de largo plazo (Shaffer, Doube & Tuovinen, 2003). Una característica importante de la memoria de trabajo es su limitada capacidad de procesamiento, es decir posee una limitada carga cognitiva. La carga cognitiva se define como la actividad mental procesada conscientemente en un momento dado por un sujeto. (Paas, Tuovinen, Tabbers & van Gerven, 2003). El procesamiento de la información en esta memoria se realiza a través de dos canales parcialmente independientes, el auditivo y el visual. Adicionalmente, existe un tercer canal conocido como central ejecutivo, que es el responsable de coordinar el procesamiento de la información que entra y sale de la memoria de trabajo. (Chong, 2005)

Por consiguiente, un individuo que entiende un texto con imágenes, selecciona información relevante del texto, construye una representación proposicional, y organiza la información seleccionada en un modelo verbal mental. De manera similar, selecciona información relevante de las imágenes, crea una base de imágenes, y organiza la información pictórica seleccionada en un modelo mental visual. El paso final es construir conexiones entre el modelo basado en el texto y el modelo basado en imágenes. Este modelo puede explicar porqué las imágenes en los textos apoyan la memoria y la comprensión de los contenidos, sobre todo en determinadas circunstancias como el caso de los aprendices que son más propensos a construir conexiones mentales entre la información verbal y la pictórica, sobre todo si el texto y las imágenes son coherentes y si la información verbal y pictórica se presentan próximas una de otra. Mayer denomina a estas situaciones como principio de coherencia y principio de contigüidad. (Mayer, 2003)

Los textos y las imágenes se basan en diferentes sistemas de signos y emplean principios de representación bastante distintos. Los textos son representaciones descriptivas compuestas por símbolos que están asociados con el contenido que representan en forma convencional, en cambio las representaciones gráficas de imágenes, consiste en signos icónicos asociados con el contenido que representan a través de características estructurales comunes. En este caso las relaciones se infieren. (Mayer, 2003)

### *Memoria de largo plazo*

A diferencia de la memoria a corto plazo, la memoria de largo plazo es ilimitada. Está encargada de almacenar información diversa relacionada con hechos, conceptos, imágenes, recuerdos, procedimientos, etc. Este tipo de memoria organiza y almacena la información en “esquemas” o constructos cognitivos que incorporan múltiples unidades de información dentro de una unidad singular de mayor nivel. Los esquemas son construidos en la memoria de trabajo y permiten procesar una cantidad mayor de información. Mediante estos esquemas se categorizan los conocimientos, para facilitar su posterior recuperación y aplicación. (Shaffer, Doube & Tuovinen, 2003)

### **2.2.2 Teoría de la Carga Cognitiva (TCC)**

Según Sweller (2002), el uso de los esquemas de la memoria de largo plazo no consumen recursos cognitivos cuando son automatizados luego de una extensa práctica. La automatización como complemento de la construcción de esquemas, se refiere al proceso mediante el cual la información almacenada se procesa de forma automática e inconsciente. En este sentido, el

desarrollo de habilidades mediante la práctica contribuye a garantizar la ejecución espontánea y fácil de una tarea, sin recargar la memoria de trabajo con demasiada información a procesar al mismo tiempo. Debido a que todo contenido nuevo, debe ser procesado en la memoria de trabajo, demasiada carga cognitiva puede impedir que el sujeto dedique recursos valiosos para la formación de nuevos esquemas y el almacenamiento de la información a largo plazo.

Según esa teoría, la carga cognitiva es la cantidad total de la actividad mental procesada conscientemente en un momento dado, cuando un sujeto está resolviendo una tarea (Paas, Tuovinen, Tabbers & van Gerven, 2003). No obstante, no toda la carga cognitiva es del mismo tipo. A continuación, se describen las clases de carga cognitiva y su relación con la memoria de corto y largo plazo.

Fred Paas, Juhani E. Tuovinen, Huib Tabbers y Pascal W. M. van Gerven (2003) distinguen tres tipos de carga cognitiva, a saber: a) intrínseca, b) extrínseca y c) relevante (o germánica).

### *Carga cognitiva intrínseca*

Se refiere a aquella carga inherente a la complejidad de la tarea y al nivel de experiencia del aprendiz. Depende entonces de dos variables: por un lado, la dificultad intrínseca del material a aprender, y por el otro, la pericia del aprendiz. En este sentido, la información previa deberá tenerse en cuenta, pues los esquemas que ya están formados en la memoria de largo plazo influyen directamente en la capacidad de la memoria de trabajo del aprendiz. Una tarea específica puede ser compleja para un novato; no obstante, será sencilla para el experto (Chong, 2005).

### *Carga cognitiva extrínseca*

Está relacionada con aquella carga innecesaria que satura, contamina y afecta la memoria de trabajo. Cuando el aprendiz está interactuando con un material o interfaz cuyo diseño o ejecución están dotados de elementos irrelevantes, aumenta la carga extrínseca, la cual entorpece los procesos tanto de construcción como de automatización de esquemas. Según Anthony R. Artino (2008), el mal diseño instruccional es aquel que no favorece el aprendizaje e introduce “ruido”, por lo que el aprendiz utilizará sus limitados recursos cognitivos para poner atención a aspectos poco relevantes en la resolución de la tarea. Además, como la carga cognitiva es aditiva, las cargas intrínseca y extrínseca se suman, lo cual deja poco espacio para la carga relevante.

### *Carga cognitiva relevante (o Germánica)*

La carga relevante es la responsable directa de contribuir al aprendizaje. Se constituye a partir de procesos cognitivos adecuados, como las abstracciones y las elaboraciones. Este tipo de carga está relacionada con el diseño de la interfaz, puesto que la manera como se presente la información y el tipo de actividades que se sugieran, puede favorecer el aprendizaje del individuo. Aunque la carga relevante se suma a la carga cognitiva total, representa los recursos invertidos directamente en el aprendizaje del material como, por ejemplo, la construcción de esquemas.

Tener en cuenta estos principios durante la producción de materiales multimediales, da como resultado un aprendizaje más profundo, permitiendo la comprensión de contenidos complejos, que luego pueden ser utilizados para resolver problemas novedosos. (Artino, 2008)

### 2.2.3 Teoría Situativa

Por otra parte, en el campo del trabajo y la investigación en Química, las representaciones tales como diagramas, ecuaciones y fórmulas desempeñan un papel más profundo que la simple comprensión de ciertos contenidos utilizándolos como facilitadores del aprendizaje. En su práctica diaria, los químicos profesionales utilizan en gran medida diversas representaciones para comprender las transformaciones químicas. Por ejemplo, se usan diagramas estructurales para describir la geometría de los compuestos que se requiere estudiar o sintetizar, o fórmulas para explicar los mecanismos por los cuales se transforman los reactivos en productos.

La manera en que estas representaciones, que se utilizan habitualmente, se incluyen en los materiales educativos multimedia, tiene implicancias en la comprensión de los contenidos abordados. Si además el objetivo educativo es desarrollar el aprendizaje de la química como un proceso científico investigativo, tal como lo requieren los estándares científicos, es necesario que los estudiantes combinen el conocimiento científico y la metodología de la investigación a medida que usan razonamiento y pensamiento crítico para desarrollar su comprensión de la ciencia. Sin embargo, el objetivo de aprender en el contexto de un proceso de investigación, requiere una base teórica centrada en los contenidos y en la forma de adquisición de los nuevos conceptos y principios (Greeno, 1998), Roth, 2001; Roth & Mc Ginn, 1998) y otros (Brown, Collins y Duguid, 1989; Lave y Wenger, 1991).

Se introduce entonces la **teoría situativa** que complementa la teoría cognitiva en relación al aprendizaje multimedia de la Química, teniendo en cuenta las prácticas de los profesionales de la disciplina en el uso de representaciones para la comprensión de contenidos abstractos específicos.

Ambas teorías tienen objetivos educativos diferentes pero complementarios, esto es, la teoría cognitiva centrada en aprendizaje de conceptos específicos y la teoría situativa sobre el aprendizaje de la ciencia como un proceso de investigación.

La teoría situativa argumenta que el aprendizaje de la Química se favorece con el uso de diferentes representaciones en el contexto de investigaciones de laboratorio, usándolas para hacer preguntas, planificar experimentos, llevar a cabo procedimientos, analizar datos, presentar hallazgos y extraer conclusiones. Sugiere que deben utilizarse las representaciones habituales de esta ciencia, para la consideración y discusión de objetos y procesos difíciles de visualizar. Se puede citar como ejemplo el aprendizaje de las estructuras tridimensionales en el estudio de la geometría molecular de los compuestos (Kozma, Chin, Russell y Marx, 2000). Mediante el uso de tablas, diagramas y ecuaciones, los químicos pueden visualizar, discutir y entender las moléculas y los procesos químicos que ocurren en el laboratorio o en la naturaleza y estas herramientas deben ser usadas en los procesos de aprendizaje.

Greeno (1998) afirma que cuando las aulas están orientadas hacia la teoría situativa, se alienta a los estudiantes a participar en actividades que incluyen la formulación y evaluación de experimentos, ejemplos, aplicaciones, hipótesis, evidencia, conclusiones y argumentos. La

comprensión conceptual ocurre en el contexto de estos procesos. En estas aulas orientadas a la participación, las discusiones están dirigidas no solo para fomentar el aprendizaje de los conceptos y principios de la materia, sino también para aprender a participar en prácticas reales, sobre todo en el caso de la Química, una ciencia experimental. Desde esta perspectiva, los estudiantes no utilizan representaciones múltiples solo para expresar su comprensión de los conceptos claves, sino también para participar en prácticas científicas auténticas, hacer preguntas de investigación, diseñar nuevas investigaciones, planificar experimentos, construir aparatos y definir nuevos procedimientos para obtener datos y sacar conclusiones (Krajcik, et al., 1998).

El uso de representaciones para apoyar el aprendizaje de la Química se ilustra mediante un estudio observacional que realizó Kozma (2000) en un curso universitario de Química Orgánica. Durante una experiencia de síntesis de un compuesto, no se utilizaron representaciones en el laboratorio y como consecuencia, las prácticas y discusiones se centraron exclusivamente en los aspectos físicos macroscópicos, como la configuración de equipos, la solución de problemas de procedimiento, los cambios observables de las propiedades físicas de los reactivos que estaban usando. Al mismo tiempo se observó muy poca discusión entre los estudiantes sobre las propiedades moleculares de los compuestos que estaban sintetizando o el mecanismo de reacción que podría estar teniendo lugar durante sus experimentos. En una sesión posterior, estos mismos estudiantes trabajaron utilizando un software de modelado que les permitió construir, examinar y manipular representaciones del compuesto a sintetizar en el laboratorio. En este caso, el discurso de los estudiantes fue muy parecido al discurso que observamos entre los químicos profesionales, aparecieron referencias a los procesos moleculares que ocurren en la síntesis química (Kozma, 2000)

Las bases teóricas que se han descrito brevemente y se vinculan, en particular, con la enseñanza y el aprendizaje de la Química establecen un punto de partida fundamental para el desarrollo del presente trabajo de tesis. En la siguiente sección se abordan aspectos de relevancia que deben ser considerados al momento de diseñar un material educativo digital.

### **2.3 Principios para el diseño de materiales digitales**

Los siguientes principios justifican y guían el diseño de materiales digitales de enseñanza (Mayer,2003) (Artino, 2008):

- Principio multimedia:** el aprendizaje a partir de palabras e imágenes resulta de una mayor profundidad que aprender solo de las palabras.
- Principio de contigüidad o de atención dividida:** las personas aprenden más profundamente cuando las palabras y las imágenes correspondientes se presentan cerca en tiempo y espacio.
- Principio de modalidad:** se aprende más profundamente de la animación y la narración que de la modalidad animación y texto en pantalla.
- Principio de señalización:** se aprende más profundamente cuando se proporciona una orientación para dirigir la atención del alumno.

- **Principio de interactividad:** las personas aprenden más profundamente cuando pueden controlar el orden y el ritmo de presentación.
- **Principios de personalización de voz e imagen:** Se aprende mejor cuando las palabras de un recurso multimedia se presentan en un estilo conversacional, en lugar de un estilo formal y cuando los avatares de pantalla expresan gestos y movimientos humanos, y no necesariamente cuando la imagen del instructor aparece en la pantalla.
- **Principio de consignas resueltas:** Los estudiantes aprenden mejor cuando reciben actividades resueltas al inicio del aprendizaje.

Estos principios, aplicados al diseño de materiales multimedia, pueden hacer contribuciones importantes al aprendizaje de los estudiantes con dificultades para la comprensión de conceptos y principios complejos en la enseñanza de Química (Gable, 1998; Gable & Bunce, 1994).

Por ejemplo, para abordar contenidos como equilibrio químico, se proponen animaciones moleculares narradas, en las que las especies se presentan en diferentes colores y las concentraciones de estas especies van cambiando con el tiempo hasta que se alcanza el punto de equilibrio. El principio de señalización sugiere que la narración de la animación podría indicar que las concentraciones de cada especie van cambiando, marcando claramente el punto en el cual el sistema ha alcanzado el equilibrio, mencionando que, en él, las reacciones directa e inversa se producen a la misma velocidad. La aplicación del Principio de Interactividad podría realizarse al permitir a los estudiantes manipular la temperatura o la presión del sistema y observar el impacto que estos cambios tienen en el equilibrio. La experiencia de uso del software con ese diseño, da como resultado una mayor comprensión por parte de los estudiantes de los conceptos involucrados (Kozma, Russell, Jones, Marx y Davis, 1996)

Otro concepto importante para tener en cuenta en el diseño de materiales es la estrategia del cambio conceptual, en la que se propone un contenido, que entra en conflicto con una concepción existente impulsando el desarrollo de una estructura nueva. Esta nueva estructura será usada por los estudiantes para resolver problemas, explicar un fenómeno o el funcionamiento de su mundo. (Davis, 2001). (Khun, 2001).

## 2.4 Materiales multimedia disponibles para el aprendizaje de la Química

En esta sección se presentan y describen las características de seis materiales multimedia ampliamente utilizados en la enseñanza de la Química, que abordan temas que presentan dificultades para su aprendizaje y que su aplicación ha sido evaluada en diversos ámbitos educativos.

**2.4.1 SMV:Chem** (Simultaneous Multiple Representations in Chemistry) y su prototipo predecesor, **4M: Chem**<sup>1</sup> (Multimedia and Mental Models in Chemistry), según sus autores ilustran la aplicación de la teoría cognitiva en el diseño de los materiales educativos. SMV: Chem (Russell, Kozma, Becker, y Susskind, 2000) es un software multimedia diseñado para mostrar

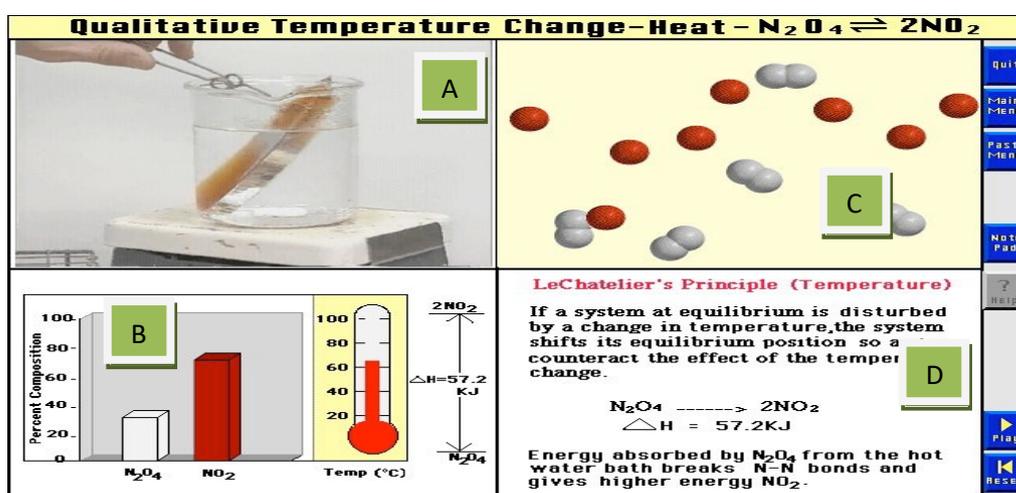
---

<sup>1</sup> <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed071p669>

experimentos químicos, utiliza animaciones a escala molecular, gráficos, modelos moleculares y ecuaciones.

**2.4.2 4M:Chem** (Russell y Kozma, 1994; Kozma, et al., 1996; Russell Kozma, Jones, Wykoff, Marx y Davis, 1997) fue un prototipo utilizado para desarrollar la tecnología y los principios teóricos subyacentes. Ambos materiales usan un diseño de pantalla con cuatro ventanas (Fig. 2) que muestran videos de experimentos, animaciones en nanoescala, representaciones gráficas, ecuaciones químicas, texto y hojas de recolección de datos y modelos moleculares, respectivamente. Cuenta con una barra de herramientas que provee los controles de navegación para cada experimento. Las cuatro ventanas que posee la aplicación se pueden activar de forma independiente, de manera que los usuarios pueden ver una sola o cualquier combinación de ellas. Un audio se dispara al abrir la ventana de video de cada experimento. Hay pistas de audio separadas para las otras tres ventanas que se activan al abrirlas.

Uno de los experimentos que propone este software, es el que se muestra en la Figura 1, ilustra el principio de Le Chatelier en un equilibrio en fase gaseosa. El concepto de equilibrio presenta dificultades en su aprendizaje, como lo documentan numerosos estudios al respecto (Banerjee, 1995; Camacho & Good, 1989; Gorodetsky y Gussarsky, 1986; Kozma, Russell, Johnston y Dershimer, 1990; Thomas y Schwenz, 1998). El experimento comienza con dos tubos que contienen la misma mezcla en equilibrio de los gases  $N_2O_4$  (g) y  $NO_2$  (g), que los estudiantes pueden observar en el video del experimento. Uno de los tubos se coloca en un baño de agua hirviendo (Fig. 1 sector A), y se observa que el color del gas en el tubo calentado se torna más oscuro que el color del gas en el tubo a temperatura ambiente.



**Figura 2. SMV.** Se muestran las cuatro ventanas, arriba a la izquierda el video del experimento, arriba derecha animación en nanoescala donde se ven las moléculas de los gases, abajo izquierda la Composición del sistema vs. Temperatura, abajo derecha ecuación química y teoría para interpretar el fenómeno en base al principio de Le Chatelier

Uno de los gases en equilibrio, el  $NO_2$  es marrón rojizo mientras que el otro,  $N_2O_4$  es incoloro. El cambio del color del tubo calentado puede interpretarse como un aumento en la concentración de  $NO_2$  que es el gas coloreado. El incremento de temperatura favorece la formación de este gas (fig.1 sector B). Una animación en nanoescala (Fig. 1 sector C) muestra inicialmente cantidades iguales de esferas rojas que representan el  $NO_2$  y esferas blancas que representan el  $N_2O_4$  en constante movimiento. Se observa que la molécula de  $N_2O_4$  es un dímero de la de  $NO_2$  y están en

continua transformación una en otra a igual velocidad, manteniendo la proporción relativa, mostrando de este modo la propiedad dinámica de un equilibrio químico. Al incrementar la temperatura, la animación molecular muestra que la composición del gas va cambiando con aumento del  $N_2O_4$ , si esto fuese cierto el color del gas debería ser cada vez más tenue, no más coloreado como muestra el video. En la clase de discusión, los alumnos deben analizar lo que muestra el video del experimento (cuyas propiedades del equilibrio químico son correctas) y la animación, para arribar a la conclusión que, por aplicación del principio de Le Chatelier, lo que se muestra en la animación es incorrecto. Luego se les solicita proponer los cambios necesarios para que la animación sea correcta y coincida con los datos que aporta el video.

Las características de SMV:Chem tiene en cuenta los principios de multimedia, contigüidad, modalidad, señalización e interactividad descritos por Mayer para los software multimedia que son destinados a la enseñanza (Kozma y Russell, 2005)

La investigación sobre el uso de este software en estudiantes universitarios muestra un aumento significativo en la comprensión de los conceptos sobre equilibrio y una reducción de los conceptos erróneos sobre el tema (Kozma, Russell, Jones, Marx, & Davis, 1996) (Russell, 2004).

En un estudio de Kozma (2000) se presentan algunos resultados del uso de la unidad 4M:Chem. En la experiencia se trabajó con cuatro grupos de alumnos. Un primer grupo tenía acceso a la ventana de animación; otro solo usó la ventana de video; el tercer grupo usó la ventana gráfica; y el cuarto grupo usó las tres ventanas. Cada grupo tenía una narración de audio personalizada para las ventanas en uso. En la evaluación del aprendizaje se observó que el grupo que utilizó las tres ventanas obtuvo una buena narración del fenómeno del equilibrio químico. El grupo de animación obtuvo una puntuación más alta en la explicación de la naturaleza dinámica del equilibrio. El grupo de gráficos obtuvo buenos resultados en los ítems relacionados con la composición relativa del sistema gaseoso. El grupo que observó las tres ventanas y el grupo que vio solo el video no obtuvieron resultados satisfactorios. Kozma explica que, en términos de la teoría cognitiva, el uso solo del video no proporciona toda la información necesaria para comprender el concepto y que la información de las tres ventanas puede haber excedido la capacidad cognitiva de los estudiantes para procesar simultáneamente toda la información.

**2.4.3 Connected Chemistry**<sup>2</sup> destinado al aprendizaje de conceptos complejos de Química (Stieff y Wilensky, 2003). Este software es una colección de simulaciones de sistemas químicos con los que los estudiantes pueden interactuar. Cada simulación se centra en un concepto químico diferente, como por ejemplo el principio de Le Chatelier. A diferencia de SMV:Chem que usa animaciones "enlatadas", Connected Chemistry genera los gráficos de forma inmediata, en respuesta a los comentarios de los estudiantes.

La interfaz consta de tres componentes fundamentales: una ventana de representación a nano escala del sistema, una ventana para gráficos de propiedades macroscópicas, y un área para configurar los parámetros del sistema: comenzar, pausar, reiniciar y restablecer la simulación. No muestra videos del experimento, como lo hace SMV:Chem, ni proporciona una narración de audio de las representaciones gráficas. En la Figura 3 sector A, se muestra una ventana de la aplicación que simula el equilibrio de distribución de un soluto y moléculas de agua entre dos fases en contacto. En esta representación en nanoescala las moléculas de soluto aparecen como

---

<sup>2</sup> <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/> y <http://www.connchem.org/>

círculos rojos (especie mayoritaria) y moléculas de agua que se muestran como círculos azules (especie minoritaria).

A medida que se ejecuta la simulación, todas las moléculas están en movimiento rápido. La ventana de trazado macroscópico (Fig. 3 sector B) muestra la diferencia en la composición, en cada fase.

Pueden realizarse cambios en el sistema, como el volumen y la cantidad de moléculas en cada fase. Luego de cada cambio puede observarse como se restablece una nueva situación de equilibrio.

En un estudio realizado por Sharona T. y Uri W. con más de 900 estudiantes del nivel medio en Israel, se utilizó Connected Chemistry en un marco conceptual que propone varias formas de acceso (submicroscópica, macroscópica, algebraica, experiencial) para la comprensión de los temas: Leyes de los Gases y Teoría Cinético-molecular de los Gases.

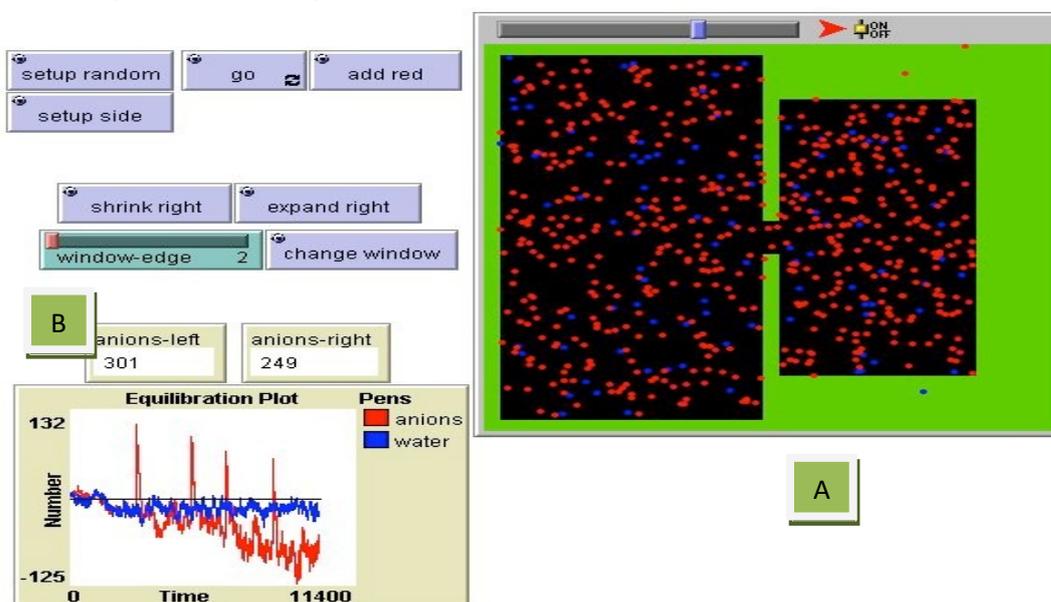


Figura 3. SMV chem Connected chemistry

Se propuso realizar transiciones bidireccionales entre formas ancladas en el nivel común y el experimentado, el nivel macro y el submicroscópico. Los resultados muestran un fuerte efecto positivo en la evaluación luego de la intervención, con respecto a los cuestionarios previos. Los efectos más fuertes se ven en la comprensión del nivel submicroscópico y la capacidad para relacionarlo con el nivel macroscópico. Más de la mitad de los estudiantes tuvieron éxito en la construcción de las ecuaciones que describen las leyes de los gases. Se encontraron cambios significativos en las epistemologías de los modelos, entendiéndolos como representaciones en lugar de réplicas de la realidad.

#### 2.4.4 Molecular Workbench<sup>3</sup>

Es un paquete de software multimedia diseñado para apoyar el aprendizaje de conceptos complejos en Química. Utiliza técnicas computacionales avanzadas para proporcionar una variedad de simulaciones interactivas de fenómenos químicos en tiempo real, mediante la

<sup>3</sup> <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/> y <http://www.connchem.org/>

aplicación de conjuntos de reglas que describen las reacciones químicas en un sistema de modelado de dinámica molecular (Xie y Tinker, 2004). (Fig. 4)

Todas las simulaciones que presenta este software muestran un modelo de dinámica molecular bidimensional a nano escala (fig. 4 sector B), con gráficos de energía potencia (fig. 4 sector A) y tiene la flexibilidad de permitir a los usuarios establecer la mayoría de los parámetros iniciales, incluido átomos, sus posiciones, velocidades y enlaces, así como todos los parámetros de energías potenciales.

Molecular Workbench recibió el Premio de Ciencia para Recursos on line en Educación, otorgado por la Asociación Estadounidense para el Avance de la Ciencia por alentar la innovación y excelencia, así como la utilización de recursos de alta calidad para estudiantes, profesores, y usuarios en general.

En un estudio llevado a cabo por con un grupo de 70 estudiantes de una escuela secundaria en Irán, se evaluó la utilidad de la instrucción asistida por computadora como una ayuda en el aprendizaje de la Química, utilizando el Software Molecular Workbench.

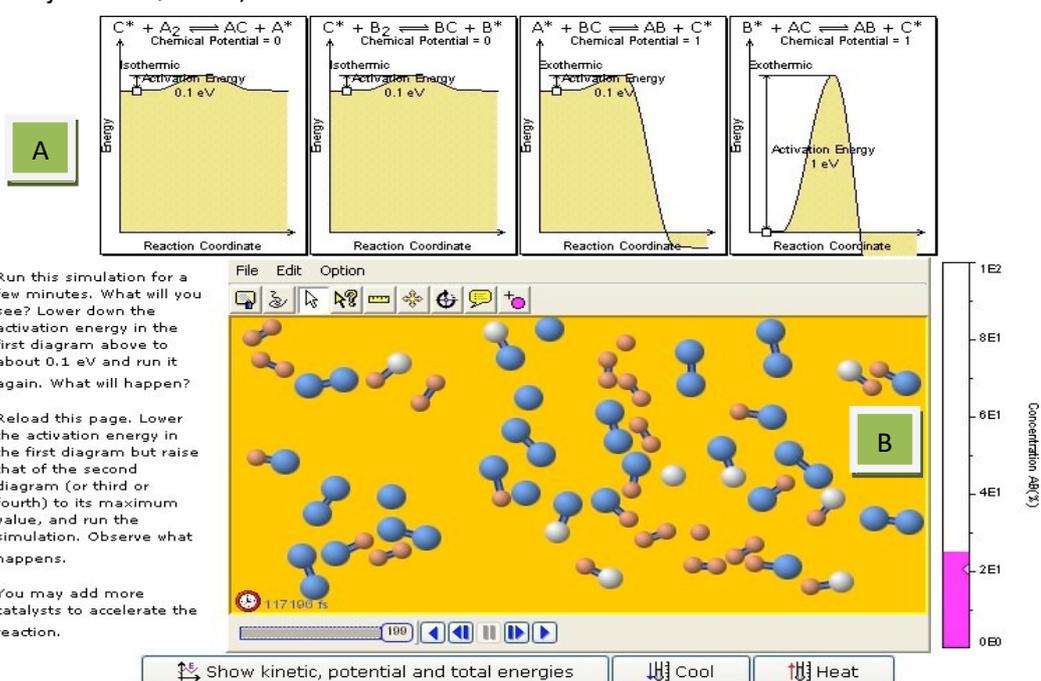


Figure 4. Molecular Workbench simulación de una catálisis homogénea del tipo  $A_2 + B_2 \rightarrow 2 AB$ .

Se usó un diseño de grupo de control de tratamiento para evaluar su impacto. Los estudiantes que recibieron enseñanza con el software Molecular Workbench obtuvieron mejores resultados en las pruebas de evaluación en cinco temas de Química, en comparación con aquellos que recibieron instrucción convencional y señalaron que el uso del software les resultó útil en el aprendizaje de la Química. (Khoshouie, 2014)

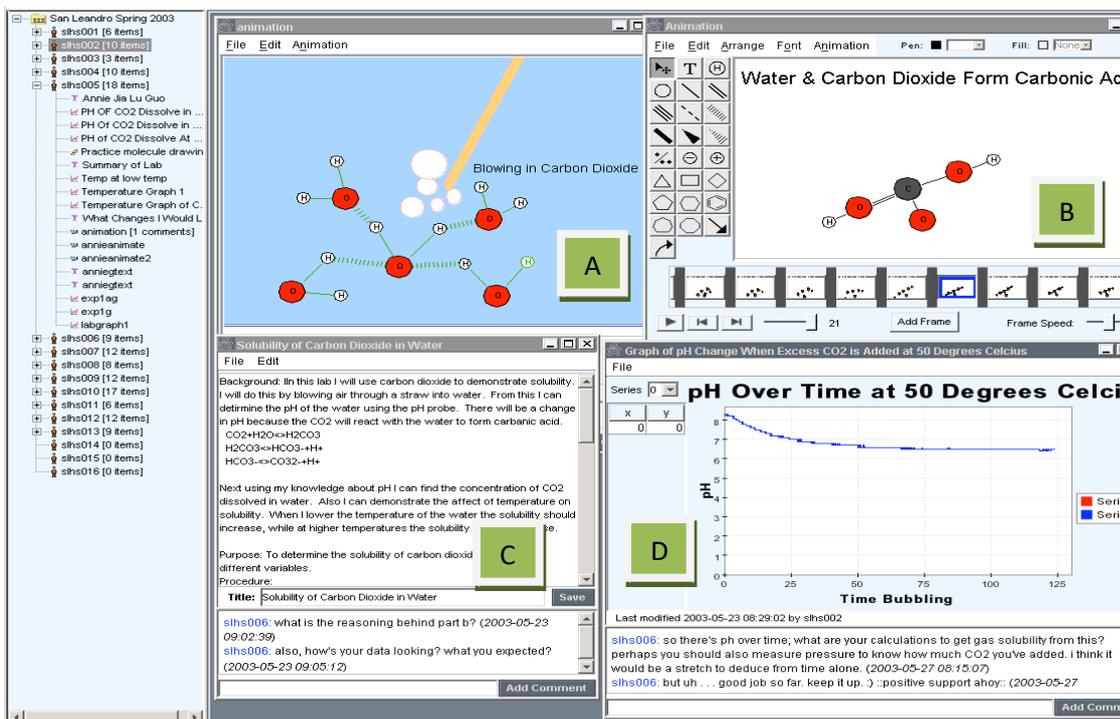
**2.4.5 ChemSense Gallery**<sup>4</sup> es una aplicación que sigue los principios de la teoría situativa para apoyar la actividad de los estudiantes en el laboratorio.

En la aplicación SMV:Chem, los estudiantes manipulan y observan múltiples representaciones de experimentos químicos preespecificados. En cambio, el entorno ChemSense Gallery ofrece a los

<sup>4</sup> <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/> y <http://www.connchem.org/>

estudiantes un conjunto de herramientas que permiten crear y analizar las representaciones de sus propios experimentos (Schank & Kozma, 2002).

Un componente esencial del diseño de ChemSense Gallery es que las herramientas pueden usarse en grupo, de manera colaborativa, durante el trabajo experimental en el laboratorio, permitiendo investigar, analizar y discutir los fenómenos químicos. El entorno contiene un conjunto de herramientas de animación (Figura 5 A), de dibujo (Figura 5 B), gráficas (Figura 5 D) y texto para crear y observar representaciones (Figura 5 C) y cuenta con una función de comentarios para la revisión por otros usuarios habilitados.



**Figura 5. The ChemSense Gallery. Disolución del Dióxido de Carbono**

En la figura 5 puede verse en el panel C las herramientas de navegación, en el panel A la animación de las moléculas de CO<sub>2</sub> disolviéndose en agua. Se muestra una pantalla de trabajo (fig.5 sector B) donde se pueden diseñar moléculas, en este caso dióxido de carbono. La pantalla D muestra datos macroscópicos, en este caso la variación de pH en el tiempo de disolución a 50°C.

La interfaz web ChemSense Gallery, está disponible para observar y comentar las actividades de los grupos, y también para administrar los grupos y cuentas asociadas. Como un ejemplo de aplicación de la teoría Situativa ChemSense Gallery está diseñado para conocer el camino que siguen los estudiantes para aprender sobre representaciones, fenómenos físicos y teorías subyacentes y procesos químicos (Kozma y Russell, 2005). Los autores explican, por ejemplo que, al considerar la disolución del dióxido de carbono en agua, los estudiantes pueden usar la herramienta de animación para construir una representación de este proceso dinámico. A medida que crean su animación, se enfrentan a un conjunto de decisiones sobre cómo representar el proceso de disolución: ¿Cómo se ve una molécula de agua? ¿Cuál es la estructura del dióxido de carbono? ¿Qué ocurre cuando la molécula de agua y de dióxido de carbono se encuentran? ¿Qué átomos están involucrados? ¿Cuántos hay de cada tipo?

El entorno ChemSense Gallery también les brinda la posibilidad de recopilar datos de laboratorio como, por ejemplo, temperatura o pH e importarlos a ChemSense Gallery. Luego se pueden crear y ejecutar representaciones a nivel nanoscópico y realizar un gráfico que muestre el cambio en las propiedades observables. El propósito es usar dos representaciones en las cuales se muestren los cambios que se presentan simultáneamente en el nivel macroscópico y a nanoescala, y apoyar las discusiones de los estudiantes sobre lo que está sucediendo a nivel molecular y las causas que determinan las propiedades emergentes que se ven en el laboratorio. Este entorno permite realizar una revisión por pares del trabajo desarrollado a modo de discusión. Por ejemplo, un docente puede asignarle a un grupo, una actividad de revisión del trabajo realizado por otro grupo. Esta función respalda la posibilidad de los estudiantes para llegar de manera conjunta a nuevas comprensiones de conceptos científicos (Brown & Campione, 1996; Scardamalia & Bereiter, 1994).

En un estudio (Schank & Kozma, 2002) de estudiantes secundarios de Michigan (EEUU) que usan ChemSense Gallery para desarrollar el tema Solubilidad, se observó que los estudiantes desarrollaron una mayor habilidad en el uso de representaciones y una comprensión más profunda de los aspectos relacionados con la geometría de fenómenos químicos. El análisis de la actividad mostró que el uso ChemSense induce a los estudiantes a pensar con más cuidado sobre aspectos específicos de los fenómenos químicos que no pueden visualizar, como por ejemplo el número de moléculas involucradas en una reacción, los enlaces particulares creados y rotos durante la reacción, los ángulos de enlace, o la secuencia de pasos en una reacción, entre otros.

**2.4.6 ChemDiscovery<sup>5</sup>** brinda una tecnología de aprendizaje orientado a la investigación (Agapova, Jones, Ushakov, Ratcliffe, y Martin, 2002). Presenta páginas web interactivas vinculadas a experiencias, bases de datos y protocolos para ser usadas en el diseño de actividades prácticas de laboratorio. En este caso, los estudiantes trabajan de a pares o en pequeños equipos cooperativos, con instructores que funcionan como coordinadores y facilitadores. Consta de ocho proyectos que se pueden usar individualmente para complementar el trabajo de un aula tradicional o para reemplazar alguna parte del programa de estudios de la materia. El típico salón de ChemDiscovery presenta equipos de estudiantes trabajando simultáneamente en el diseño de la experiencia en la computadora y la mesada de trabajo, con intercambio de información entre los grupos con distintas actividades asignadas dentro de la clase.

En la Figura 6 A se observa una pantalla de ChemDiscovery que muestra la representación algebraica de la Ley de Equilibrio químico aplicada a la reacción reversible de formación de HI a partir de I<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>. La pantalla es interactiva y se permite aumentar o disminuir la concentración de una de las sustancias reaccionantes presionando las flechas rojas, al hacerlo, se muestra inmediatamente como se modifican el resto de las sustancias para restablecer el equilibrio de acuerdo al principio de Le Chatelier. En la Fig. 6 sector B, una pantalla a nanoescala muestra el proceso de equilibrio químico a nivel molecular.

---

<sup>5</sup> <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/> y <http://www.connchem.org/>

**Activity: The effect of concentration on equilibrium**

Use the simulator below to understand how changes in reactant or product concentrations are related to a shift in equilibrium. You will work with a reaction between hydrogen and iodine. Click on the concentration column of H<sub>2</sub>, I<sub>2</sub>, or HI in the equilibrium constant formula. Use "up" and "down" arrows to increase or decrease each concentration. Predict the shift in equilibrium and check your result.

For help, read the resource [Le Chatelier's Principle](#).

**1. Predict what will happen to the system if the concentration of the product is increased.**  
Decide in which direction the equilibrium will shift, and click on the correct answer.

$$\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g})$$

Equilibrium shifts to the right →     
  No shift     
  Equilibrium shifts to the left ←

**Figura 6. ChemDiscovery simulador de un equilibrio químico.**

ChemDiscovery apoya un enfoque situativo para el aprendizaje de la Química. Varios estudios demuestran que los aprendices lograron más éxito en conectar nuevos conocimientos, en la comprensión de actividades de laboratorio, sobre todo trabajando en forma colaborativa, analizando bases de datos externas y preparándolos para el trabajo de investigación auténtico. (Russell y Kozma. b. 2000)

A partir de la investigación realizada se puede decir que en los últimos años se observa que se han desarrollado tecnologías multimedia más avanzadas para la enseñanza de la Química como, por ejemplo, la utilización de animaciones en tiempo real para la representación de sistemas moleculares. Sin embargo, la mayoría de los diseños multimedia en Química utilizan tecnologías clásicas, como imágenes fijas y animaciones simples.

En la siguiente sección se presentan antecedentes de resultados de evaluaciones con alumnos que utilizan materiales multimedia para la comprensión de conceptos de Química y su impacto en el aprendizaje de los temas.

## 2.5 Experiencias y resultados del uso de materiales multimedia en Química

Los siguientes resultados experimentales sobre el uso de materiales multimedia en Química, fueron obtenidos de trabajos con grupos de alumnos del nivel medio y universitario. En todos los casos se trabajó con un grupo experimental y un grupo control.

En un estudio de Noh y Scharmman (1997) se examinó a estudiantes coreanos de una escuela secundaria y se midió el impacto de las imágenes que se mostraron a nivel molecular, para la adquisición de determinados conceptos de Química y el desarrollo de habilidades para resolver

problemas. Las imágenes presentadas eran una combinación de representaciones a nivel macroscópico (gases en recipientes a diferentes presiones) y representaciones nanoscópicas que mostraban diferentes moléculas, utilizando el modelo de bolas que se mueven linealmente al azar.

Se consideraron dos grupos: el grupo experimental y grupo control. Los estudiantes del grupo control recibieron instrucción expositiva tradicional. Luego fueron evaluados utilizando dos métodos estándares, el Chemistry Conceptions Test y el Chemistry Problem-Solving Test. Ambas pruebas utilizaron imágenes a nivel molecular de los sistemas químicos, así como también elementos que involucraban respuestas numéricas o de texto. Los resultados obtenidos mostraron que los estudiantes del grupo experimental obtuvieron un puntaje más alto en la explicación de conceptos, mientras que no hubo diferencias significativas entre los dos grupos en la resolución de problemas.

En un estudio en el que participaron alumnos de escuelas secundarias en Bloomington (Indiana, EEUU), Bunce y Gabel (2002), se abordando los temas: estados de agregación de la materia, uniones químicas, soluciones y estequiometría. Con el grupo experimental se utilizaron representaciones nanoscópicas, macroscópicas y simbólicas. El grupo control, utilizó los mismos materiales curriculares, pero recibió instrucción usando solo representaciones macroscópicas y simbólicas. Los resultados obtenidos indican que el grupo experimental superó al grupo control en la comprensión de la estructura y cambios en los sistemas.

Ardac y Akaygun (2004) realizaron un experimento similar con estudiantes en Turquía utilizando individualmente un programa de software multimedia, que permitía ver presentaciones simultáneas a nivel macroscópico (video de experimentos), simbólico (ecuaciones químicas) y molecular (dibujos moleculares y animaciones simples), que incluyó temas como cambios físicos y químicos y conservación de la masa. La evaluación por cuestionario demostró que los estudiantes del grupo experimental tenían capacidad de usar e interpretar representaciones moleculares y una mayor precisión conceptual que los estudiantes del grupo de control.

Los efectos de las animaciones de nivel molecular se examinaron explícitamente en varios estudios. Williamson y Abraham (1995) en Oklahoma (EEUU) usaron animaciones (moléculas representadas por puntos rebotando e interactuando) sobre conceptos relacionados con gases, líquidos, sólidos y reacciones en solución. En el grupo control se usaron imágenes estáticas y diagramas en el pizarrón. En el grupo experimental, las clases se complementaron con una serie de animaciones que ilustraban los conceptos a nivel molecular, que podían ver tantas veces como lo desearan. Hubo diferencias con el grupo de control, en la integración de los conceptos a nivel macroscópico y molecular.

Sanger y Greenbowe (2000) en Oregon (EEUU) examinaron el impacto de las animaciones en el tema de flujo de corriente en soluciones de electrolitos. En el grupo experimental se mostró una animación acompañada de la narración del profesor de los procesos electroquímicos que ocurren en una celda galvánica a nivel nanoscópico, con un enfoque en las semi reacciones químicas que ocurren en cada electrodo y la transferencia de iones a través de un puente salino. En el grupo control se utilizaron dibujos estáticos en pizarra. La mitad de los estudiantes de cada

grupo, recibió una estrategia de cambio conceptual que confrontaba conceptos erróneos típicos, mientras que la otra mitad no. La evaluación mostró que hubo una interacción entre la animación y los tratamientos de cambio conceptual en la evaluación posterior inmediata. Los estudiantes que recibieron solo las animaciones obtuvieron puntajes más altos que los que recibieron solo las estrategias de cambio conceptual.

En un experimento de Sanger, Phelps y Fienhold (2000), los estudiantes de la Universidad de Oregon pertenecientes al grupo experimental observaron tres veces una animación acompañada de narración que mostraba representaciones tanto macroscópicas (video del experimento) como nanoscópicas (diagramas de bolas) superando al grupo control que solamente recibió la clase tradicional.

En otro estudio experimental (Sanger y Badger, 2001), los estudiantes del grupo experimental recibieron instrucciones y demostraciones en laboratorio relacionados con el tema miscibilidad de solventes polares y no polares. También disponían de animaciones donde se mostraban las interacciones entre las moléculas representadas por imágenes sombreadas en 2D en las cuales podían visualizar la densidad electrónica para mostrar las regiones polares de las moléculas. El grupo control recibió solo instrucciones y demostraciones. El grupo experimental obtuvo mejores resultados tanto en la prueba de identificación de las moléculas polares y no polares, no discutidas en clase, como en las predicciones efectuadas sobre la miscibilidad de esos compuestos. En este estudio se mostraron animaciones dinámicas junto con modelos estáticos de densidad electrónica en moléculas, haciéndose difícil atribuir el efecto del aprendizaje a uno u otro tratamiento.

Dori y sus colegas (Barnea y Dori, 1999; Dori y Barak, 2001) en un estudio con estudiantes de secundaria en Israel utilizaron un programa de modelado de compuestos. Midió longitudes y ángulos de enlace. Los estudiantes en el grupo de control estudiaron los mismos temas de la manera tradicional usando modelos plásticos, en lugar del programa de computadora. Los estudiantes en el grupo experimental obtuvieron una puntuación más alta que el grupo de control sobre la comprensión de las estructuras.

Los hallazgos de todos estos estudios y sus limitaciones tienen impacto en el diseño instruccional y la práctica en el aula. Sin embargo, deben plantearse preguntas adicionales que podrían ayudar a una mejor comprensión acerca de la manera en que la multimedia permite el aprendizaje de conceptos y principios.

En relación con el principio del canal visual de la Teoría de Mayer ¿hay diferencias entre los sistemas de símbolos visuales como gráficos, animaciones, etc.? ¿Hay representaciones que apoyan mejor el aprendizaje de determinados conceptos y principios?

El estudio de Kozma (2000b) vinculado a 4M: Chem reflejó que las animaciones mejoraron la comprensión de la naturaleza dinámica del equilibrio y los estudiantes que usaron gráficos de presiones relativas mejoraron la comprensión del concepto de presiones parciales.

En Noh y Scharmann (1997) concluyeron que las animaciones funcionaron mejor para la comprensión de sistemas dinámicos tales como difusión o disolución, pero sin embargo no

ayudaron en la comprensión de conceptos menos dinámicos como estructura o estados de la materia.

A partir de la investigación realizada se puede observar que no resulta simple encontrar recursos tecnológicos que asistan a los instructores y diseñadores instruccionales respecto de la integración efectiva de estas herramientas tanto en el aula como en las actividades de laboratorio. En todos los casos, los estudios y experiencias analizados abogan por la integración de imágenes, animaciones, modelos y otros elementos multimedia para la enseñanza de la Química.

Kozma et al. (2002) considera que otro aspecto de análisis se vincula con los efectos de las relaciones entre las imágenes estáticas, la animación y los modelos moleculares en el aprendizaje de los distintos conceptos y principios químicos. Podría examinarse, por ejemplo, en qué situaciones resultaría más efectivo utilizar modelos moleculares, animaciones de una reacción molecular, o simulaciones de sistemas. Así como también, se podría examinar el impacto en el aprendizaje cuando se utiliza una amplia gama de sistemas de simbólicos que incluyen fórmulas químicas, ecuaciones, gráficos e instrumentos, entre otros. Las respuestas a estos interrogantes conducen al análisis del diseño instruccional que subyace, durante la etapa de desarrollo de un material educativo en particular.

En la siguiente sección se presenta una revisión de los principales diseños instruccionales mencionados en la bibliografía consultada, que servirán de fundamento para el diseño del material hipermedial que propone la presente tesis.

## **2.6 Diseño Instruccional**

Reigeluth (1983) define al Diseño Instruccional (DI) como la disciplina interesada en prescribir métodos óptimos de instrucción, para crear cambios deseados en los conocimientos y habilidades del estudiante. Concepciones más modernas de Diseño instruccional como la de Richey, Fields y Foson (2001) lo definen como una planificación sistemática que incluye la valoración de necesidades, desarrollo, evaluación, implementación y mantenimiento de materiales y programas para el aprendizaje de contenidos.

Las diferentes concepciones del Diseño Instruccional son expresadas a través de los modelos que sirven de guía y sistematizan el proceso de desarrollo de las acciones formativas.

Los modelos de diseño instruccional se fundamentan y planifican conforme a la teoría de aprendizaje vigente en la época en la que surge cada uno.

Así, Benitez (2010) plantea cuatro generaciones de modelos de DI atendiendo a la teoría de aprendizaje que la sustenta:

**1-Década 1960.** Los modelos de DI tienen su fundamento en el conductismo, son lineales, sistemáticos y prescriptivos; se enfocan en los conocimientos y destrezas académicas y en objetivos de aprendizaje observables y medibles. Las tareas que se definen para este diseño son las siguientes:

- Una secuencia de pasos a seguir.
- La identificación de las metas a lograr.
- Los objetivos específicos de conducta.
- Los logros observables del aprendizaje.

- Planificar la presentación de los contenidos de enseñanza en pequeños pasos.
- Seleccionar las estrategias más adecuadas y determinar la valoración de los aprendizajes.
- El uso de refuerzos para motivar el aprendizaje.
- Modelar actividades para asegurar una fuerte asociación estímulo-respuesta.
- Secuenciación de los contenidos prácticos, desde lo más simple a lo más complejo.

**2-Década 1970.** En esta década, los modelos se fundamentan en la teoría de sistemas, se organizan en sistemas abiertos y a diferencia de los diseños de primera generación buscan mayor participación de los estudiantes.

- Son diseños instruccionales de transición entre conductismo y cognitivismo
- Poseen mayor interactividad.
- El sistema de estrategias instruccionales es de carácter abierto.
- Están centrados tanto en la enseñanza como en el aprendiz, centrados más en el proceso que en el producto.
- Sus fases se integran en forma lineal y comprenden: el análisis, el diseño, el desarrollo, la implementación y el control

**3-Década 1980.** Durante esta década, los modelos se basan en la teoría cognitiva, hay preocupación por la comprensión de los procesos de aprendizaje, centrándose en los procesos cognitivos: el pensamiento, la solución de problemas, el lenguaje, la formación de conceptos y el procesamiento de la información. Sus principios o fundamentos son:

- Énfasis en el conocimiento significativo.
- Participación activa del estudiante en el proceso de aprendizaje.
- Creación de ambientes de aprendizaje que permitan y estimulen a los estudiantes a generar conexiones mentales con material previamente aprendido.
- Estructuración, organización y secuenciación de la información para facilitar su óptimo procesamiento.

**4-Década 1990.** En estos años, los modelos se fundamentan en la teoría constructivista y de sistemas. El aprendizaje constructivista subraya el papel esencialmente activo de quien aprende, por lo que las acciones normativas deben estar centradas en el proceso de aprendizaje, en la creatividad del estudiante y no en los contenidos específicos. Las concepciones que guían el proceso de diseño instruccional durante este período son las siguientes:

- El conocimiento se construye a partir de la experiencia.
- El aprendizaje es una interpretación personal del mundo.
- El aprendizaje debe ser significativo y holístico, basado en la realidad, de forma que se integren las diferentes tareas.
- El conocimiento conceptual se adquiere por la integración de múltiples perspectivas en colaboración con los demás.
- El aprendizaje supone una modificación de las propias representaciones mentales por la integración de los nuevos conocimientos.

Los modelos basados en las teorías constructivistas deben tener en cuenta, por lo tanto:

- La importancia de los conocimientos previos, de las creencias y de las motivaciones de los alumnos.

- La importancia de la búsqueda y selección de la información relevante y el desarrollo de procesos de análisis y síntesis que les permita a los estudiantes la construcción de redes de significado. Estas redes establecerán las relaciones entre los conceptos.
- La creación de entornos y ambientes de aprendizajes naturales y motivadores que orienten a los estudiantes en la construcción de nuevos conocimientos, experiencias y actitudes.
- Fomentar metodologías dirigidas al aprendizaje significativo en donde las actividades y conocimientos sean coherentes y tengan sentido para el estudiante, fundamentalmente porque desarrollan competencias necesarias para su futuro personal y/o profesional.
- Potenciar el aprendizaje colaborativo, utilizando las redes sociales que les permitan el intercambio de información y el desarrollo de competencias sociales (responsabilidad, empatía, liderazgo, colaboración) e intelectuales (argumentación, toma de decisiones, etc.).

Por otra parte, cabe mencionar que, a raíz del uso de la tecnología y su influencia en el aprendizaje, surgió una teoría de aprendizaje denominada Conectivismo o Conectismo. Esta teoría, desarrollada por George Siemens, tiene como punto de partida al individuo. Considera que el conocimiento personal se compone de una red, la cual alimenta a organizaciones e instituciones, las que a su vez retroalimentan a la red, proveyendo nuevo aprendizaje para los individuos" (Siemens, 2004).

Tomando en consideración la teoría constructivista, en la siguiente sección se describen algunos de los modelos de Diseño Instruccional más conocidos.

### 2.6.1 Modelo de Mayer

Los procesos de pensamiento en el aprendizaje se dan de forma esquematizada. El modelo de diseño instruccional desarrollado por Mayer, enmarcado en una filosofía cognitiva – constructivista, muestra cómo es el proceso mental al momento de aprender. Su propuesta es el modelo SOI, siglas que corresponden a **Selección** de la información relevante, **Organización** de la información de forma significativa e **Integración** de la nueva información con el conocimiento anterior del estudiante. Toma en cuenta la enseñanza a través de sistemas multimedia, para que el aprendizaje sea más efectivo.

Propone enfatizar en las guías de **Selección** de dos objetos; uno visual, el otro escrito o auditivo. Asegurarse que el aprendiz tenga el tiempo suficiente para **Organizar** la nueva información: los textos por comparación y contraste, clasificación, enumeración, generalización, causa y efecto, reseñas, encabezamientos, palabras indicadoras o señales, las informaciones gráficas y auditivas en representaciones coherentes y por último la **Integración de la nueva información con el conocimiento previo del estudiante** por medio de organizadores avanzados, ilustraciones con subtítulos, ejemplos prácticos, preguntas elaboradas según su utilidad y particularidad.

El modelo SOI es una herramienta útil del Diseñador Instruccional para crear nuevos instrumentos y asegurarse que el proceso de aprendizaje sea efectivo. (Mayer, 2000)

### 2.6.2 Modelo de Jonassen

Propone un modelo para el diseño de ambientes de aprendizaje constructivista que enfatiza el papel del aprendiz en la construcción del conocimiento y el aprender haciendo. Propone el

aprendizaje basado en la solución de problemas, casos o proyectos, donde el estudiante debe ubicarse en el contexto del problema, para luego hacer una representación del mismo.

Para que el estudiante esté motivado, el problema debe ser interesante y atrayente. Este modelo promueve la importancia que tiene para el aprendizaje el hecho que los estudiantes tengan acceso a casos relacionados, recursos de información y herramientas de colaboración.

Este modelo propone:

- **Centro: Preguntas/casos/problemas/proyectos.** En el ambiente de aprendizaje constructivista es la pregunta, caso, problema o proyecto que se convierte en la meta a resolver. El problema conduce el aprendizaje y plantea: Contextualizar el problema, proponer una representación del Problema/simulación y generar un espacio para la manipulación del problema

Para ello, se debe ofrecer:

- **Casos relacionados:** acceso a un sistema de experiencias relacionadas como referencia para los estudiantes.
- **Recursos de Información:** los estudiantes necesitan información que les permita construir sus modelos mentales y formular hipótesis que dirijan su actividad en la resolución del problema.
- **Herramientas cognitivas:** al otorgar complejidad, novedad y tareas auténticas, el estudiante necesitará apoyo en su realización. Es importante, por tanto, proveerle las herramientas cognitivas que le permitan establecer los andamios o relaciones necesarias.
- **Conversación / herramientas de colaboración:** Fomentar y apoyar a las comunidades que construyen conocimientos a través de la comunicación directa o mediada, que apoyan la colaboración y la comunicación.
- **Social / Apoyo del Contexto:** Adecuar los factores ambientales y del contexto para la puesta en práctica del ambiente de aprendizaje constructivista.

El modelo debe considerar diversos aspectos a partir de los niveles en los que se organiza:

**A Nivel del sistema:** análisis de necesidades, recursos, objetivos y prioridades.

**A Nivel del curso:** análisis de los objetivos, estructura y secuencia del curso.

**A Nivel de la lección:** Definición de los objetivos, módulos, materiales y medios

**A Nivel de sistema final:** Preparación del profesor, prueba de campo, evaluaciones, instalación.

### 2.6.3 Modelo de Gagné

El autor sistematiza un enfoque integrador donde se consideran aspectos de las teorías de estímulos-respuesta y de modelos de procesamiento de información. Gagné considera que deben cumplirse, al menos, diez funciones en la enseñanza para que tenga lugar un verdadero aprendizaje. Las funciones que refiere son las siguientes:

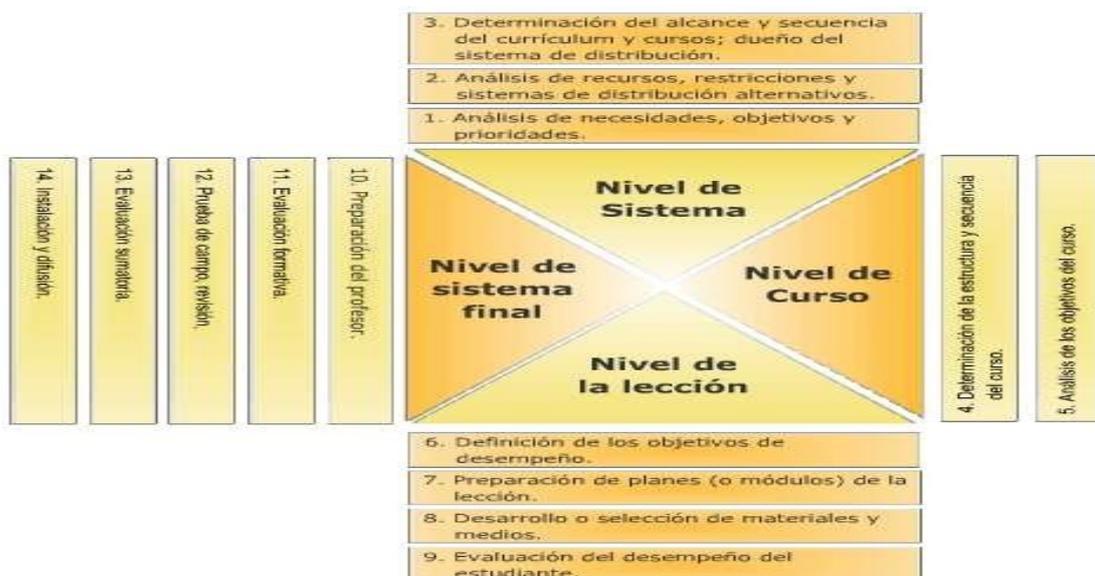
- Estimular la atención y motivar.
- Dar información sobre los resultados esperados.
- Estimular el recuerdo de los conocimientos y habilidades previas, esenciales y relevantes.
- Presentar el material a aprender.
- Guiar y estructurar el trabajo del aprendiz.
- Provocar la respuesta.
- Proporcionar feedback.
- Promover la generalización del aprendizaje.
- Facilitar el recuerdo.

- Evaluar la realización.

### 2.2.4 Modelo de Gagné y Briggs

Estos autores proponen un modelo basado en el enfoque de sistemas, que consta de 14 pasos agrupados en 4 niveles (Fig. 7). Los pasos son los siguientes:

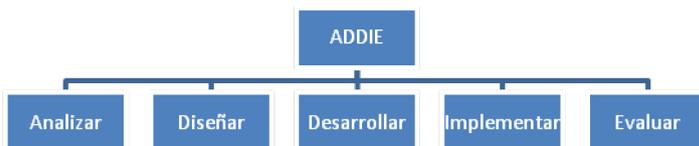
- 1- Análisis de necesidades, objetivos y prioridades
- 2- Análisis de recursos, restricciones y sistemas de distribución alternativos
- 3- Determinación del alcance y secuencia del currículum y cursos
- 4- Determinación de la estructura y secuencia del curso
- 5- Análisis de los objetivos del curso
- 6- Definición de los objetivos de desempeño
- 7- Preparación de módulos de la lección.
- 8- Desarrollo o selección de materiales y medios.
- 9- Evaluación del desempeño del estudiante.
- 10- Preparación del profesor
- 11- Evaluación formativa.
- 12- Prueba de campo, revisión.
- 13- Evaluación sumativa
- 14- Instalación y discusión.



**Figura 7. Entornos virtuales de formación. Diseño Instruccional.** Universidad de Valencia (2013)

### 2.6.5 Modelo ADDIE

Este modelo de diseño instruccional se lo designa por el acrónimo de los términos Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación que constituyen las 5 fases del modelo (Fig. 8) y puede aplicarse al diseño de cursos o materiales didácticos (Moreno y Santiago, 2003).



**Figura 8:** Fases del modelo de modelo ADDIE

### **1. Fase de Análisis**

Durante esta etapa se debe justificar la necesidad del desarrollo del software, determinar los usuarios y sus características, los contenidos a transmitir, los medios o recursos a utilizar, el presupuesto, el grado de estructuración, profundidad y conocimientos previos. Se consideran los siguientes aspectos:

1.1 Concepción del proyecto: Descripción de la idea de producción, es decir, lo que motivó a la generación del sistema multimedia educativo.

1.2 Agentes implicados: Definición de las personas o roles de las personas (según las distintas áreas del conocimiento) que deben participan en el diseño y desarrollo del software multimedia educativo de calidad.

1.3 Viabilidad: Se verifica que el proceso de desarrollo sea factible, es decir, la disponibilidad de recursos materiales (hardware, software y otros implementos), así como el tiempo que se le debe dedicar al proyecto.

1.4 Justificación: Necesidad de generar el software multimedia educativo e identificación de los potenciales beneficiarios (Hernández, Fernández & Baptista, 2010).

### **2. Fase de Diseño**

Durante esta etapa se definen los objetivos o competencias, las características de los usuarios, el ambiente de aprendizaje, el bosquejo de unidades y contenidos a desarrollar, las estrategias pedagógicas a abordar, se seleccionan programas y herramientas de autor a utilizar. Se detallan los siguientes aspectos:

2.1 Definición de Objetivos y metas de la aplicación.

Al plantear los objetivos es necesario utilizar el verbo adecuado para indicar el nivel de complejidad de la actividad/proceso, que se propone realizar. Para ello se utilizará la descripción de los seis niveles de la taxonomía de Benjamín Bloom, para ordenar jerárquicamente los procesos cognitivos (conocer, comprender, aplicar, analizar, sintetizar y evaluar, en orden creciente de complejidad). Cada uno de los niveles implica el dominio de los niveles precedentes, que involucran operaciones cognitivas de menor complejidad.

2.2 Perfil de usuario: Se especifican las características relevantes de los usuarios potenciales del material multimedia educativo: nivel educativo, edad, conocimientos previos sobre el tema, conocimientos previos sobre informática, nivel sociocultural, actitud.

2.3 Estrategias de aprendizaje: Se definen los procesos cognitivos que permiten estimular en los usuarios un aprendizaje significativo, por ejemplo: memorizar, relacionar, evaluar, deducir, inferir, identificar.

2.4 Identificación de los elementos, procesos y actividades: Se analizan los tipos de elementos multimedia (textos, imágenes, videos, sonidos, pistas de audio) y las características que deben tener para presentar los contenidos acordes con el tema a abordar. Se eligen programas y herramientas de autor a utilizar en la producción de contenidos.

2.5 Tareas de aprendizaje: Se definen actividades interactivas que debe presentar el sistema multimedia educativo, con las que se evaluarán los conocimientos adquiridos por los usuarios sobre el tema. Dichas actividades pueden ser: cuestionarios, simulaciones, rompecabezas, etc.

2.6 Características de Entorno de aprendizaje:

2.6.1 Tiempo, lugar y contexto en el que se utilizará el material multimedia educativo.

2.6.2 Requerimientos técnicos del equipo del usuario y/o plataforma en la que estará disponible el material multimedia educativo.

2.7 Propuesta de herramientas de evaluación: Ejercicios interactivos con devolución. Actividades interactivas con devolución. Cuestionario con devolución al tutor.

### 3. Fase de Desarrollo

Durante esta etapa se estructura el material multimedia, sobre las bases de las fases de Análisis y Diseño. Se hace uso de formatos variados, creatividad, innovación y exploración, para que el estudiante tenga una experiencia de aprendizaje agradable y funcional.

Las tareas que se llevan adelante durante esta fase son las siguientes:

3.1 Se elabora el **guión del material** de acuerdo a las decisiones tomadas en las fases anteriores, se preparan imágenes, tablas y gráficos, se producen o seleccionan animaciones, videos y audios.

3.2 Se producen los **materiales interactivos** acorde a las necesidades de cada tema y el enfoque didáctico que se decidió. Con los programas y herramientas de autor seleccionadas, se procede a la generación de los elementos multimedia, de programación, de ensamblaje, de visualización, de almacenamiento y procesamiento que permitan la elaboración del software multimedia educativo, con base en las consideraciones planteadas en el diseño pedagógico, caracterizado por el diseño lógico, funcional y físico.

3.3 Se elaboran las **herramientas de evaluación**, según el verbo utilizado en el objetivo que indicará el tipo de pregunta a realizar. En los niveles 1 y 2 de Bloom (conocer, comprender), se utilizan cuestionarios de opción múltiple, verdadero/falso, completar espacio en blanco, o preguntas de respuesta directa y corta. A partir del nivel 3 (aplicar) se incluyen tareas. Se define la puntuación y se determina el desempeño deseable (% mínimo aprobatorio).

3.4 Se decide el **gestor de contenidos** o Learning Management System (LMS), que se utilizará para presentar el material.

3.5 **Esquema de navegación:** permite visualizar la estructura y contenidos generales que componen la aplicación, producidos a partir de un modelo de diseño instruccional (Suárez, 2009).

Se debe elaborar:

3.5.1 El **mapa de navegación:** representa todas las relaciones de jerarquía y secuencia de la aplicación.

3.5.2 El **storyboard:** es un conjunto de ilustraciones y anotaciones que permiten ubicar los elementos dentro de las escenas como: pantallas del menú, botones, ubicación de imágenes.

3.6 Se elabora una **ficha general** en la cual se sintetizan las características principales del material multimedia educativo, y permite al usuario tener una idea general del mismo. Deberá contener información como: título del recurso, tipo de recurso, área del conocimiento, a quién está dirigido, objetivo general, objetivos específicos, contenidos, descripción general del *software* y requerimientos técnicos del equipo en el que se utilizará.

#### 4. Fase de Implementación

Durante esta etapa se debe asegurar la disponibilidad y usabilidad del material y se resuelven problemas técnicos o y de otra índole, que se relacionen con el acceso y la utilización al curso o material. El propósito de esta fase es la entrega eficaz y eficiente de la instrucción. Esta fase debe promover la comprensión del material por parte los usuarios.

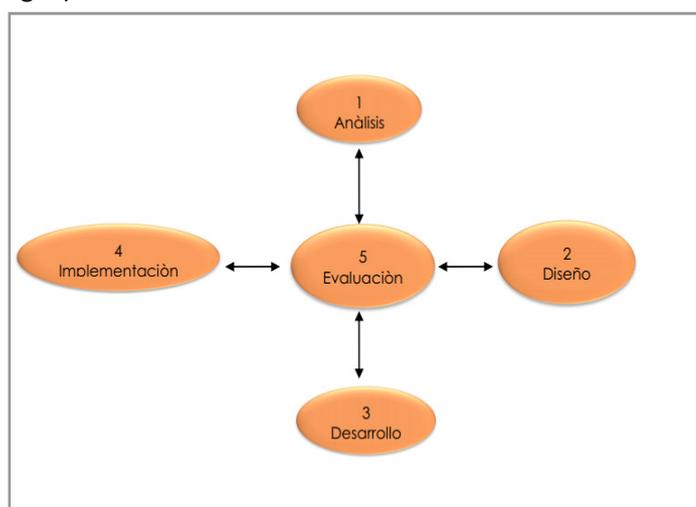
En la fase de implementación se determinan dos actividades principales:

4.1 Entrenar a los tutores del curso o material

4.2 Preparación de los usuarios para acceder y utilizar el material.

#### 5. Fase de Evaluación:

En esta fase se podrán identificar las áreas que requieren mejoras tanto en las fases de diseño, desarrollo o implementación del material o curso. Aunque se presenta como la quinta fase del modelo, la evaluación es una fase transversal, que se integra como componente de cada una de las fases anteriores (Fig. 9).



Fuente: Stuart Barnes, 2002

Figura 9. Fase de evaluación transversal a las otras cuatro fases

Al avanzar en cada fase del diseño instruccional, los procedimientos y actividades deben ser evaluados para asegurar que se realicen en la manera eficaz y asegurar resultados óptimos.

A continuación, se presenta un conjunto de preguntas guía que permiten evaluar las cuatro primeras fases del proceso de producción (Cookson, 2003):

#### **1. Preguntas guía para la Fase de Análisis**

1. Los datos recogidos para realizar el análisis: ¿Son precisos y completos? ¿Han sido considerados por su relevancia para realizar la propuesta?
2. ¿Se han identificado todos los recursos necesarios? ¿Serán adecuados para apoyar la propuesta?
3. ¿Tiene suficiente justificación para que los que deben tomar decisiones aprueben el proyecto instruccional?
4. ¿Se ha tomado una decisión clara, junto con un compromiso institucional para que se lleve adelante el proyecto?
5. ¿Se han identificado las necesidades, oportunidades, debilidades de la propuesta?
6. ¿Ha sido preciso y completo el examen de las características de los usuarios del programa?
7. ¿Son los datos relacionados a las necesidades de aprendizajes precisos y completos?

#### **2. Preguntas guía para la Fase de Diseño**

1. ¿Corresponden los contenidos del curso con las necesidades identificadas en la fase previa?
2. ¿Corresponden las estrategias de aprendizaje a los objetivos planteados?
3. ¿Es probable que los materiales faciliten el cumplimiento de los objetivos?
4. ¿Es adecuado el tiempo asignado para trabajar con la propuesta?
5. ¿Corresponde el plan de evaluación del proceso a los objetivos esperados del programa?

#### **3. Preguntas guía para la Fase de Desarrollo**

1. ¿Corresponden los materiales de aprendizaje y el plan de actividades a las necesidades y especificaciones formuladas en la fase previa?
2. ¿Es amigable el ambiente en línea de aprendizaje? ¿Es motivador?
3. ¿Son válidos y confiables los instrumentos de evaluación?
4. ¿Son adecuados los tiempos asignados a las actividades con los materiales?

#### **4. Preguntas guía para la Fase de Implementación**

1. ¿Es adecuado el ambiente de aprendizaje en línea?
2. ¿Es fácil y accesible la matriculación a la propuesta?
3. ¿Provee el instructor orientación, consejo, y soporte al participante?
4. ¿Son eficaces los modos de promoción y ofrecimiento del curso?
5. ¿Son los agentes seleccionados para la evaluación los más apropiados para este proyecto del diseño instruccional?

Además García Sanchez ( 2016) propone que la evaluación debe incluir:

1. Evaluación de contenido. Se revisa la sintaxis, la ortografía y la calidad y actualización de los contenidos.
2. Evaluación del entorno general, pedagógico y técnico/estético. Se requiere verificar si cumple con los estándares de calidad.

3. Evaluación de conocimientos o aprendizajes esperados. Esta fase mide la eficacia y eficiencia de la instrucción.

La evaluación puede ser Formativa o Sumativa.

- Evaluación Formativa: Se realiza durante y entre las fases. El propósito es mejorar la gestión de producción durante el desarrollo del material, antes de implementar la versión final.

-Evaluación Sumativa: Ocurre después de que la versión final es implementada. Determina la eficacia total del entrenamiento. Como instrumentos de evaluación sumativa se confeccionan encuestas para realizar entre docentes expertos en los contenidos y usuarios.

En esta sección se han presentado algunos de los modelos de DI más ampliamente conocidos que se fundamentan en las teorías constructivistas del aprendizaje. Sin embargo, es importante destacar otras consideraciones que deben ser observadas para obtener resultados satisfactorios en la construcción de conocimientos.

## **2.7 Otras consideraciones del Diseño instruccional de un material Multimedia**

Para realizar cualquier propuesta pedagógica, es preciso conocer no solo la materia de estudio, las teorías de aprendizaje y las estrategias didácticas, sino que también es indispensable conocer los medios tecnológicos disponibles para poder generar los ambientes de aprendizaje más aptos, teniendo en cuenta a las tecnologías, como herramientas cognitivas que el alumno puede utilizar para construir su conocimiento. En este sentido, el diseño instruccional se plantea como un proceso sistémico con actividades interrelacionadas que nos permiten crear ambientes que realmente faciliten los procesos de construcción del conocimiento. Si no se utiliza un diseño instruccional adecuado, con una planificación apropiada del proceso formativo, con una propuesta didáctica definida, los beneficios de las actividades de aprendizaje pueden verse disminuidos notablemente. Por lo tanto, en el diseño instruccional no debe dejarse de lado la evaluación, producción e implementación de ningún recurso educativo o ambiente de aprendizaje, para garantizar el rigor y validez de todo el proceso.

Coll (2008) plantea el concepto de "diseño tecnoinstruccional o tecnopedagógico", indicando que en el proceso de diseño instruccional se vinculan de forma indisociable dos dimensiones:

1-Dimensión tecnológica: Supone la selección de las herramientas tecnológicas adecuadas al proceso formativo que se desea realizar, analizando sus posibilidades y limitaciones, tales como la plataforma virtual, las aplicaciones de software, los recursos multimedia, etc.

2-Dimensión pedagógica: Incluye el conocimiento de las características de los destinatarios, el análisis de los objetivos y/o competencias de la formación virtual, el desarrollo e implementación de los contenidos, la planificación de las actividades, con orientaciones y sugerencias sobre el uso de las herramientas tecnológicas propuestas, y la preparación de un plan de evaluación de los procesos y de los resultados.

El diseño instruccional es la carta de navegación tanto para docentes como para estudiantes, por lo que es necesario seleccionar metodologías que respondan al conjunto de objetivos y que tengan en cuenta los recursos disponibles, es la base para garantizar que la tecnología no se sobrepondrá al aprendizaje y para reafirmar que en todo proceso educativo la dimensión pedagógica es y será siempre lo fundamental. En la Educación la tecnología es un medio, muy

importante, pero no un fin.

## 2.8 Conclusión

La **teoría cognitiva del aprendizaje multimedia** de Meyer y de la **Carga Cognitiva** de Sweller dan un marco teórico conceptual para comprender el proceso cognitivo mediante el cual, los materiales multimedia contribuyen al aprendizaje. Luego la **teoría situativa** de Greeno, complementa la teoría cognitiva en relación al aprendizaje multimedia de la Química, teniendo en cuenta las prácticas de los químicos en el uso habitual de representaciones para la comprensión de contenidos abstractos de la Ciencia.

Teniendo en cuenta los principios guía, para la producción de estos materiales educativos, como el principio multimedia, el principio de contigüidad o de atención dividida, el principio de modalidad, el principio de señalización, el principio de interactividad, el principio de personalización de voz e imagen y el principio de consignas resueltas, se realizó un análisis de seis Materiales Multimedia disponibles en la Web, seleccionados por ser ampliamente utilizados en la enseñanza de la Química. Se concluye que algunos recursos multimedia son más útiles que otros para un determinado contenido.

Finalmente se abordó la cuestión relacionada con el Diseño Instruccional, en el marco de uso de herramientas tecnológicas para crear ambientes mediados en los procesos de construcción del conocimiento y se analizan distintos modelos como el de Mayer, Jonassen, Gagne, Gagne y Briggs y el Modelo ADDIE.

# Capítulo 3

## CAPITULO 3. Herramientas de Autor

### 3.1 Introducción

En este capítulo se definirá una clase de software denominado herramientas de autor y se caracterizará un grupo de estas herramienta seleccionadas a partir de una revisión bibliográfica por sus funcionalidades y posibilidades para la creación de materiales hipermedia, orientados al ámbito educativo. Esta selección se realizó de acuerdo a los criterios planteados en diferentes asignaturas de la Maestría en Tecnología Informática Aplicada en Educación. Se efectuará luego un análisis comparativo de las herramientas a partir de los criterios seleccionados.

### 3.2 Herramientas de Autor: Definición y Potencialidad para generar material educativo

Hay disponible en la WEB softwares que permiten crear materiales didácticos atractivos, como actividades interactivas, con inserción de vídeos, audios, fotografías, animaciones, etc. sin ser un especialista informático.

Estas herramientas permiten, mediante un compilado, la generación de un programa que funciona en forma independiente de la herramienta que lo generó, permitiendo producir actividades, materiales y recursos en formato multimedia. (Gómez Villa, 2002)

Habitualmente se trata de software con interfaces amigables, con gran cantidad de ayudas y plantillas predeterminadas para facilitar su uso. Estos softwares permiten crear, desarrollar, gestionar y publicar contenidos educativos, que enriquecen las propuestas de enseñanza y amplían las posibilidades de expresión y comunicación del conocimiento. (Camarda, 2012)

En la selección de éstos softwares con potencialidad para ser usados en la producción de materiales educativos hay aspectos a tener en cuenta (Moralejo, 2013):

- **Aspectos técnicos:** relacionados a la facilidad de instalación, usabilidad, licencia de uso, capacidad de producción de materiales integrables en paquetes educativos, compatibilidad con estándares de producción de materiales para que puedan comunicarse con entornos, bases de datos, aplicaciones, etc.
- **Aspectos psicopedagógicos:** con capacidad de producir materiales digitales hipermedia variados y útiles para el uso en el proceso de enseñanza-aprendizaje, que se adecuen al modelo pedagógico, al currículum, la programación, al tipo de usuario, a la evaluación, etc.
- **Aspectos administrativos:** relacionados a la logística de uso en el contexto educativo.

Las herramientas de autor más útiles en cada caso, serán aquellas en que el material educativo producido tenga las siguientes características:

- Calidad (presentación, interfaz, facilidad de uso, capacidad de reutilización, etc.)
- Eficacia (materiales multimedia atractivos)
- Eficiencia (en la consecución de objetivos pedagógicos)
- Pertinencia (necesarios o facilitadores en del proceso de enseñanza-aprendizaje)
- Impacto (en los usuarios y el profesor)

Las ventajas del uso de materiales creados por estas herramientas de autor son:

- Permite incluir materiales motivadores, atractivos, ágiles y dinámicos en el tratamiento de

los contenidos temáticos.

- Facilita la autonomía en el aprendizaje, superando barreras de tiempo y espacio.
- Permite la contextualización.
- Posibilita la integración curricular.
- Permite trabajo colaborativo y acceso a un mayor número de estudiantes.

Estos materiales pueden en casos:

- Funcionar como distractores del auténtico objetivo de la actividad.
- Tener escasa versatilidad (plantillas con posibilidades de creación acotadas).
- Ser poco útiles en entornos de aprendizaje poco aptos para el uso de tecnología.
- Exigir una capacitación y formación de los docentes.
- Ser difíciles de implementar cuando se dispone de escaso tiempo.
- Presentar obsolescencia a corto plazo.
- Implicar mayores costos.

### 3.3 Selección de Herramientas de Autor

A continuación, se caracterizan herramientas de autor disponibles en la WEB, de uso libre, tanto avanzadas como básicas.

#### 3.3.1- Ardora <sup>6</sup>

Es una aplicación que permite crear más de 35 tipos distintos de actividades: crucigramas, sopas de letras, paneles gráficos, relaciones, simetrías, esquemas, etc., así como páginas multimedia: galerías de imágenes, panorámicas o zooms de imágenes, líneas de tiempo, anotaciones y álbum colectivo, póster y además herramientas para el trabajo colaborativo como chat, sistema de comentarios y gestor de archivos.



Ardora 7 utilizando la aplicación Wine, crea contenidos bajo la última tecnología web, html5, css3 javascript y php, no es necesaria la instalación de ningún tipo de plugin, por lo que se

puede acceder a los contenidos independientemente del tipo de sistema operativo y/o dispositivo que se use (computadoras, tablets, móviles), únicamente se deberá contar con un navegador que soporte estándares como firefox, chrome, ópera etc. Puede ser ejecutado en Windows y Linux.

Ardora es un software libre, pero no Open Source, es decir, se puede utilizar gratuitamente, pero no se dispone del código de la aplicación para su modificación.

Categorías de materiales que el software puede producir:

- Actividades Ardora
- Páginas Multimedia
- Páginas en Servidor

**Actividades Ardora:** *con gráficos* (Álbum, Panel gráfico, *Puzzle*, Colorear según leyenda) *Juegos de Palabras* (Sopa de letras, Crucigrama, Ahorcado, Damero) *con sonidos* (distinguir sonidos, Autodictados) *para relacionar* (Palabras 1 a 1, Frases, Imagen-Frases, Imagen-Imagen, Juego de

<sup>6</sup> [http://webardora.net/index\\_cas.htm](http://webardora.net/index_cas.htm)

memoria) *para completar* (Palabras con sílabas, Textos con palabras, Tablas) *para Clasificar* (Palabras, Imágenes)

Páginas Multimedia (Galerías de Imágenes, Zoom, Web 2.0, Texto e Imágenes, Panorama Interactivo, Elementos Móviles, Pestañas y Acordeones, Reproductor mp3, Reproductor flv.

Páginas en Servidor (Anotaciones, Álbum colectivo, Chat, Línea de tiempo) y utilitarios para estas páginas como: Administrador de Usuarios, gestor de archivos y sistema de comentarios.

En Ardora, hay dos niveles de personalización. Por un lado, la correspondiente a la actividad o cada página creada, y por el otro, el diseño a nivel de paquete o espacio web.

En las actividades, se puede personalizar el título, los autores y la alineación del contenido. Dentro de las opciones de ejecución, se puede personalizar la retroalimentación (feedback) para la actividad, en caso de acierto, error y límite de tiempo. Se puede elegir el color de texto para cada uno de estos mensajes.

Respecto al diseño a nivel de paquete o espacio web, se puede seleccionar una plantilla de diseño, entre los provistos por Ardora, que será utilizada como base. Luego, el usuario podrá realizar algunas modificaciones.

En Ardora, los contenidos se pueden agrupar como paquetes de actividades o como espacios web. En el caso del paquete se agrupan sólo las del tipo Actividades Ardora. En estos paquetes, se puede configurar la plantilla de diseño, títulos, subtítulos, y pie de página. Ardora, crea automáticamente un índice de acceso a las actividades empaquetadas y brinda la posibilidad de crear un menú con enlaces externos.

En el caso del espacio web, se puede agrupar, cualquier contenido generado o no con Ardora y además, enlaces externos a otros sitios de interés. En este caso, también se pueden personalizar las mismas características mencionadas en los paquetes, y además, se puede crear un menú desplegable o gráfico. Esta opción brinda la posibilidad de integrarlos con recursos generados con otras herramientas de autor. El usuario puede navegar el contenido de forma secuencial, jerárquica o de red.

Ardora, genera sus contenidos en formato .html. En un sólo archivo .html o una carpeta con todos los recursos incorporados. Es compatible con el estándar SCORM, pero sólo se ajustan a los contenidos de tipo actividades y los paquetes de actividades.

### 3.3.2- Constructor <sup>7</sup>

Constructor es la herramienta de Creación de Contenidos Educativos Digitales de la Consejería de Extremadura. Es un software de libre distribución y multiplataforma, tiene versiones para



sistemas Debian (Ubuntu, Max, Lliurex, Guadalinex, Molinux) y Windows.

Tiene 53 modelos de actividades diferentes y permite la inclusión de applets. Genera ODEs (Objetos Digitales Educativos) en paquetes zip.

Los tipos de actividades que permite generar son: preguntas de respuesta abierta, ejercicios con frases, rellenar agujeros, unir con flechas con respuesta múltiple, respuesta escrita, ordenar elementos, completar texto en horizontal, completar texto en vertical, sopa de letras, puzle, emparejar imagen con texto, buscar parejas de imágenes,

<sup>7</sup> [https://constructor.educarex.es/index.php?option=com\\_frontpage&Itemid=1](https://constructor.educarex.es/index.php?option=com_frontpage&Itemid=1)

rompecabezas, emparejar textos, buscar parejas imagen/texto, unir por puntos, crucigrama con imagen, crucigrama con texto, actividad de identificación, actividad de exploración, juego del ahorcado, tangram y sudokus.

Ofrece **plantillas** prediseñadas de diferente tipo (de presentación de contenidos, de evaluación, lúdicas y avanzadas, que pueden modificarse y reelaborarse e incluir otros elementos multimedia como imágenes, animaciones o audios y generar enlaces a materiales externos para adaptarlos a necesidades educativas particulares. Contiene aplicaciones especiales como una calculadora científica o un laboratorio virtual de física. Puede utilizarse *on line*, o versión descargable.

Cualquier unidad generada con Constructor es exportable a cualquier plataforma que soporte el estándar SCORM, de esa forma un mismo curso puede ser utilizado en variados contextos de aprendizaje sin tener que rehacerlo, siguiendo la tendencia en el mundo del e-learning (Sacco, 2004). Así mismo, Constructor permite generar materiales reutilizables ya que los mismos pueden ser disgregados y modificados.

Los materiales que se elaboran con Constructor se pueden utilizar en línea, como una página web, o se pueden guardar en el equipo y utilizarse sin conexión a Internet. En ambos casos, para utilizar los materiales solo necesitaremos tener instalado cualquier navegador web (Explorer, Mozilla, etc.).

Cuenta con un **banco de recursos propio** que además tiene un **buscador** que nos permite seleccionar materiales en función de criterios como el nivel educativo, la materia, el idioma, el grado de agregación y el tipo de recurso. Posee, además, un **gestor de aprendizaje** donde queda registrada la actividad y la evaluación de cada uno de ellos y con el que se pueden crear itinerarios educativos diferentes, en función de los resultados que se obtengan en las actividades, de manera de introducir tareas de refuerzo o de ampliación.

El programa permite integrar todo tipo de elementos multimedia (fotos, gráficos, audio, vídeo, animación, botones...), documentos y aplicaciones (textos, applet, calculadoras, laboratorio virtual, compositor musical, editor de fórmulas y gráficas...)

Utiliza un **formato estándar** para el almacenaje de los datos, esto hace posible que los contenidos digitales elaborados se puedan integrar en otras plataformas.

Los materiales hechos con esta Constructor son editables, con la posibilidad de descargar un recurso del banco y adaptarlo a una necesidad particular: quitar y añadir actividades, cambiar los enunciados, las fotos, los textos, el tamaño de la letra.

Pueden elaborarse objetos de aprendizaje, secuencias didácticas, *webs* de presentación de contenidos, con todo tipo de enlaces tanto externos como internos

Existe la posibilidad de definir diferentes itinerarios de navegación, dentro de cada una de las plantillas de actividades para adaptarse, de manera real, a las diferentes necesidades del aprendizaje.

### 3.3.3- Cuadernia <sup>8</sup>

Es la herramienta de creación de contenidos digitales educativos de la Consejería de Educación y Ciencia de Castilla-La Mancha. Permite crear recursos reutilizables. Cuenta con un **editor de cuadernos digitales**, y una biblioteca de **Objetos Digitales Educativos**. Los recursos son visualmente atractivos y motivadores, están catalogados siguiendo el estándar LOM-ES 1.0 y añade además la herramienta **Cuadernia Catalogación** para catalogar los



Objetos Digitales Educativos.

Objetos Digitales Educativos.

Existen 3 presentaciones diferentes del Software Cuadernia:

La **versión on-line** para realizar actividades desde su ubicación web. Pero, en esta modalidad, no se permite guardar los cuadernos por lo que deberán ser exportados a formato *zip* y guardados de forma local. Esta versión, funciona en cualquier sistema operativo que posea un navegador web y soporte para *flash*.

La versión **instalable local**, un archivo ejecutable que funciona en Windows y en Linux.

La **versión en USB** permite trabajar con la herramienta, desde una unidad externa de memoria USB. Esta versión es multiplataforma, y no requiere instalación.

Cuadernia permite la creación de cuadernos multimedia en los que se pueden incluir, uno o varios Objetos de su librería de objetos. Estos Objetos, pueden ser: una imagen, un texto, una actividad, una forma (recuadros, flechas, cuadros de diálogo, etc.), un audio, un video, una animación flash, una escena y/o una imagen ampliada (una imagen con posibilidad de hacerle zoom).

Mediante la elección de la plantilla adecuada se pueden crear distintas escenas y actividades a saber:

**Escenas:** de Descarte, de Realidad Aumentada, de Representación de Funciones, de Rayos X, de Operaciones, de Reloj y de instrumentos de Cuerda.

**Actividades:** preguntas, de Identificación, sopas de letras, crucigrama de imágenes, texto horizontal, texto vertical, crucigramas de texto, palabra secreta, puzzeles, rompecabezas, unir por puntos, completar, rellenar agujeros, relacionar imágenes con texto, relacionar textos, unir flechas, respuestas múltiples, relacionar imágenes, relacionar imagen y texto, respuesta escrita, pregunta de respuesta abierta, ordenar elementos, de exploración y Sudoku. Al elegir la plantilla se puede cambiar colores, la imagen de fondo, el formato de borde.

Los contenidos se empaquetan dentro de un libro de Cuadernia, que pueden ser navegados en forma secuencial página a página, o alternando entre diferentes páginas. (Herrera, 2013)

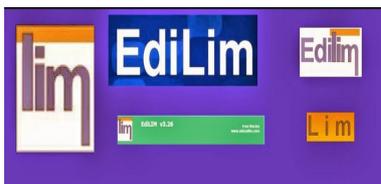
Para publicar **Cuadernia SCORM** genera un archivo .zip que contiene todos los recursos incluidos en el libro, y los metadatos que deben haber sido cargados previamente. Para la propia computadora genera un .zip, que dentro contiene un ejecutable .exe y los recursos incorporados en el libro. Para la Web, genera un .zip, que adentro contiene un archivo .html y los recursos incorporados en el libro. Posee una opción "Cuadernia SCORM" que permite exportar los contenidos bajo este estándar.

---

<sup>8</sup> <http://www.educa.jccm.es/educa-jccm/cm/temas/cuadernia>

### 3.3.4-EdiLim<sup>9</sup>

El editor de libros de LIM es un entorno para la creación de materiales educativos digitales que se complementa con un visualizador y un fichero xml.



Permite crear actividades interactivas del tipo rompecabezas, sopas de letras, o bien páginas descriptivas. En la Biblioteca de actividades realizadas con Edilim pueden consultarse los materiales creados con este software, que pueden usarse como base para producir nuevos materiales adaptados a una

necesidad específica.

Proporciona la posibilidad de elaborar 51 tipos diferentes de actividades, que el propio programa clasifica en 5 categorías: actividades de información, con palabras, con imágenes, con números y juegos.

Las actividades **de información** son: actividad externa, enlaces (dos versiones), esquema, etiquetas (dos versiones), frases (dos versiones), galería de imágenes, galería de sonidos, imagen y texto, menú, panel, plantilla y rayos X.

Las actividades **con palabras** son: arrastrar textos, clasificar textos, completar, dictado, escoger, fórmulas, identificar imágenes (dos versiones), identificar sonidos, letras, ordenar, ortografía, pirámide, preguntas, relacionar, respuesta múltiple y texto.

Las actividades **con imágenes** son: arrastrar imágenes, clasificar imágenes, elegir o mover imágenes y ordenar imágenes.

Las actividades **con números** son: fracciones (dos versiones), operaciones (dos versiones) y reloj. Finalmente, los **juegos** que pueden elaborarse con Edilim son: memoria, palabra secreta, parejas (dos versiones), puzle, simetría y sopa de letras.

EdiLim tiene una versión portable que puede utilizarse sin necesidad de instalar el programa. La exportación a formato html de las actividades permite incluirlas con facilidad en blogs o sitios web y en la última versión del programa se permite la posibilidad de diseñar hasta 51 tipos de páginas diferentes. Muchas de estas páginas son similares a las que ofrece Jclic, como las páginas de puzles, sopas de letras, juegos de memoria, actividades de asociación, de respuesta escrita, o de identificación de elementos. EdiLim contiene prácticamente todas las actividades de Jclic y nuevas actividades como páginas de respuesta múltiple, etiquetado de figuras y clasificación de imágenes y textos.

Es de uso gratuito, pero no permite modificar el código fuente. Puede ser usado en Windows y Linux, y como se mencionó puede descargarse una versión portable para la que no es necesaria la instalación. Permite exportar a html o visualizar en formato.lime.

### 3.3.5 Exelarning<sup>10</sup>

Este editor XHTML es un programa de autor para la creación y publicación de contenidos web. Fácil de utilizar y flexible para exportar, importar y reutilizar contenidos, permite crear materiales digitales para enseñanza. Se pueden empaquetar los contenidos como SCORM y subirse a alguna plataforma.



Es una herramienta de código abierto y libre distribución, cuenta con

<sup>9</sup> <http://www.educalim.com/cinico.htm>

<sup>10</sup> <https://exelearning.org/wiki>

un equipo de desarrolladores y en el sitio oficial es posible solicitar ser evaluador de la herramienta, aportando ideas y detectando errores, contribuyendo de esta manera a su desarrollo.

Funciona sobre Windows, Mac y algunas versiones de Linux. Además, cuenta con una versión portable que puede ser utilizada sobre Sistemas Operativos Linux y Windows.

Al crear el proyecto web, se arma una estructura de árbol en las que se van incorporando lo que ExeLearning llama iDevices, que son las diferentes plantillas para crear las páginas. Se dispone de 18 iDevices, cada uno con una utilidad pedagógica o técnica distinta, alguno de los cuales son los siguientes:

**De texto:** Texto libre: permite añadir contenidos de manera similar a un editor de textos. Por Objetivos: permite añadir los resultados previstos del aprendizaje o conocimientos previos.

**De imagen:** Galería de imágenes: genera un panel de imágenes en miniatura y la imagen se amplía al seleccionarla. Lupa: permite agregar imágenes con funcionalidades de lupa que amplía una parte para observar mejor un detalle de interés. Sitio web externo: permite incrustar una web externa, dentro del contenido. Artículo de la Wikipedia: igual a la anterior, pero con un contenido extraído de Wikipedia. RSS (no dinámico): Permite incorporar contenido en formato de RSS, es decir, como un resumen de un sitio web. Applet de Java: permite insertar un applet creado con otra herramienta.

**No interactivas:** De lectura, De Reflexión, Caso práctico: que permite ingresar una historia o situación real que pretende transmitir un mensaje o para integración de contenidos.

**Interactivas:** Rellenar huecos. Pregunta de elección múltiple. Pregunta verdadero-falso. Cuestionario SCORM, cuestionario que se puede ser incorporado a un Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje. Actividad desplegable. Los usuarios más experimentados pueden crear sus propios iDevices, utilizando el Editor de iDevices que proporciona ExeLearning.

ExeLearning, cuenta con un conjunto de hojas de estilos que puede ser utilizada por los usuarios. Estas hojas de estilos, definen el diseño del sitio web a generar. Cada página de texto, tiene un editor HTML para poder dar fácilmente el formato deseado.

En ExeLearning los contenidos son agrupados en un único sitio web, es decir, que no se genera un paquete de actividades, si no un sitio web conformado por un conjunto de páginas que son las actividades que se han ido creando con ExeLearning. La navegación por el sitio puede realizarse en forma secuencial jerárquica o de red.

Los formatos de exportación soportados son: Common Cartridge, SCORM 1.2, Paquete de contenido IMS (IMS CP22), Sitio web, Página .html única, Fichero de texto plano, XLIFF23.

Los proyectos creados con ExeLearning, pueden ser exportados como paquetes estándar SCORM o IMS Content Package (IMS CP).

### 3.3.6 JClíc <sup>11</sup>

Es un entorno para la creación, realización y evaluación de actividades educativas multimedia.



Está formado por un conjunto de aplicaciones informáticas útiles para realizar diversos tipos de actividades educativas: rompecabezas, asociaciones, ejercicios de texto, palabras cruzadas, etc. (JClíc. sitio oficial, 2013). Las actividades, no se

<sup>11</sup> <http://clíc.xtec.cat/es/jclíc/><sup>11</sup>

presentan solas, sino empaquetadas en proyectos. Un proyecto está formado por un conjunto de actividades y una o más secuencias que indican el orden en que se han de mostrar. Puede haber proyectos con una sola actividad, pero no se permite crear una actividad independiente que no esté dentro de ningún proyecto.

Consta de cuatro aplicaciones, dos de las cuales, se utilizan para la resolución de las actividades:

**JClic Player:** Se presenta como *Applet* o como *Aplicación JClic*.

*Applet:* Permite incrustar actividades JClic en una página web para ejecutarlas en cualquier navegador. Se descarga, automáticamente la primera vez que se visita alguna página que contenga un proyecto JClic incrustado.

*Aplicación JClic:* Un programa independiente que una vez instalado permite realizar las actividades desde el disco.

**JClic autor:** La herramienta de autor que permite crear, editar y publicar las actividades de una manera sencilla, visual e intuitiva.

**JClic reports:** Es el módulo encargado de recopilar los datos (tiempo empleado en cada actividad, intentos, aciertos, etc.) y presentarlos en informes estadísticos. Se basa en un esquema cliente-servidor. El servidor puede ser cualquier ordenador de una red, y los clientes son de dos tipos: las aplicaciones JClic (applet y player), que envían al servidor las puntuaciones obtenidas por los usuarios al realizar las actividades, y los navegadores web (Firefox, Opera, Explorer...), desde los que se pueden consultar los resultados y administrar la base de datos. Es un software libre, Open Source, se distribuye bajo los términos de la Licencia Pública General de GNU(GPL). Ha sido desarrollado en lenguaje Java, lo que hace posible su uso en diversas plataformas y sistemas operativos, como Windows, Linux, Solaris o Mac OS X.

JClic permite realizar distintas actividades:

Los *puzzles*, plantean la reconstrucción de una información desordenada que puede ser gráfica, textual, sonora o combinada.

Las *actividades de texto*, que plantean ejercicios basados siempre en las palabras, frases, letras y párrafos de un texto que hay que completar, entender, corregir u ordenar.

Las *sopas de letras* y los *crucigramas* son variantes interactivas de los conocidos pasatiempos de palabras escondidas.

Se puede personalizar el color de fondo y los sonidos asociados a los eventos de inicio de actividad, acción correcta, acción errónea, actividad finalizada con éxito, actividad finalizada con errores, entre algunas otras posibilidades. Por otro lado, por cada actividad, se pueden configurar los mismos parámetros que en el proyecto y algunos parámetros propios de las actividades, como el color de la ventana principal y el de la ventana de actividad. De la ventana principal se puede configurar el color de fondo y el gradiente del color o la posibilidad de utilizar una imagen como fondo. De la ventana de juego se puede configurar el fondo, el borde, el margen y la posición dentro de la pantalla principal.

Dentro de cada proyecto, se puede configurar la secuencia de actividades. El recorrido de las actividades, se da de forma secuencial, con botones para ir a la pantalla anterior o a la siguiente. Además, se podría crear una página índice, que permitiría elegir por dónde iniciar el recorrido de actividades

Un proyecto, generado con jClic se puede exportar como un archivo jClic, el cual se puede visualizar utilizando la herramienta jClic Player, o se puede exportar como un *applet* de java, el

cual, se puede visualizar desde un navegador web. jClic no presenta compatibilidad con ningún estándar.

### 3.3. 7 Malted

MALTED (Multimedia Authoring for Language Tutors and Educational Development) <sup>12</sup>



Es una herramienta de autor para la creación y ejecución de unidades didácticas multimedia e interactivas. Esta herramienta ha sido desarrollada, en particular para la enseñanza de idiomas, si bien su uso se puede extender a otras materias del currículo escolar.

MALTED es un programa de uso libre y código abierto. El programa funciona bajo los sistemas operativos Windows y Linux.

El sistema MALTED está integrado por dos entornos de trabajo, llamados respectivamente Editor MALTED (DVE) y Navegador MALTED (RTS):

El *Editor Malted* funciona a dos niveles, por un lado el editor de escenas cuenta con numerosas plantillas que permiten generar actividades usualmente empleadas en la enseñanza de idiomas, pueden incluir textos, imágenes, gráficos, audios y vídeos y una aplicación para grabar la voz mediante un micrófono externo. Por otro lado, el editor de unidades, permite organizar las actividades en secuencias lógicas siguiendo un plan de desarrollo didáctico, formándose de este modo unidades de trabajo dotadas de sistemas de navegación.

El *Navegador Malted* permite ver y completar los ejercicios creados, suministrando puntuaciones al verificar las respuestas proporcionadas. Además de disponer de este visor propio, el programa también puede interactuar con la Red por medio de un complemento (*applet* de Java, siendo Java el entorno de visualización general adoptado por el sistema), que posibilita su presentación en pantalla a través de un navegador web ordinario.

Las actividades de Malted se basan en 13 plantillas que pueden ser modificadas por el usuario. Algunas de las plantillas disponibles son:

*Plantilla Básica*: permite hacer presentaciones de texto, audio, imágenes o vídeo, no necesitan que el programa procese ninguna información, *Ahorcado*, *Asociación I y II* (permiten crear ejercicios de determinar correspondencia de objetos y/o palabras), *Completar*, *Crucigrama*, *Diálogo* (simula un diálogo que se puede seguir secuencialmente, mediante audio y texto), *Dictado* (verifica si un texto escrito tiene errores comparando con el texto correcto, indicando los errores), *Grabación*, *Memoria* (recordar dónde se encontraban los elementos), *Ordenar textos*, *Test* (de respuestas múltiples)

Un Proyecto Malted está integrado por 3 componentes fundamentales:

**Escenas** (archivos con extensión *.xml*): forman el núcleo de la unidad. Son las distintas pantallas o actividades de las que se compone. Se crean y modifican usando el Editor de escenas.

**Unidad** (archivo con extensión *.cxml*): es el hilo conductor de las escenas. Contiene el orden en el que se muestran las escenas y los demás vínculos que existen entre ellas.

**Objetos multimedia usados en las escenas**: audios (extensiones *.mp3 / .wav / .mov / .au*), imágenes (extensiones *.jpg / .gif / .png*), textos (extensiones *.txt / .rtf*), vídeo (extensiones *.mpg / .mov*) Malted permite crear Unidades didácticas. Dentro de cada unidad, se pueden presentar tres formas de navegación:

<sup>12</sup> <http://recursostic.educacion.es/malted/web/index.html>

*Navegación lineal simple:* consisten en una sucesión lineal de actividades.

*Navegación compleja:* elección al azar de escenas.

*Uso de enlaces ocultos:* solo aparecen de modo visible asociados a botones cuando se da alguna condición, por ejemplo puntuación mayor o menor de determinado valor.

Internamente las escenas se exportan como archivos *.xml*. Luego, al incluirlo en unidades, se puede guardar la unidad como *.xml*. Por último, se pueden exportar las unidades como proyecto en formato *.jar*. Malted no proporciona compatibilidad con ningún estándar.

### 3.3.8 Educaplay <sup>13</sup>

Educaplay es un proyecto para la creación de actividades interactivas, permite elaborar materiales de forma online y quedan en la plataforma para utilizarlos y compartirlos.



Para crear actividades en Educaplay sólo es necesario registrarse, creando un perfil con los datos de usuario y contraseña. Es posible elaborar actividades en 9 idiomas: Español, Inglés, Francés, Portugués, Holandés, Gallego, Catalán, Euskera e Italiano. Las actividades generadas con Educaplay se pueden exportar como paquetes SCORM para integrarlas en plataformas o aulas virtuales y poder hacer un seguimiento de las calificaciones de las actividades. Otra característica interesante es la creación de actividades con autoevaluación que favorecen la gestión de un aprendizaje autónomo.

Cuenta con diez tipos de actividades interactivas: Mapa, Adivinanza, Completar, Crucigrama, Diálogo, Dictado, Ordenar letras, Ordenar palabras, Relacionar, Sopa, Test y Colección. Las actividades se pueden elaborar con enunciados de texto, imagen y audio, lo cual de un abanico interesante de posibilidades. Las actividades consisten en:

#### **Mapa**

Esta actividad consiste en definir sobre una imagen una serie de puntos que tendremos que identificar con su nombre. La imagen puede ser un mapa, un esquema, una imagen, etc. Se puede configurar la actividad para resolverla clickeando o escribiendo. Cuenta, como todas las actividades, con tutorial particular de ayuda. En las páginas de las actividades hay numerosos ejemplos que sirven como modelo.

#### **Adivinanza**

Las adivinanzas son actividades en las que se debe averiguar una palabra a partir de una serie de pistas. Las pistas que se ofrecen pueden ser de texto o de audio y pueden ir acompañadas de una imagen incompleta que según vamos pidiendo pistas va completándose y mostrándose con más claridad. Tiene tutorial y ejemplos.

#### **Completar**

La actividad de completar consiste en añadir las palabras que faltan a un párrafo o frase. Existen dos opciones a la hora de completar los huecos en este tipo de actividad: Pulsando sobre las palabras que se muestran y la otra escribiendo en cada hueco la palabra mediante el teclado. Esta actividad puede resultar sencilla o muy compleja, según el diseño.

#### **Crucigrama**

Los crucigramas de educaplay son multimedia se debe completar, como todos los crucigramas, haciendo corresponder una letra en cada casilla. Para ello debes pulsar con el mouse sobre cualquiera de los números se muestra la definición de dicha palabra. Esta definición puede venir dada mediante un texto explicativo, que es lo más habitual, pero también puede ser mediante

---

<sup>13</sup> <https://es.educaplay.com/>

un sonido o una imagen, lo cual da increíbles posibilidades al crucigrama. Las palabras pueden ir colocadas de arriba abajo y de izquierda a derecha. Una de las ventajas de estos crucigramas es que brinda ayuda mediante una pista de letra o palabra, aunque cada vez que se solicite ayuda se restará puntuación del resultado de manera proporcional. Al completar el crucigrama puedes ver la solución y errores.

### **Diálogo**

Esta actividad consiste en escuchar y leer un diálogo entre dos o más personajes. También permite anular el audio para que el usuario pueda asumir el rol de dicho personaje y leer su parte del diálogo. Hay dos modos de reproducción disponibles: reproducción continua y reproducción frase a frase donde el usuario dosifica la reproducción del diálogo y las pausas entre frases. Esta actividad no cuenta con tutorial pero sí con ejemplos.

### **Dictado**

Consiste en escribir exactamente el texto dictado. Es importante detallar a la hora de dictar los signos de puntuación tales como comas, puntos, signos de interrogación para facilitar la corrección.

### **Ordenar letras**

Esta actividad consiste en ordenar las letras que se nos presentan desordenadas, para formar una palabra o frase. Existen varias formas de ordenar las letras: Escribiendo con el teclado la palabra completa, pulsando sobre las letras en el orden correcto o pulsando y arrastrando cada letra a su lugar de destino. El enunciado de la pregunta y la pista para llegar al resultado se muestran en la parte superior. También se puede facilitar una pista mediante un audio.

### **Ordenar palabras**

Esta actividad, muy similar a la anterior, consiste en ordenar las palabras que se nos presentan desordenadas, para formar una frase o párrafo. Existen varias formas de ordenar las palabras, una de ellas es escribiendo con el teclado la frase completa. Otra, pulsando sobre las palabras en el orden correcto, que es la forma más rápida y cómoda. Y por último, pulsando y arrastrando cada palabra a su lugar de destino. Al igual que en la actividad anterior, el enunciado de la pregunta y la pista para llegar al resultado se muestran en la parte superior y se puede facilitar una pista mediante sonido.

### **Relacionar**

Esta actividad consiste en organizar una serie de palabras para clasificarlas y agruparlas correctamente según un criterio señalado. Es una actividad similar a la de unir con flechas o emparejar conceptos relacionados.

### **Sopa**

Esta actividad es una sopa de letras interactiva en la que hay que encontrar las palabras que se indican y señalarlas pulsando y arrastrando con el mouse. Se pueden configurar otros parámetros como el tiempo máximo y el tipo de pista que tendremos para resolver la actividad. Las pistas pueden configurarse de 3 formas: Sin pistas sobre las palabras que hay que buscar, mostrando el número de caracteres de cada palabra que buscamos y mostrando a la derecha las palabras que tenemos que encontrar en la sopa de letras.

### **Test**

Esta actividad consiste en un cuestionario con una serie de preguntas encadenadas secuencialmente. El número de preguntas es optativo. Al elaborar las preguntas hay tres

opciones para configurar la respuesta: repuesta escrita, elección de una respuesta de entre varias y varias respuestas de entre varias opciones. Otra característica interesante de los tests es que es posible determinar el porcentaje de aciertos mínimo para que el test se considere superado. El enunciado de la pregunta y la pista para llegar al resultado se muestran en la parte superior, pudiendo añadir un sonido para completar el enunciado.

### **Colección**

Este tipo de actividad consiste en elaborar un paquete de ejercicios utilizando las actividades disponibles. Las diferentes actividades que componen la colección aparecen en la parte superior del ejercicio, aunque cada vez que se completa una actividad se habilita un botón en la parte superior derecha de la actividad desde la que se puede saltar a la siguiente. Es muy útil para reunir actividades de repaso de cualquier tema.

Una vez creada nuestra actividad Educaplay hay varias opciones para compartirla o publicarla:

- Utilizando el enlace, link o url que nos lleva a la página de la actividad en la cual vemos el ejercicio, el perfil del autor, los datos de publicación, las botoneras para compartir en redes sociales, etc. Es una opción muy útil al Blog, Moodle o Web para publicar las actividades.
- Utilizando el embed que podemos incrustarlo en un Blog, Moodle o Web. Esta opción tiene la ventaja de dejar el ejercicio "limpio", sin el resto de elementos de la página de Educaplay.
- Descargando la actividad como SCORM para insertar en plataformas virtuales como Moodle. Esto hay que hacerlo desde el escritorio donde aparecen todas las actividades.

En esta sección se han presentado un conjunto de herramientas de autor de uso libre y disponibles en la WEB y, se han destacado sus principales características. En la siguiente sección se realiza una comparativa de las mismas a partir de una serie de criterios de análisis.

## **3.4 Análisis comparativo de las Herramientas de autor**

### **3.4.1 Criterios de análisis**

Para realizar el análisis comparativo de las herramientas de autor son los siguientes:

**1- Licencia:** es la autorización que el autor concede para utilizar sus programas. Existen distintos tipos de licencia, pueden sólo autorizar su uso o permitir su modificación o distribución, y pueden ser de uso gratuito o arancelado

**2- Plataforma:** este criterio se refiere a las plataformas de software sobre las cuales puede funcionar el programa, puede ser un sistema operativo o entorno de programación, aunque más comúnmente se trata de una combinación de ambos. No se incluirán en este punto plataformas de hardware.

**3- Tipos de Actividades:** las herramientas de autor proponen el uso de plantillas. Este criterio se refiere a la variedad de plantillas disponibles y su utilidad según el nivel educativo al que está dirigido, la estrategia didáctica o el tipo de contenidos.

**4- Personalización:** se refiere a las posibilidades que presenta la herramienta para poder modificar aspectos funcionales y gráficos, con el objetivo de adaptarse más eficientemente a las necesidades de cada docente en particular.

**5- Paquetes de Actividades:** la manera en que se pueden agrupar las diferentes actividades o recursos para formar un único material educativo.

**6- Posibilidades de navegación:** se refiere a la estructuración del material generado en relación a las posibilidades de abordaje. Una clasificación general es la siguiente (Royo, 2004):

- 6.1- De estructura Secuencial: a manera de libro se va recorriendo una a una las pantallas. Cada nodo de información tiene un único sucesor y un único antecesor excepto el primero y el último.
- 6.2- De estructura Jerárquica: se conforma una especie de árbol de decisiones en cada nodo de información.
- 6.3- De estructura de Red: se conforma una especie de red con interconexiones (grafo).

**7- Formatos de salidas y Compatibilidad con estándares:** se refiere a los tipos de archivos en los que se puede exportar el contenido generado desde la herramienta de autor y la compatibilidad con estándares. Los estándares proporcionan un lenguaje común que permiten la comunicación con los distintos entornos virtuales, bases de datos y aplicaciones web.

**8- Capacidad de incluir evaluaciones:** se refiere a las posibilidades de la herramienta para generar actividad que den información al usuario o al docente sobre el desarrollo del aprendizaje.

### **3.4.2 Análisis comparativo de las herramientas según los criterios mencionados:**

#### **1- Licencia**

Las herramientas de autor analizadas están disponibles en la web y son de uso gratuito.

#### **2- Plataforma**

Todas se pueden ejecutar en Windows. En particular, ExeLearning y jClic se pueden ejecutar en Mac. Malted y jClic están disponibles libremente para Linux. Ardora está disponible para Linux, utilizando Wine y ExeLearning está disponible sólo para algunas versiones de Linux. jClic, además, está disponible para Solaris.

#### **3- Tipo de Actividades**

Las distintas herramientas de autor disponibles ofrecen un número variable de plantillas para elaborar actividades. Por ejemplo, Jclic dispone de 16 tipos diferentes de actividades, Educaplay 12, mientras que Ardora y Constructor poseen 35 y 53 tipos de actividades respectivamente. Los materiales elaborados con las herramientas citadas, son parecidos. En el caso de Educaplay presenta una gran facilidad en la edición y presenta algunas plantillas novedosas como el videoquiz, que permite integrar uno a mas videos o partes de ellos en una presentación, e incluso adicionar cuestionarios dentro de su desarrollo.

Jclic ofrece sólo dos opciones de actividades de asociación: asociación simple y asociación compleja. Las plantillas de asociación simple permiten diseñar actividades en las que se presentan dos paneles, y los estudiantes tienen que relacionar un elemento del panel A con un elemento del panel B; y en el caso de las actividades de asociación compleja se permite relacionar un elemento del panel A con varios elementos del panel B.

Sin embargo, estas actividades pueden calificarse como muy "flexibles", ya que al diseñar estas actividades se puede incluir en las casillas de los paneles textos, imágenes, sonidos, o una combinación de todos ellos, lo que permite utilizar de múltiples maneras una plantilla básica en la que únicamente aparecen dos paneles.

#### **4- Personalización**

Ardora y ExeLearning tienen un nivel ilimitado, debido a que genera un *.html* que luego puede ser modificado por un experto informático. Las otras herramientas sólo permiten la personalización desde la propia herramienta de autor.

En cuanto al agrupamiento del contenido, Ardora y ExeLearning lo hacen a través de un sitio web. Malted y JClíc a través del uso de un paquete y Cuadernia un libro digital. Educaplay permite compartir las actividades enviándolas por correo electrónico o insertarlas en un blog o página web

#### **5- Paquete de actividades**

Ardora y ExeLearning lo hacen a través de un sitio web. Malted y JClíc a través del uso de un paquete de actividades y Cuadernia un libro digital (Moralejo, 2013). Educaplay permite crear grupos para realizar un paquete de actividades, incluso con disponibilidad de mensajería interna.

#### **6- Posibilidades de navegación**

Todas las herramientas presentan navegación secuencial y en red, exceptuando JClíc que sólo permite secuencial. Ardora, ExeLearning y Malted proveen, además, navegación jerárquica.

#### **7- Formatos de salidas y Compatibilidad con estándares**

JClíc requiere (opcionalmente) de la utilización de un visor de actividades. Otra alternativa es, al igual que Malted, exportarlo como applet de java. Ardora, ExeLearning y Cuadernia se exportan como sitio web. En particular Cuadernia, se puede exportar además como *.exe* o SCORM. Ardora, ExeLearning, Cuadernia y Educaplay proveen compatibilidad con los estándares. Ardora, Cuadernia y Educaplay con SCORM y ExeLearning provee otros formatos.

Por el contrario Ardora y Constructor presentan un mayor número de plantillas diferentes, pero con un mayor grado de estructuración. Por ejemplo, Ardora presenta 5 plantillas diferentes para actividades de relacionar. Una estructura parecida encontramos en Constructor, que dispone de 6 plantillas diferentes de actividades de asociación.

JClíc, Ardora y Constructor permiten elaborar actividades de asociación con posibilidades muy parecidas. Sin embargo, el modo de hacerlo es muy diferente: en JClíc estas actividades se confeccionan a partir dos plantillas, lo que aporta una mayor flexibilidad y otorga mayor protagonismo al diseñador de la actividad, mientras que en Ardora cada plantilla restringe el tipo de contenido que admite, lo que facilita el trabajo de diseñar las actividades (que únicamente debe decidir qué plantilla utilizar), pero restringe las opciones en la toma de decisiones del diseñador.

#### **8- Capacidad de incluir evaluaciones**

Malted y JClíc permiten formular preguntas asignándoles puntaje. El caso de Constructor dispone de plantillas para evaluaciones. Cuadernia posee registro de resultados de actividades.

Con EdiLIM y Exelerning dispone de cuestionarios y actividades de autocorrección. Educaplay permite realizar actividades con autocorrección.

En la siguiente tabla se presenta una síntesis de las características destacadas en las herramientas de autor, a partir de los criterios de análisis propuestos.

Herramienta de autor	Licencia	Plataforma	Personalización	Paquete de Actividades	Navegación	Formato de Salida	Compatibilidad con estándares
<b>Ardora</b>	Gratuito (no es de código abierto)	Window y Linux (con Wine)	ilimitada	Sitio web	Secuencial, jerárquico y en red	Paginas HTML	SCORM
<b>Constructor</b>	Gratuito	Sistema Debian y Window	limitada	ODEs en paquetes .ZIP	Secuencial o definiendo itinerarios	Se generan paquetes zip	Se generan paquetes zip
<b>Cuadernia</b>	Creative commons	Window y Linux	Limitada	Libro en formato flash	Secuencial y en red	.exe y como página .html con archivo flash	SCORM
<b>Edilim</b>	Creative commons	Windows, Gnu Linux y mac OS	limitada	libro	Secuencial y por página	Libro formato xml	SCORM
<b>Exelerning</b>	Creative Commons	Window y Linux Mac	ilimitado	Sitio web	Secuencial en red y jerárquica	Archivos .elp	SCORM o IMS
<b>jClic</b>	GPL(código abierto)	Window y Linux Mac OSx	Limitada tanto a nivel de actividad como de proyecto	Proyecto (secuencia de actividades)	Secuencial o a través de índice	Proyecto .jClic (requiere de JClic player) Applet Java	No posee
<b>Malted</b>	GNU (De código abierto)	Window y Linux	limitada	Proyecto en .jar	Secuencial, jerárquico y en red	xml .cxml applet java	No posee
<b>Educaplay</b>	Creative commons	Window y linux	limitada	Web o plataformas LMS	Secuencial y en red	HTML	SCORM

### 3.5 Conclusión

En éste capítulo se han presentado los resultados del análisis realizado en ocho herramientas poniendo el foco en sus características relevantes en relación a la licencia de uso, la plataforma utilizada y tipo de actividades que presentan, entre otros. Este análisis tiene como objetivo decidir la herramienta de autor que resulte más adecuada para el desarrollo del material digital que se propone en esta tesis.

# Capítulo 4

## **Capítulo 4 Producción del material educativo**

### **4.1 Introducción**

En éste capítulo se describe el proceso de producción del material educativo hipermedial para enseñanza de la Química propuesto en esta tesis, siguiendo las fases, criterios y principios generales de enseñanza-aprendizaje del Diseño Instruccional.

En los capítulos precedentes se han revisado las conceptualizaciones de la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia, la Teoría Situativa y la Teoría de la Carga Cognitiva, que brindan un marco de referencia para comprender y mejorar el aprendizaje apoyado en la tecnología informática, se han analizado los principios que guían el diseño de materiales educativos digitales y también presentado los modelos de diseño instruccional ampliamente utilizados, que se fundamentan y planifican conforme a la teoría de aprendizaje vigente en los diferentes momentos.

Del mismo modo se han explorado diversos materiales multimedia para el aprendizaje de la Química y los resultados de su aplicación en numerosas experiencias educativas. En particular se han analizado posibilidades y limitaciones de un conjunto de herramientas de autor para la creación de materiales orientados al ámbito educativo.

En los antecedentes revisados se han encontrado ejemplos de experiencias de uso de materiales digitales para el aprendizaje de la Química que buscan innovar en la temática. Sin embargo, varias de ellas no presentaban procesos de evaluación y otras no explicitaban la forma en que se alcanzaron los resultados. También se observó que algunas no especificaban cuestiones como el contexto con el que se trabajó. Esto puede deberse o bien a una falta de explicitación en los artículos revisados, o que los grupos que llevan adelante el trabajo no hayan tenido en cuenta estos aspectos relevantes en la planificación de la experiencia.

Por otra parte, surge la necesidad específica de abordar en forma contextualizada los contenidos del capítulo Electroquímica de la asignatura Química General e Inorgánica de UNNOBA. Esto implica recuperar una problematización e información previa vinculada con las dificultades relevadas en cohortes anteriores. Se espera que el material educativo propuesto, resulte un recurso que ayude en la comprensión de temas específicos, que resultan complejos para los alumnos que cursan los primeros años de las carreras de UNNOBA.

Con base en estos antecedentes, en este capítulo se justifica el diseño instruccional que se utilizará y los aspectos involucrados en cada una de las etapas que comprenden el desarrollo del material hipermedial propuesto.

### **4.2 Diseño Instruccional**

Según Broderick (2001), el diseño instrucción es el proceso a través del cual se crea un ambiente de aprendizaje, o los materiales necesarios, con el objetivo de ayudar al alumno a desarrollar la capacidad necesaria para lograr aprendizajes significativos.

Por otra parte, Braude (2003) sostiene que el proceso de desarrollo de material educativo multimedia, debe tener como propósito fundamental una producción de calidad que reúna los requisitos y satisfaga las necesidades del docente y del usuario al que va dirigido y denomina a dicho proceso como metodología. Esta metodología se constituye a partir de una combinación de acciones (método de codificar y corregir, desarrollo en espiral, desarrollo incremental, ciclo de vida, en cascada, en reutilización y desarrollo evolutivo), que en ingeniería de *software* dan origen a las etapas o fases de producción de materiales.

Para producir el material educativo que propone en esta tesis y considerando el análisis presentado en el capítulo 2, se decide seguir el modelo de ADDIE, que marca, de manera clara, los pasos en la producción y la integración de las dimensiones tecnológica y pedagógica. Este es un modelo de diseño que permite plantear los principios de diseño y aplicarlos de manera sistemática y exhaustiva.

ADDIE, es un acrónimo de los términos **Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación**, que refiere a las fases o etapas de producción del material digital que propone el modelo. A la vez, cada una de las fases puede ser descompuesta en subfases, en las cuales se definen los elementos que deben ser tenidos en cuenta desde la perspectiva de cada caso.

### **4.3 Etapas de producción del *Material educativo hipermedial interactivo (MEHI)***

#### **4.3.1 Análisis**

Se abordan los siguientes ítems:

- A) Concepción del proyecto**
- B) Agentes implicados**
- C) Viabilidad**
- D) Justificación**

#### **A) Concepción del proyecto**

Como Profesor de la Asignatura Química General e Inorgánica de la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA), es posible comprobar cada año, con las sucesivas cohortes, las dificultades de los alumnos para el aprendizaje de las Ciencias y en particular de Química. En el cursado de la maestría TIAE, se presentaron con grado de detalle las posibilidades pedagógicas que brindan los materiales hipermediales. En lo que refiere a la enseñanza de la Química, que reúne contenidos difíciles de abordar, entre otras razones por su grado de abstracción y la dificultad para interrelacionar el mundo macroscópico y submicroscópico, es posible, facilitar el aprendizaje con la incorporación de materiales hipermediales, sobre todo para alumnos de una asignatura que pertenece al primer año de las carreras de Ingeniería Mecánica, Industrial, Agronómica e Informática, que no tienen a la Química como eje temático.

#### **B) Agentes implicados**

La actividad se realiza como desarrollo del plan de tesis aprobado oportunamente, para acceder al título de Magister de la Maestría en Tecnología Informática Aplicada en Educación (TIAE), el equipo de trabajo se conforma por el maestrando y sus directores.

### **C) Viabilidad**

El desarrollo del proyecto es factible, se dispone de recursos de hardware, software, conectividad a internet y el tiempo asignado al desarrollo de la tesis según plan y la posibilidad de la prueba piloto en la cursada 2019 segundo cuatrimestre de la asignatura Química General e Inorgánica de la UNNOBA.

### **D) Justificación**

En particular, Electroquímica es la última unidad del programa de la asignatura Química General e Inorgánica, con contenidos muy relevantes, sobre todo para alumnos de carreras tecnológicas, y que muchas veces, por razones propias al desarrollo de cada cursada, no es posible asignarle todo el tiempo que la unidad requiere. La incorporación de un material hipermedia en el contexto de una clase invertida, puede resultar adecuado para optimizar el aprendizaje de estos contenidos. Es por ello que se elige esa unidad para el desarrollo del MEHI.

## **4.3.2 Diseño**

A partir del planteo presentado en la etapa de análisis, para abordar la etapa de diseño del material educativo hipermedial, se plantea analizar los siguientes ítems acorde al modelo ADDIE elegido:

### **A) Objetivos**

### **B) Perfil del usuario**

### **C) Estrategias de aprendizaje**

### **D) Organización e identificación de los contenidos a incorporar**

### **E) Elección de la herramienta de autor para la producción del material hipermedial.**

### **F) Tareas de aprendizaje**

### **G) Tiempo, lugar y contexto de aplicación**

### **H) Requerimientos tecnológicos**

### **I) Herramientas de evaluación**

### **A) Objetivos**

Al plantear los objetivos del material educativo es necesario utilizar el verbo adecuado para indicar el nivel de complejidad de la actividad/proceso, que se propone realizar. Para ello se utilizará la descripción de los seis niveles de la taxonomía de Benjamín Bloom revisada por Anderson y Krathwohl (Anderson y Krathwohl ,2001), para ordenar jerárquicamente los procesos cognitivos. Cada nivel implica el dominio de los niveles precedentes, que involucran operaciones cognitivas de menor complejidad.

Los niveles abordados son: *recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar, y crear* en orden creciente de complejidad:

1) *Recordar*: es la habilidad de recuperar la información aprendida previamente, memorizar. Los verbos que pueden ser utilizados en este nivel son: **Listar, Definir, Nombrar, Identificar y Seleccionar, entre otros.**

2) *Comprender*: es la habilidad de entender, traducir e interpretar el significado de la información. Requiere un nivel mayor al de memorizar datos. Los verbos que pueden ser utilizados en este nivel son: **Explicar, Describir, Ilustrar, Clasificar y Diferenciar, entre otros.**

3) *Aplicar*: es la habilidad para completar una tarea o resolver un problema sin recibir apoyo sobre cual regla o fórmula utilizar. Se refiere a la habilidad de realizar procedimientos de forma práctica (en el campo). Los verbos que pueden ser utilizados en este nivel son: **Demostrar, Aplicar, Realizar, Diseñar, Construir y Preparar, entre otros.**

4) *Analizar*: es la habilidad de hacer inferencias, analizar información y llegar a una conclusión determinada. Refiere a la capacidad de tomar decisiones en función a la información recibida. Los verbos que pueden ser utilizados en este nivel son: **Analizar, Contrastar, Correlacionar, Distinguir, Priorizar e Inferir, entre otros.**

5) *Evaluar*: es la habilidad de medir en base a conocimiento y experiencia previamente adquiridos. Los verbos que pueden ser utilizados en este nivel son: **Monitorear, Justificar, Criticar y Revisar, entre otros.**

6) *Crear*: Es la habilidad de combinar ideas y habilidades de un conocimiento previamente adquirido para producir nuevas ideas y soluciones. Los verbos que pueden ser utilizados en este nivel son: **Diseñar, Producir, Desarrollar, Formular, Idear y Elaborar, entre otros.**

### **Objetivo General**

Comprender la naturaleza del proceso electroquímico. Describir y diferenciar Celdas Galvánicas y Electrolíticas. Realizar cálculos vinculados a éstos dispositivos y aplicar sus fundamentos a los sistemas electroquímicos de interés aplicado.

### **Objetivos específicos**

Los objetivos específicos se estructuran conforme a los contenidos de los capítulos correspondientes a la unidad Electroquímica del programa de la asignatura Química General e Inorgánica:

#### *Capítulo 1*

Conocer las aplicaciones tecnológicas de la electroquímica.

Conocer la evolución histórica de los conocimientos sobre electroquímica.

Comprender la naturaleza del proceso electroquímico. Conocer los componentes y funcionamiento de una pila.

#### *Capítulo 2*

Introducir el concepto de número de oxidación.

Calcular los números de oxidación de los átomos que forman los compuestos.

Comprender la naturaleza de las reacciones de oxido-reducción.  
Identificar agente oxidante y reductor de una reacción redox.  
Balancear reacciones redox por el método del ion–electrón.  
Conocer la naturaleza de los electrolitos.  
Comprender la información que brinda la energía libre de Gibbs en las reacciones químicas.

### *Capítulo 3*

Conocer los componentes y funcionamiento de una pila.  
Conocer las formas esquemáticas y convencionales de representar una pila.  
Explicitar el significado del potencial eléctrico y la forma de medirlo en una pila.  
Describir el Electrodo Estándar de Hidrógeno y su uso.  
Presentar la tabla de potenciales de hemipila, su interpretación y uso.  
Explicar el modo de cálculo de la Fem de una pila en condiciones estándar y fuera de ellas.  
Describir la forma de determinar la espontaneidad de una reacción redox en base a la relación entre su Potencial y la Energía Libre.  
Presentar la relación entre la constante de equilibrio de una reacción redox y el potencial de pila.  
Conocer las principales pilas comerciales.

### *Capítulo 4*

Esquematizar y describir los componentes de una celda electrolítica, explicar su funcionamiento y usos.  
Comprender las características de las electrólisis de sales fundidas y sus productos.  
Conocer los requerimientos para realizar la electrólisis de agua y sus productos.  
Comprender la naturaleza de las electrólisis de soluciones acuosas de electrolitos y sus productos.  
Conocer las leyes de Faraday y los cálculos relacionados a la electrólisis.

## **B) Perfil del usuario**

Alumnos de Química General e Inorgánica, asignatura de primer año de las Carreras de Ingeniería y Genética de UNNOBA. Son alumnos en su gran mayoría con 18 años de edad que tiene disponibilidad de hardware y conectividad a internet. Estos alumnos han realizado previamente un taller semipresencial de ingreso a la Universidad y han utilizado el EVEA UNNOBA Virtual. En más del 90% de los casos han finalizado los estudios de nivel medio el año anterior, aproximadamente un 50% viven en la ciudad de Junín y el resto proviene de la región del noroeste de la provincia de Bs As. Pertenecen a sectores socioculturales medios, y si bien son alumnos inscriptos a carreras tecnológicas, sus conocimientos previos sobre los ejes básicos de Física, Química y Matemática son escasos. En general manifiestan actitud y predisposición para adaptarse a los desafíos que la adaptación al ámbito universitario les exige.

## **C) Estrategias de aprendizaje**

A partir de los contenidos presentados y las actividades planteadas, se espera estimular los procesos cognitivos del alumno como memorizar, describir, explicar, relacionar, evaluar, diferenciar, calcular e identificar de manera que puedan optimizar el aprendizaje de los aspectos de la Electroquímica y las aplicaciones tecnológicas de estos contenidos.

#### **D) Organización e identificación de elementos a incorporar**

Para desarrollar las estrategias de aprendizaje de los contenidos relacionados con la Electroquímica, se pone el foco en particular en el funcionamiento de los dispositivos Pila y Celda Electrolítica y sus aplicaciones tecnológicas. La información que aborda el material educativo se estructura en capítulos que abordan los diferentes temas y se completan con un conjunto de actividades propuestas para cada tema. Se describen brevemente los aspectos considerados en cada uno de los capítulos que conforman el material educativo:

##### Capítulo 1. *Introducción (problematización)*

Se presentan los contenidos que estudia la Electroquímica, su evolución a través del tiempo y sus aplicaciones tecnológicas en la actualidad.

##### Capítulo 2. *Ideas previas*

Se realiza una revisión de los conocimientos previos del alumno necesarios para el aprendizaje significativo de los nuevos contenidos.

##### Capítulo 3. *Celda Galvánica, Voltaica o Pila*

Se incluye la descripción y funcionamiento de éstos dispositivos, el estudio de los cambios en el sistema desde el punto de vista termodinámico, el cálculo de potenciales, constante de equilibrio y la descripción de pilas comerciales.

##### Capítulo 4. *Celdas Electrolíticas*

Se describen los componentes y el funcionamiento de estas celdas con distintos electrolitos, así como también los aspectos cuantitativos vinculados al proceso.

Se decide incluir en el material digital: textos, audios, videos, figuras, presentaciones, tablas, gráficos, cuadros sinópticos, esquemas y animaciones para la producción del material.

#### **E) Elección de la herramienta de autor para la producción de material interactivo.**

Teniendo en cuenta el análisis comparativo de las 8 herramientas de autor desarrollado en el Capítulo 3, se decide utilizar EDUCAPLAY. Se trata de una herramienta Web 2.0 para la creación de actividades interactivas, fácil de usar, sencilla e intuitiva, y los materiales producidos quedarán disponibles online y pueden ser compartidos por medio de enlaces en Páginas, Blogs o Plataformas Educativas. Además, contiene tutoriales multimedia y ejemplos para cada una de las plantillas que ofrece y un procedimiento de edición muy simple y versátil que permite corregir o adaptar los materiales producidos. Presenta algunas plantillas muy útiles para usar en el nivel superior de enseñanza, tal el caso de Video Quiz, que permite crear videos a partir de otros videos o parte de ellos y transformarlos en materiales interactivos. No requiere la instalación de ningún programa, solo utiliza el plugin de Flash y un navegador de internet (Explorer, Firefox, Opera, Chrome). Además, se utilizó el programa Paint para creación de imágenes, el programa online Voice Recorder para grabación y edición de audios, los programas de Microsoft Smartart para producir esquemas y Word para procesar textos.

#### **F) Tareas de aprendizaje:**

Se propone producir material multimedia y actividades interactivas como: textos atractivos, cuestionarios, actividades de completar seleccionando o escribiendo, actividades sobre mapas

interactivos, audios, videos y animaciones con preguntas de opción múltiple, solución guiada de consignas y actividades de relacionar.

#### **G) Tiempo, lugar y contexto de aplicación**

Se dispone de un período de 15 días para utilizar el material educativo que coincide con el período de clases presenciales en el que se trabaja con la Unidad Electroquímica de la asignatura Química General e Inorgánica de la UNNOBA. El material también estará disponible para que los alumnos puedan utilizarlo durante la preparación de las evaluaciones parciales y el examen final de la asignatura.

#### **H) Requerimientos tecnológicos**

El material educativo no requiere la instalación de programas especiales y podrá ser utilizado en cualquier dispositivo con conexión a internet. Una vez instalada la aplicación, podrá utilizarse sin conexión, excepto cuando el alumno realice las actividades interactivas.

#### **I) Herramientas de evaluación**

1. Ejercicios interactivos para medir el grado de aprendizaje de cada tema, que están orientados a proveer herramientas para la resolución de consignas. Cada uno de los ejercicios tiene corrección, tratamiento del error y devolución automática por parte del sistema.
2. Actividades de autoevaluación que permiten revisar los contenidos de cada capítulo y están orientadas a la resolución de consignas. También poseen devolución por parte del sistema.
3. Actividades de aplicación de los contenidos desarrollados en el capítulo correspondiente. Se le presenta al alumno un documento con una serie de ejercicios que debe resolver y enviar por mail al tutor para su corrección.

### **4.3.3 Desarrollo**

Para confeccionar el guion instruccional, de acuerdo a las necesidades identificadas en la fase de análisis y la estructura planteada en la fase de diseño, se definieron los siguientes elementos: secuenciación de contenidos, actividades a desarrollar, metodología de evaluación y gestión de los contenidos. Se estructuraron y ajustaron las actividades de aprendizaje y de evaluación en relación a los objetivos del curso y se realizó un aprendizaje del manejo de la herramienta de autor elegida para la generación de los materiales interactivos.

En esta etapa se plantean entonces seis ítems importantes que permiten organizar el desarrollo del MEHI:

#### **A) Guion multimedia**

#### **B) Materiales interactivos**

#### **C) Evaluación**

#### **D) Sistema de gestión de contenidos**

#### **E) Esquema de navegación**

#### **E) Ficha general del material**

#### **A) Guion multimedia**

Se estructuran los contenidos que abordan cada uno de los capítulos definidos en la fase de diseño, vinculados con los contenidos mínimos de la unidad de Electroquímica de la Asignatura Química General e Inorgánica de UNNOBA. Para ello se propone el siguiente índice temático:

## **Capítulo 1. Introducción (problematización)**

- 1.1 Sistemas electroquímicos.
- 1.2 Evolución Histórica.
- 1.3 Aplicaciones tecnológicas.

## **Capítulo 2. Ideas previas: Reacciones de Oxido reducción**

- 2.1 Número de Oxidación.
- 2.2 Agentes oxidantes y reductores.
- 2.3 Balanceo de reacciones redox.
- 2.4 Electrolitos.
- 2.5 Termoquímica.

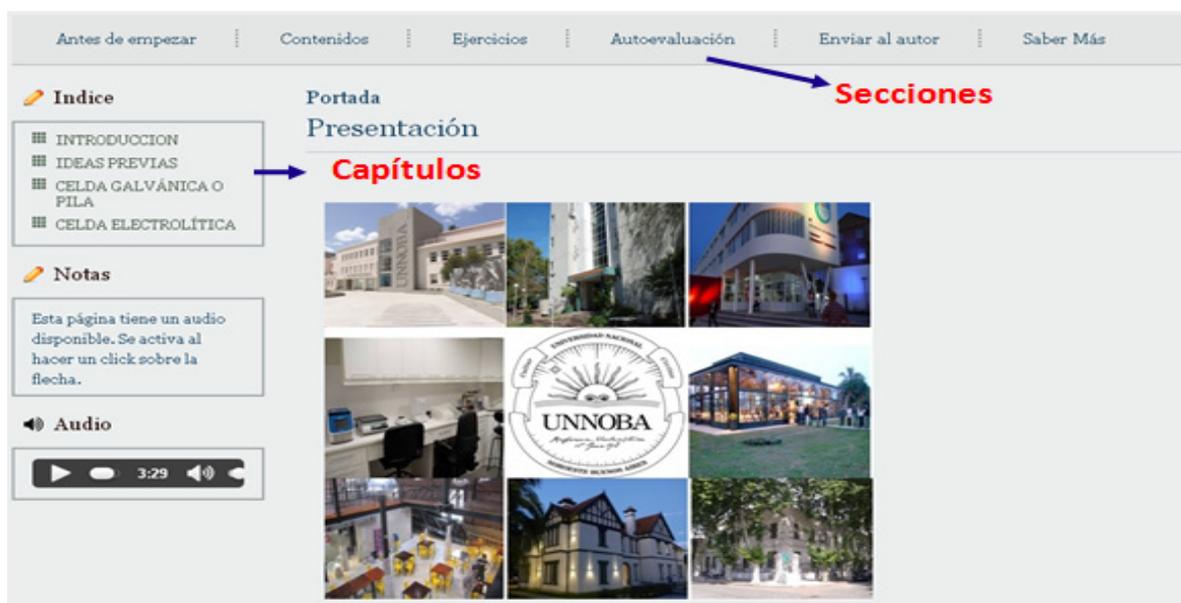
## **Capítulo 3. Celda Galvánica, Voltaica o Pila**

- 3.1 Esquema y componentes de una pila
- 3.2 Notación de pila
- 3.3 Potenciales estándar
- 3.4 Electrodo de referencia
- 3.5 Tabla de potenciales
- 3.6 Cálculo de la FEM de una pila. Ecuación de Nernst
- 3.7 La FEM y cambio de energía libre
- 3.8 La FEM y cálculo de la constante de equilibrio de la reacción redox.
- 3.9 Pilas comerciales

## **Capítulo 4. Celdas Electrolíticas**

- 4.1 Componentes y esquema de una celda electrolítica
- 4.2 Electrólisis de sales fundidas
- 4.3 Electrólisis del agua
- 4.4 Electrólisis de disoluciones acuosas de electrolitos
- 4.5 Aspectos cuantitativos de la electrólisis: Leyes de Faraday

Cada capítulo se encuentra desarrollado en 6 secciones que completan un conjunto de estrategias para ayudar al alumno en la comprensión de los temas relacionados con los temas de cada capítulo (Fig.1). Puede verse en el primer recuadro de la izquierda, los cuatro capítulos que desarrolla el material y en la parte superior, con diseño en pestañas, las seis secciones que refieren a cada uno de los capítulos. La portada cuenta también con un audio disponible, que presenta el material y se activa presionando la flecha.



**Figura 1.** Portada del MEHI.

Las secciones que acompañan a cada uno de los capítulos son las siguientes:

1. Antes de empezar
2. Contenidos
3. Ejercicios
4. Autoevaluación
5. Para enviar al tutor
6. Para saber más

En *Antes de empezar* se presentan los objetivos del capítulo que se vinculan con el tema específico que aborda

En *Contenidos* se presenta el material multimedia referido a una temática particular, considerando aspectos básicos e ideas principales.

En *Saber más* se profundizan los contenidos presentados en la sección anterior.

En *Ejercitación* se proponen diversas actividades interactivas dirigidas a proveer herramientas o metodologías que ayuden al alumno en la resolución de problemas vinculados a Electroquímica.

En *Autoevaluación* se proponen actividades que permiten al alumno medir su grado de avance en el aprendizaje del tema tratado en el capítulo.

En *Enviar al tutor* se propone una actividad de evaluación final, que integra los contenidos vistos en el capítulo y la resolución de la misma debe ser enviada al tutor asignado. A continuación se detallan los alcances de cada sección:

### **Sección 1 Antes de empezar**

Se definen los objetivos de cada capítulo, según los objetivos generales y específicos enunciados en la fase de Diseño. Se pretende mostrar al usuario, los contenidos que se proponen en la acción formativa, para orientarlo en la interacción con el material y obtener un mejor aprovechamiento del entorno. En la figura 2, se muestra la sección *Antes de empezar* del capítulo 1, donde aparecen los objetivos del capítulo 1 y resaltado, el objetivo del primer tema:

*Aplicaciones tecnológicas.*



Figura 2. Se muestra la sección *Antes de empezar* del capítulo 1.

### Sección 2 Contenidos y Sección 6 Para saber más

En la sección 2 se presentan los contenidos básicos del tema a manera de introducción y en la 6 se desarrollan o profundizan temas relacionados o se incluyen otros. Se elaboran las distintas pantallas utilizando recursos multimedia como textos, figuras, tablas, esquemas, audios y videos. Se trata de mantener la atención del alumno al revisar la información presentada y realizar actividades que permitan conocer y comprender los temas tratados. Para su implementación se utilizan los programas SmartArt, Word y Paint de Microsoft. En la Figura 3 se muestra la sección *Contenidos* del tema Balanceo de reacciones redox y en la Figura 4 se muestra la sección *Saber Más* del mismo tema, aquí se describen los pasos para aplicar el método, que habían sido enumerados en *Contenidos*, y se resuelve un ejercicio a modo de ejemplo.



Figura 3. Se muestra la sección *Contenidos* del tema *Balanceo de reacciones redox*.

Antes de empezar ··· Contenidos ··· Ejercicios ··· Autoevaluación ··· Enviar al autor ··· **Saber Más**

**Indice**

- INTRODUCCION
- IDEAS PREVIAS
  - Número de oxidación
  - Agentes oxidantes y reductores
- Balaneo de reacciones redox**
- Electrolitos
- Termoquímica
- CELDA GALVÁNICA O PILA
- CELDA ELECTROLÍTICA

**Notas**

**Audio**

**Saber Más**

### Balaneo de reacciones redox

#### Método Ion- electrón para ecuaciones redox

Apliquemos éste método para realizar el balaneo de la siguiente ecuación:

$$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl} \rightarrow \text{KCl} + \text{CrCl}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$$

Proponemos seguir los siguientes pasos:

**1a) Reconocer el agente oxidante y el reductor**

En una reacción redox, el **agente oxidante** es la entidad química que se **reduce** y el **agente reductor** es la entidad que se **oxida**. Para reconocerlos, colocamos los números de oxidación de todos los átomos de las entidades químicas que intervienen en la reacción. Será el **reductor** la entidad química que contiene el átomo que se **oxida** (es decir que su número de oxidación es menor cuando está como reactivo, que cuando está como producto). E inversamente, será el **oxidante** la entidad que contiene el átomo que se reduce, es decir disminuye su número de oxidación cuando pasa de reactivo a producto. En nuestro ejemplo:



4. Se muestra la sección *Saber Más* del tema *Balaneo de reacciones redox*.

### Sección 3 Ejercicios y Sección 4 Autoevaluación

Presentan actividades para que el alumno aplique los conceptos presentados en el capítulo y, a la vez, prepararlo para la evaluación sumativa al final de la unidad. En total se presentan 46 actividades interactivas: 11 actividades de completar texto, 6 de video quiz, 5 de relacionar columnas, 10 de mapa interactivo, 7 test y 6 presentaciones.

En particular, en la Sección *Ejercicios* se proponen actividades de completar, relacionar, video quiz, destinadas a fijar las ideas principales y brindar herramientas para realizar los cálculos habituales en los sistemas electroquímicos. En la figura 5, se muestra la sección *Ejercicios* del tema *Esquema y componentes de una pila, que* propone una actividad de completar un texto que enumera y describe los componentes de una pila. Esta actividad se complementa en la sección *Autoevaluación*.

The screenshot shows the 'Ejercicios' section of the 'Esquema y componentes de una pila' topic. The page header includes the title 'Electroquímica' and the author 'Ricardo García'. A navigation menu at the top contains 'Antes de empezar', 'Contenidos', 'Ejercicios', 'Autoevaluación', 'Enviar al autor', and 'Saber Más'. On the left, an 'Indice' sidebar lists various topics, with 'Esquema y componentes de una pila' selected. The main content area is titled 'Ejercicios' and 'Esquema y componentes de una pila'. The text describes an exercise where users complete a text about battery components by clicking on 'COMPONENTES DE UNA PILA' and selecting words from a list. It also mentions a 'COMPROBAR' button for checking answers. A link for 'COMPONENTES DE UNA PILA' is provided at the bottom.

Figura 5. Se muestra la sección *Ejercicios* del tema *Esquema y componentes de una pila*.

En tanto que en la Sección *Autoevaluación* se propone la resolución de consignas, en algunos casos guiadas, vinculadas al fenómeno electroquímico, video quiz, actividades de relacionar y mapas interactivos. Para la implementación del material de estas secciones se utiliza la herramienta Educaplay. En el ANEXO I se muestra el listado de actividades interactivas.

En la figura 6, se muestra la sección *Autoevaluación* del tema *Esquema y componentes de una pila*, donde se propone una actividad que consiste en colocar sobre el esquema de una pila el nombre de los componentes. Esta actividad complementa a la realizada en la sección *Ejercicios* del mismo tema (Fig. 5).

The screenshot shows the 'Autoevaluación' section of the 'Esquema y componentes de una pila' topic. The page header is identical to Figure 5. The navigation menu now highlights 'Autoevaluación'. The 'Indice' sidebar remains the same. The main content area is titled 'Autoevaluación' and 'Esquema y componentes de una pila'. The text describes an activity where users place the names of battery components on a diagram by clicking on 'COMPONENTES DE UNA PILA'. It mentions a 'COMENZAR' button and a feedback mechanism. A link for 'COMPONENTES DE UNA PILA' is provided. At the bottom, there are 'Atras' and 'Siguiente' navigation buttons.

Figura 6. Se muestra la sección *Autoevaluación* del tema *Esquema y componentes de una pila*.

## Sección 5 para enviar al tutor

Se proponen en total 4 evaluaciones, una por capítulo, que integran los temas incluidos en cada uno. Estas evaluaciones una vez resueltas deben ser enviadas al tutor. En la figura 7, se muestra la sección *Enviar al Tutor* del capítulo 3 *Celda Galvánica o Voltaica*. Aparece el test para completar y enviar como evaluación de este capítulo. Se muestra resaltado el ejercicio número 1 de test, que esta referido al tema en estudio: *Esquema y componentes de una pila*.

En el ANEXO II se muestran los cuestionarios con devolución al tutor.

The screenshot shows the 'Electroquímica' website header with the author's name 'Ricardo García'. A navigation menu includes 'Antes de empezar', 'Contenidos', 'Ejercicios', 'Autoevaluación', 'Enviar al autor', and 'Saber Más'. The 'Enviar al autor' section is active, displaying the title 'Enviar al autor Esquema y componentes de una pila' and 'Capítulo 3 CELDA GALVANICA O PILA'. It provides the tutor's email 'garciaricardo2010@yahoo.com.ar' and instructions to copy and paste the activity into a Word document and email it. Two exercises are listed: 1. 'Realizar el esquema de una pila...' and 2. 'Escribir la notación abreviada de las siguientes pilas: a)  $Cu^{+2}/Cu, E_0 = 0,34V$ ,  $Zn^{+2}/Zn, E_0 = 0,76V$ '.

Figura 7. Se muestra la sección *Enviar al Tutor* del capítulo 3 *Celda Galvánica o Voltaica*

El desarrollo completo del material educativo MEHI se encuentra disponible en:

<https://ricardogarciaquimica.github.io/electroquimica/>

## B) Materiales interactivos

Se citan a continuación los tipos de actividades interactivas propuestos en el MEHI.

Actividades de completar texto: destinadas a fijar contenidos principales, donde debe elegir de una lista, las palabras faltantes de un texto convenientemente seleccionado, de manera que el alumno pueda decidir por ejemplo, si *“en un cátodo se produce un proceso de...”* y están disponibles las palabras *oxidación* y *reducción*. En estas actividades, el sistema hace una devolución, indicando errores y respuestas correctas y se fija como aconsejable llegar al menos al 60% de respuestas correctas. En la figura 8, se muestra un ejercicio de completar texto. Se deben arrastrar las palabras una a una a los espacios del texto. Al clicar en Comprobar, el sistema muestra en rojo los errores y asigna un puntaje.

0 / 2 NUM. INTENTOS      100 PUNTOS      00:07 TIEMPO

En caso que una [ ] no se encuentre en condiciones [ ], ya sea porque no funciona a [ ] o la concentración de electrolitos no es [ ], entonces el cálculo del potencial de pila [ ] puede realizarse haciendo la diferencia de los [ ] estándar de [ ]. En este caso se utiliza la ecuación de La ecuación de [ ], permite calcular la [ ] de una pila en condiciones diferentes de las estándar si se conocen las [ ] de los reactivos y la [ ].

Si en una pila, las dos hemipilas difieren solo en la concentración del [ ] catódico y anódico, estamos en lo que se denomina Pila de Concentración. La semipila con el electrolito más [ ], actuará como [ ], y en más [ ], como [ ].

Palabras para completar los espacios

1M    concentraciones    temperatura  
electrodos    potenciales    FEM    25°C  
diluido    pila    electrolito    cátodo  
concentrado    estándar    NO    ánodo  
Nernst

Comprobar

educaplay  
by ADR Formación

**Figura 8.** Ejercicio de completar texto.

Videos quiz: esta es una plantilla de la herramienta Educaplay que permite transformar un video, de elemento expositivo unidireccional a material interactivo y didáctico. A partir de uno o más videos o parte de ellos se genera un nuevo video, en el que se permite intercalar preguntas durante su desarrollo, con distintos objetivos. Por ejemplo, para mantener la atención o focalizar la atención en un determinado aspecto, o verificar si el alumno tomó en consideración puntos importantes de la exposición. Las preguntas que se introducen en el video pueden tener una o varias opciones correctas, también se pueden incluir imágenes y un feedback para el alumno. En la Figura 9 se muestra un ejemplo de videoquiz en el cual puede verse la barra inferior que está por llegar al punto 1 donde se interrumpe el video y se formula una pregunta de opciones múltiples sobre el video en desarrollo. Lo mismo ocurrirá al llegar a los puntos 2,3 y 4. Al final el sistema muestra errores y aciertos y asigna un puntaje



**Figura 9.** Imagen del videoquiz utilizado en la sección *Ejercicios* del tema *Aplicaciones tecnológicas*, que muestra una animación del proceso de desalinización del agua por electrodiálisis.

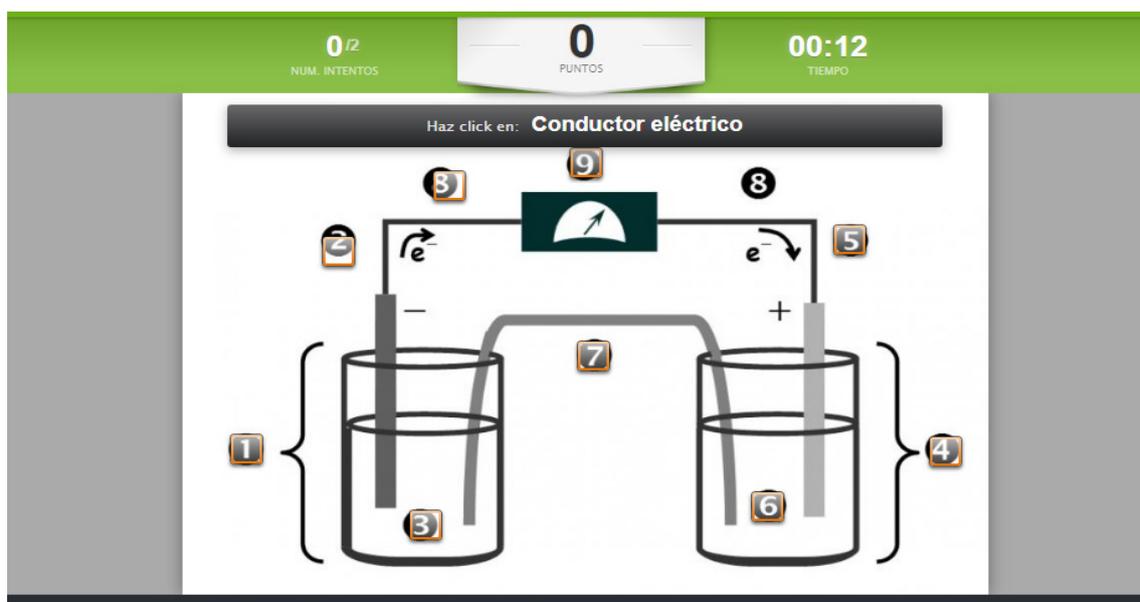
Actividades de relacionar: esta actividad consiste en relacionar palabras o textos, que además pueden incluir videos, fotos y audios. Para realizar la asociación, el alumno debe pulsar de manera consecutiva sobre los elementos a relacionar. Se utilizó en el material para relacionar el comienzo y el fin de una frase, con el objetivo de diferenciar y fijar contenidos semejantes o clasificar aplicaciones tecnológicas, entre otros. En la figura 10 se observa un ejercicio de relacionar columnas del tema *Electrólisis de disoluciones acuosas*, en la columna de la izquierda se presentan

**Figura 10.** Ejercicio de relacionar columnas del tema *Electrólisis de disoluciones acuosas*.

hemi reacciones de electrodo y a la derecha electrólisis de distintas disoluciones, se deben relacionar haciendo click sobre un elemento de la columna de la izquierda y luego el

correspondiente de la columna de la derecha. Si la relación es correcta se establece un conector verde, si es errónea quedan los elementos relacionados en rojo. Al finalizar o superar el número de intentos permitidos, se muestra la solución. En ésta plantilla es posible configurar el número máximo de intentos para establece cada relación y al final determinar si la actividad arrojó un resultado satisfactorio.

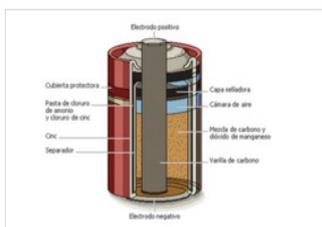
**Mapa interactivo:** esta actividad consiste en definir sobre una imagen (fotografía, mapa o esquema) una serie de puntos que deben luego ser identificados con su nombre. La actividad se puede configurar para que pueda ser resuelta de dos formas diferentes, una es que la aplicación muestre un nombre y se le asigne una posición sobre la imagen, clickeando sobre el punto correspondiente, y la otra posibilidad es escribir el nombre correspondiente al pulsar sobre cada punto de la imagen. Es posible configurar la actividad para que el alumno compruebe errores y respuestas correctas. Se ha utilizado este recurso para fijar contenidos en el tema Pilas y Celdas Electrolíticas. En la figura 11 se muestra una imagen del mapa interactivo utilizado en la sección *autoevaluación* del tema *Esquema y componentes de una pila*. La actividad consiste en asignar los nombres de los componentes de la pila, que va mostrando secuencialmente el sistema, a los puntos de la imagen que correspondan. Al finalizar se muestran aciertos y errores y asigna puntaje.



**Figura 11.** Mapa interactivo de la sección *autoevaluación* del tema *Esquema y Componentes de una pila*.

**Test:** esta actividad consiste en contestar un cuestionario. Cada pregunta puede ser construida a partir de un texto plano o acompañado de una imagen o un sonido. En este tipo de actividad se puede definir si una pregunta tiene una o más de una respuesta correcta y el porcentaje de aciertos mínimo para considerar que el test ha sido satisfactorio y el sistema realiza una devolución al alumno.

En la figura 12 se muestra una imagen del test que se utilizó en la sección *autoevaluación* del tema *Pilas comerciales*. Se presenta una imagen, una pregunta con tres opciones de respuestas, una de las cuales es correcta, que debe marcarse clickeando en el botón a la izquierda de la opción.



Responde a estas preguntas

¿Cuál es la pila representada en la figura?

- Pila seca común
- Pila alcalina
- Pila Ni/Cd
- Acumulador de Plomo

Figura 12. Imagen del test utilizado en la sección *autoevaluación* del tema *Pilas comerciales*

**Presentación:** este tipo de material se utiliza para recopilar y mostrar contenido a los alumnos de una forma organizada, didáctica y visualmente atractiva. Las presentaciones se organizan en una secuencia de diapositivas que pueden visualizarse de forma secuencial. A partir de la plantilla prediseñada de la herramienta, se pueden crear diapositivas utilizando textos, imágenes, audios y videos, así como también combinaciones de estos elementos. En particular, se ha utilizado para realizar ejercicios en forma guiada, en los cuales en la página inicial se propone la consigna y en las siguientes se muestran los pasos de resolución hasta llegar al resultado final. El alumno a medida que avanza en la resolución de la consigna puede comprobar sus resultados simplemente pasando a la página siguiente. Como ejemplo de ésta actividad pueden verse en la figura 13, cuatro pantallas sucesivas de la presentación que se uso en la sección *Autoevaluación* del tema *FEM y Energía libre*. En la primera pantalla se presenta la actividad a realizar, en las siguientes dos pantallas ayudas y en la cuarta pantalla resolución de la consigna.

### Actividad

Te proponemos determinar si las seis reacciones redox que aparecen en la tabla, van a ocurrir espontáneamente en condiciones estándar.

Reacción	Reacciona	FEM	Espontanea
$Fe^{+2} + Mg \rightarrow Fe + Mg^{+2}$			
$2Cl + Zn^{+2} \rightarrow Cl_2 + Zn$			
$Cu + Mn^{+2} \rightarrow Cu^{+2} + Mn$			
$6Br + 2Au^{+3} \rightarrow 3 Br_2 + 2 Au$			
$H_2O_2 + 2H^+ + Pb \rightarrow 2H_2O + Pb^{+2}$			
$Ni^{+2} + 2I^- \rightarrow Ni + I_2$			

Ecuaciones redox

### Ayuda 1

Para resolver ésta actividad, podemos considerar que las reacciones propuestas, son reacciones globales de pila. Sabemos que las reacciones de las pilas son espontáneas y su potencial es positivo (cambio de Energía Libre negativo). Entonces podemos escribir para éstas reacciones, las hemi reacciones catódicas y anódicas correspondientes. Conociendo el potencial de las hemi reacciones en condiciones estándar (datos de la tabla de potenciales), podemos calcular la FEM de pila realizando la diferencia del potencial catódico menos el anódico. Si el resultado es mayor que cero, la reacción será espontánea, si es menor que cero NO espontánea.

### Ayuda 2

Te adjuntamos la tabla de potenciales , necesarios para resolver la consigna.

Tabla de potenciales

$E^{\circ} \text{Fe}^{2+}/\text{Fe} = -0.44\text{V}$	$E^{\circ} \text{Mg}^{2+}/\text{Mg} = -2.36$
$E^{\circ} \text{Cl}_2/\text{Cl}^- = 1.36\text{V}$	$E^{\circ} \text{Zn}^{2+}/\text{Zn} = -0.76\text{V}$
$E^{\circ} \text{Mn}^{2+}/\text{Mn} = -1.18$	$E^{\circ} \text{Cu}^{2+}/\text{Cu} = 0.34\text{V}$
$E^{\circ} \text{Br}_2/\text{Br}^- = 1.07\text{V}$	$E^{\circ} \text{Au}^{3+}/\text{Au} = 1.50\text{V}$
$E^{\circ} \text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O} = 1.77\text{V}$	$E^{\circ} \text{Pb}^{2+}/\text{Pb} = -0.13$
$E^{\circ} \text{Na}^+/\text{Na} = -2.71$	$E^{\circ} \text{Ba}^{2+}/\text{Ba} = -2.90\text{V}$
$E^{\circ} \text{Ni}^{2+}/\text{Ni} = -0.25\text{V}$	$E^{\circ} \text{I}_2/\text{I}^- = 0.53\text{V}$

Tabla de potenciales

### Solución

Reacción	Hemi reacciones	FEM	Espontanea
$\text{Fe}^{2+} + \text{Mg} \rightarrow \text{Fe} + \text{Mg}^{2+}$	Reducción $\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$ Oxidación $\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$	$-0.44\text{V} - (-2.37\text{V}) = 1.93\text{V}$	SI
$2\text{Cl}^- + \text{Zn}^{2+} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{Zn}$	Reducción $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$ Oxidación $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$	$-0.76\text{V} - 1.36\text{V} = -2.12\text{V}$	NO
$\text{Cu} + \text{Mn}^{2+} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{Mn}$	Reducción $\text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}$ Oxidación $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$	$-1.18\text{V} - 0.34\text{V} = -1.52\text{V}$	NO
$6\text{Br}^- + 2\text{Au}^{3+} \rightarrow 3\text{Br}_2 + 2\text{Au}$	Reducción $2\text{Au}^{3+} + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Au}$ Oxidación $6\text{Br}^- \rightarrow 3\text{Br}_2 + 6\text{e}^-$	$1.50\text{V} - 1.07\text{V} = 0.43\text{V}$	SI
$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + \text{Pb} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{Pb}^{2+}$	Reducción $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ Oxidación $\text{Pb} \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^-$	$1.77\text{V} - (-0.13) = 1.90\text{V}$	SI

Figura 13. Cuatro pantallas de la presentación que se usó en la sección Autoevaluación del tema FEM y Energía libre.

### **C) Evaluación**

Se elabora material de evaluación, teniendo en cuenta el verbo principal utilizado en el objetivo que indicará el tipo de pregunta a realizar. En general los objetivos pertenecen a los niveles 1 y 2 de la taxonomía de Bloom (conocer, comprender), dado que se trata de un material que será utilizado para un primer acercamiento a la Electroquímica. En este contexto se utilizan cuestionarios de opción múltiple, verdadero/falso, completar espacios en blanco, test, videos interactivos, actividades de relacionar, mapas interactivos y problemas de resolución guiada. En estas actividades se define la puntuación y nivel de desempeño deseable (60% mínimo aprobatorio).

En la Sección *Ejercicios* las actividades tienen una devolución que sirve al alumno para evaluar su desempeño en actividades relacionadas con la resolución de consignas. En la Sección *Autoevaluación*, también se presenta una devolución relacionada en este caso con actividades de resolución de situaciones frecuentes en Electroquímica.

Además, en la *Sección Devolución al tutor*, se propone una evaluación sumativa del capítulo, que se pide sea enviada al tutor.

### **D) Sistema de gestión de contenidos**

Está basado en un gestor de contenidos estático, HTML, Javascript y JSON; carente de base de datos y lenguaje de programación compilado, no necesita procesamiento especial en servidores. Puede ser alojado en cualquier hosting gratuito, recurso compartido, CDN (content delivery network), o incluso en cualquier drive virtual como Google Drive, DropBox, etc. Es interpretado por cualquier navegador web, sin necesidad de servidores especiales y costosos. Permite la creación, edición y gestión de contenido digital multimedia a partir de un administrador web. Dispone de una plantilla con un formato predefinido que permite una carga simple del material por parte de un usuario con conocimientos básicos de Informática. El acceso al gestor se realiza generalmente a través del navegador web.

### **E) Esquema de navegación**

*Mapa de navegación y storyboard:* Organización de la pantalla: En una columna a la izquierda de todas pantallas, aparecerá el índice. En él se mostrarán los 4 capítulos del MHDI: Introducción, Ideas previas, Pila y Celda Electrolítica. Cada capítulo contiene temas o ítems que pueden visualizarse en un desplegable que aparecerá al presionar sobre el nombre del capítulo. En la parte superior de la pantalla, se mostrarán las seis secciones que configuran la plantilla de navegación: Antes de empezar, Contenidos, Para saber más, Ejercicios, Autoevaluación y Enviar al tutor. El material permite que el alumno pueda realizar una navegación libre por las distintas secciones, que puede resultarle útil cuando necesite consultar sobre un tema o actividad específica. Sin embargo, se le informa que la secuencia recomendada para recorrer Unidad Electroquímica es: Antes de empezar, luego Contenidos, seguido de Actividades y finalmente Evaluaciones. Para acceder a las pantallas es necesario en primer término seleccionar un *capítulo* del índice, haciendo click sobre el nombre capítulo y se abrirá un desplegable con los temas del capítulo. Debe seleccionarse entonces un *tema*, recién después podrá elegirse una sección haciendo click sobre el nombre de la sección. Si se sigue un camino inverso, es decir, si en primer término se selecciona una *sección* el sistema indicará error, porque no sabe a qué tema se desea ingresar. En la Figura 14, se observa que se ha seleccionado primero el capítulo,

en este caso *INTRODUCCION*, luego en el desplegable se eligió el tema *La electricidad y los procesos electroquímicos* (que aparece resaltado) y finalmente la sección en este caso *Contenidos* (resaltado).

The screenshot shows a web interface with a navigation menu at the top containing 'Antes de empezar', 'Contenidos', 'Ejercicios', 'Autoevaluación', 'Enviar al autor', and 'Saber Más'. On the left, there is a sidebar with 'Indice' and 'Notas' sections. The 'Indice' section lists: 'INTRODUCCION' (with sub-items 'Aplicaciones tecnológicas', 'Evolución histórica', and 'La electricidad y los procesos químicos'), 'IDEAS PREVIAS', 'CELDA GALVÁNICA O PILA', and 'CELDA ELECTROLÍTICA'. The main content area is titled 'Contenidos' and 'La electricidad y los procesos químicos'. It contains text explaining the electrochemical process and the roles of a 'PILA' and a 'CELDA ELECTROLÍTICA'. Below the text is a diagram with the following structure:

```

graph TD
    A[Proceso Electroquímico] --> B[Ocurre la interconversión entre las Energías Eléctrica y Química]
    B --> C[Están involucradas reacciones redox]
    C --> D[Celda Galvánica o Pila]
    C --> E[Celda Electrolítica]
  
```

**Figura 14 Navegación.** En la imagen se observa que se ha seleccionado el tema *La electricidad y los procesos químicos* (resaltado) del capítulo *INTRODUCCION* y la sección *Contenidos* (resaltado).

#### F) Ficha general del material

**Título:** Electroquímica

**Recurso:** Material Educativo Hipermedial Interactivo (MEHI).

**Área de conocimiento:** Química

**Usuarios:** Alumnos de Química General e Inorgánica, asignatura de 1er año de las carreras de Ingeniería Mecánica, Industrial, Agronómica y Licenciatura en Genética y de segundo año de Ingeniería Informática de las Escuelas de Tecnología y Ciencias Agrarias Naturales y Ambientales de UNNOBA.

**Objetivo general:** facilitar el aprendizaje significativo de contenidos de Electroquímica.

**Contenidos:** *Introducción* a los contenidos de Electroquímica, donde se exploran sus aplicaciones tecnológicas, la evolución historia de estos conocimientos y la vinculación de la electricidad y la Química. *Ideas previas* donde se abordan conocimientos previos como número de oxidación, reacciones redox y su balanceo, electrolitos y termoquímica necesarios para la comprensión de la Electroquímica, *Celda galvánica*, donde se exploran la estructura y funcionamiento y aplicaciones de éstos dispositivos y *Celda electrolítica* donde se caracterizan, se plantean las diferencias con la celda galvánica y se describen sus aplicaciones.

**Descripción general:** Consta de cuatro capítulos (*Introducción*, *Ideas previas*, *Celda Galvánica* y *Celda electrolítica*), en los cuales se desarrollan temas o ítems, cada uno de ellos se abordan en seis secciones: *Antes de empezar*, *Contenidos*, *Para saber más*, *Ejercitación*, *Autoevaluación* y *Enviar al tutor*, en los que se combinan textos, imágenes, gráficos, esquemas, audios, videos, actividades interactivas con libre navegabilidad por temas y secciones.

#### 4.3.4 Implementación

En el caso que participen varios tutores, debe realizarse una capacitación en la administración de la herramienta.

Se realizará una prueba piloto con alumnos de Química, para lo cual se convoca a los alumnos de la Asignatura Química General e Inorgánica de la Cohorte 2019 segundo cuatrimestre, comisión 2, que cursan las carreras de Ingeniería y Genética de UNNOBA, para participar en forma voluntaria. En la prueba piloto se utilizará el Material Educativo Hipermedial en evaluación, con los contenidos de la Unidad de Electroquímica, según el programa oficial vigente de la asignatura.

#### **4.3.5 Evaluación: Instrumentos de recolección de datos**

**A) Evaluación de las fases de producción:** Se elaboró un cuestionario para la evaluación de cada fase de producción del material, para ser respondido por los integrantes del equipo de producción.

- 1. Preguntas guía para la Fase de Análisis*
- 2. Preguntas guía para la Fase de Diseño*
- 3. Preguntas guía para la Fase de Desarrollo*
- 4. Preguntas guía para la Fase de Implementación*

**B) Encuesta a docentes:** Se decidió solicitar a docentes expertos en los contenidos curriculares abordados, su opinión sobre los aspectos pedagógicos, funcionales, estéticos, técnicos del MEHI, a través de una encuesta elaborada para tal fin.

**C) Encuesta a alumnos:** Se relevará la opinión de los alumnos luego de finalizada la experiencia áulica, sobre aspectos funcionales, estéticos y de usabilidad del MEHI, a través de una encuesta elaborada para tal fin.

**D) Evaluaciones con devolución al tutor:** Los alumnos realizarán las evaluaciones previstas en el MEHI que trabajarán durante la prueba piloto y enviarán la evaluación con devolución al tutor a una dirección de E mail indicada en el material.

**E) Examen parcial:** Se analizarán las producciones de los alumnos en el ejercicio correspondiente a la temática abordada por el MEHI en el segundo examen parcial de la asignatura Química General e Inorgánica. Se comparará los resultados de los alumnos que realizaron la experiencia, utilizando como grupo control los que no la realizaron.

**F) Observación participante:** Se realizará un registro de los hechos significativos que han sucedido en la experiencia áulica, teniendo en cuenta las preguntas o intervenciones que realizan los alumnos, o las situaciones dentro de los grupos cuando se disponen a discutir y resolver alguna de las actividades propuestas.

**G) Triangulación de datos:** Finalmente, una vez recolectados los datos mediante los distintos instrumentos, se lleva a cabo un análisis donde se analicen los puntos de convergencia y de divergencia entre las distintas observaciones y se intenten explicar las causas.

#### **4.4 Síntesis del capítulo**

En este capítulo se realizó la producción del Material Educativo Hipermedial Interactivo, siguiendo los lineamientos del Diseño instruccional. Se utilizó el método de ADDIE que describe las siguientes fases de producción: Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación.

En el siguiente capítulo se describe la experiencia de implementación del MEHI en un contexto educativo y las herramientas de evaluación que involucra a docentes especialistas en los contenidos del MEHI y alumnos participantes de la experiencia.

# Capítulo 5

## Capítulo 5

### 5.1 Introducción

Con el objetivo de analizar el impacto del MEHI en un contexto educativo, se propone un estudio de caso, que utiliza el material hipermedial diseñado, en una experiencia áulica que comprende cuatro clases presenciales en las cuales se aborda la Unidad Electroquímica, que es la temática desarrollada en el material educativo.

En el presente capítulo se detalla el diseño metodológico de la experiencia, los instrumentos de análisis y el modo de recolección de datos que permitirán elaborar las conclusiones.

### 5.2 Metodología

El diseño metodológico que se propone para la evaluación del MEHI consiste en la realización de una experiencia áulica, en la cual los alumnos de una comisión de la asignatura Química General e Inorgánica de UNNOBA, utilizan el material hipermedial MEHI en el contexto de una modalidad Flipped Classroom o de aula invertida. En este caso, el alumno recibe el material hipermedial previo a la clase, lo utiliza para la comprensión de los contenidos y luego en clase, realizan actividades en las cuales se involucran procesos cognitivos de mayor complejidad. En las experiencias de Flipped Classroom, es posible consolidar durante la clase presencial, con la asistencia del docente, el aprendizaje previo realizado por el alumno (Bergmann y Sams, 2012).

Para evaluar la experiencia, se propone realizar un estudio de caso en el contexto de una investigación descriptiva transversal.

Según Van Dalen y Meyer, si bien pueden definirse distintos tipos de investigación, cuando se utilizan como criterio de clasificación, el tiempo de duración o la naturaleza de la información que se recoge para responder al problema en estudio, a grandes rasgos, las metodologías de investigación pueden ser: Exploratoria, Descriptiva o Explicativa.

En este caso se aplicará una investigación descriptiva. En este tipo de investigación, se analiza en profundidad la realidad de situaciones, eventos, personas, grupos o comunidades objeto de estudio. Dentro de la Investigación descriptiva existen categorías, que no son rígidas, de manera que los estudios pueden encuadrarse sólo en una de estas áreas, o en más de una de ellas (Fig.1).



**Figura 1.** Tipos de Investigación descriptiva. Manual de técnicas de la Investigación educacional de Van Dalen y Meyer.

En esta ocasión se realizará un Estudio de caso. El objetivo de los estudios de casos consiste en realizar una indagación las reacciones, las respuestas o las consecuencias de conducta en la unidad en estudio, dentro de un marco de referencia social.

Se reúnen los datos a partir de una muestra seleccionada y se procuran extraer generalizaciones válidas sobre la población que representa la muestra. Un estudio de casos debe incluir información acerca de las personas y hechos o situaciones con los cuales entran en contacto. Se puede interrogar a los sujetos mediante entrevistas o cuestionarios.

### 5.3 Selección de la muestra

Para realizar la experiencia se seleccionó la comisión 2 de la asignatura Química General e Inorgánica en el redictado realizado durante el segundo cuatrimestre de 2019. En este curso se inscriben alumnos que no han aprobado la cursada de la asignatura en el primer cuatrimestre de 2019.

El muestreo se seleccionó respetando la distribución en comisiones establecida por la Oficina de Alumnos, que toma en cuenta la elección de la comisión realizada por el alumno, de manera que no existe un criterio adicional de selección que no sea la elección de los alumnos de acuerdo a su disponibilidad horaria. La comisión elegida, está integrada por 45 alumnos y por otro lado, se consideran otras dos comisiones, que se utilizarán como grupo control integrada por la misma cantidad de alumnos.

Por otra parte, la elección de la comisión 2 para la experiencia se debe a que es la comisión a cargo del maestrando. En esta comisión cursan alumnos de las carreras de Licenciatura en Genética y las Ingenierías Industrial, Mecánica y Alimentos.

Se les propuso a los alumnos de la comisión elegida, la posibilidad de participar en la experiencia y se les explicó la modalidad de trabajo. Los alumnos interesados en participar se inscribieron en una planilla en la que se presentaba una tabla de dos columnas en la que debían colocar nombre, apellido y mail. Luego, a los alumnos inscriptos se les envía una nota con el link del MEHI y un tutorial de uso básico que se muestra a continuación:

Hola !!!! les envío el link para que puedan acceder una aplicación sobre Electroquímica.

<https://ricardogarciaquimica.github.io/electroquimica/>

Tiene los temas divididos en 4 capítulos (ver figura abajo):

**1- Introducción:** Se presenta el tema y resalta su importancia sobre todo por la variedad de sus aplicaciones tecnológicas.

**2- Ideas Previas:** Una revisión de algunos contenidos necesarios para el aprendizaje de los nuevos conocimientos.

**3- Pila:** Aborda la estructura, funcionamiento, cálculos asociados y uso de éste dispositivo.

**4- Celda Electrolítica:** Se explica cómo funciona, sus las aplicaciones tecnológicas y los aspectos cuantitativos del proceso.

Al clicar sobre el nombre del capítulo se abre un despegable donde aparecen los temas que se desarrollan dentro del capítulo. Si se clickea sobre el tema, se puede comenzar su tratamiento entrando a cada una de las siguientes 6 secciones:

**a) Antes de empezar** se presentan los objetivos del capítulo.

- b) **Contenidos** aparece el material multimedia referido al tema, abordando aspectos básicos e ideas principales.
- c) **Saber más** se profundizan los contenidos presentados en la sección anterior.
- d) **Ejercitación** se proponen diversas actividades que ayuden a la resolución de problemas vinculados a Electroquímica.
- e) **Autoevaluación** se propone la resolución de consignas vinculadas al tema.
- f) **Enviar al tutor** se presenta una actividad de evaluación del capítulo.

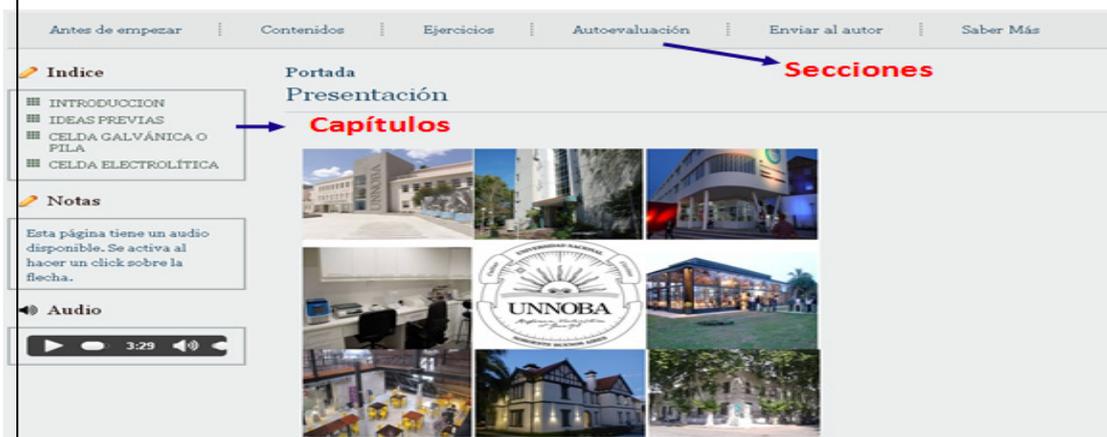


Figura: Portada del MEHI

Si bien la navegación es libre, es conveniente ir de los capítulos 1 al 4 y dentro de las secciones: la primera **antes de empezar**, luego las secciones de **contenidos**, después **ejercicios** y **autoevaluación** y finalmente **Enviar al tutor** (ésta actividad la envían al mail que se muestra en ella)

La idea es que trabajen con la aplicación y luego en clase, cuando se trate la Unidad 10 Electroquímica, vamos a realizar actividades que suponen haber trabajado con éste material de estudio. Esta es una prueba piloto de éste material que es parte de una tesis, de la que se pretende verificar resultados. En las próximas clases, podrán consultarme sobre dudas que puedan surgirles durante el uso del material.

Les envío también una **encuesta**, para que contesten al final de esta experiencia. Deben enviarla al mismo mail que envían la evaluación con devolución al tutor. No les demandará mucho tiempo y permitirá evaluar la aplicación, gracias por su colaboración.....

Saludos, Ricardo

Además, se les pidió a los alumnos participantes de la experiencia, datos personales a fin de verificar si el grupo es homogéneo en cuanto a su composición por edades, género, nacionalidad, escuela de procedencia (pública-privada y orientación seguida en el secundario), hábitos digitales y acceso a dispositivos, características que serán consideradas a la hora de interpretar el impacto del material.

El grupo que participó de la experiencia estuvo conformado por 30 alumnos. En tanto que se tomaron 30 alumnos de cada una de las comisiones del grupo de control.

Para la evaluación del MEHI se decidió incluir a docentes expertos en los contenidos curriculares abordados, para que manifiesten su opinión en relación a los aspectos pedagógicos, funcionales, estéticos y de usabilidad del MEHI. Para ello se les envía a los docentes de Química de UNNOBA o vinculados a la Universidad, una nota vía mail solicitándole su participación y en caso de aceptar se les envía otra nota con el link del MEHI y un tutorial básico de uso. A continuación, se muestran ambas notas remitidas a los docentes:

Estimado docente:

Dentro del plan de tesis de la Maestría en “Tecnología Informática Aplicada en Educación (TIAE)”, que estoy desarrollando se elaboró un Material Educativo Hipermedial Interactivo (MEHI) sobre el tema Electroquímica. Quiero invitarlo a Ud., si le es posible, a participar en una prueba de evaluación, que consiste en navegar el material producido y luego manifestar su opinión completando una breve encuesta. Si estima posible su participación, rogaría me envíe su conformidad y le hago llegar un link, desde donde podrá bajar el material y la encuesta. Quedo a su disposición por si necesita realizar alguna consulta adicional. Desde ya muchas gracias. Lo saludo atentamente.

Ricardo García  
Profesor Adjunto UNNOBA

Estimado docente:

En respuesta a su mensaje de aceptación, que desde ya agradezco, para utilizar el material educativo MEHI y realizar una devolución a través de una breve encuesta, le envío el link para poder acceder al material.

<https://ricardogarciaquimica.github.io/electroquimica/>

La aplicación trata el tema **Electroquímica**, que es una de la Unidades de la Asignatura Química General e Inorgánica, de la cual soy docente.

En la pantalla de presentación de la aplicación (ver figura abajo), aparece el Índice con los cuatro capítulos propuestos:

**1- Introducción:** Presenta el tema Electroquímica y resalta su importancia por la **variedad** de sus aplicaciones tecnológicas.

**2- Ideas Previas:** Una revisión de contenidos necesarios para el aprendizaje de nuevos conocimientos.

**3- Pila:** Aborda la estructura, funcionamiento, cálculos asociados y uso de este dispositivo.

**4- Celda Electrolítica:** Explica cómo funciona, las aplicaciones tecnológicas y los aspectos cuantitativos del proceso.

Al clicar sobre el nombre del capítulo se abre un despegable donde aparecen los temas que se desarrollan dentro del capítulo. Se debe clicar el tema a seleccionar, y luego se puede comenzar su tratamiento entrando a cada una de las 6 secciones siguiendo la secuencia: **TEMA** y **LUEGO** la **SECCION** elegida. Las secciones son:

**a) Antes de empezar** se presentan los objetivos del capítulo.

**b) Contenidos** se presenta el material multimedia referido al tema seleccionado, abordando aspectos básicos e ideas principales.

**c) Saber más** se profundizan los contenidos presentados en la sección anterior.

**d) Ejercitación** se proponen diversas actividades interactivas dirigidas a proveer herramientas o metodologías que ayuden al alumno en la resolución de problemas vinculados a Electroquímica.

**e) Autoevaluación** se proponen actividades que permiten al alumno medir su grado de avance en el aprendizaje del tema tratado en el capítulo.

**f) Enviar al tutor** se presenta una actividad de evaluación final de los contenidos vistos en el capítulo. La actividad resuelta debe ser enviada al tutor

En la figura debajo de este texto, puede verse la portada del MEHI. En el recuadro de la izquierda, se muestra el índice con los cuatro capítulos. Arriba, con diseño en pestañas, se muestran las seis secciones. La portada tiene un audio disponible, que presenta el material y se activa presionando la flecha.



**Figura :** Portada del MEHI.

Es muy importante su opinión sobre la aplicación, a través de la encuesta que le remito, y desde ya agradezco su tiempo. Muchas gracias y cordiales saludos

Prof. Ricardo García.

Participaron del estudio 7 docentes. Seis de ellos docentes de la asignatura: dos Profesores adjuntos, dos JTP y dos Ayudantes diplomados y además una ex docente de la asignatura que actualmente se desempeña como capacitadora en la enseñanza de las Ciencia de la Dirección de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires.

#### 5.4 Instrumentos de recolección de datos

Se realiza una evaluación de las fases de producción del material hipermedial a través de un cuestionario. Además, se realizan encuestas a los alumnos que utilizaron el MEHI en el contexto de la experiencia de Flipped Classroom y encuestas a docentes expertos en contenidos de Química que aceptaron revisar el material. Se incluyen en la evaluación los test con devolución al tutor que se proponen para cada capítulo del MEHI. Se desempeñarán como tutores: el profesor adjunto de la comisión que es el maestrando y dos JTP. Además, se evaluarán los resultados del examen parcial que incluye los temas del HEMI en alumnos que usaron el

material en relación al grupo control que no lo utilizó. Se incluyen también, los datos recabados por los tutores en la observación participante realizada durante la experiencia áulica y un análisis comparativo de los datos obtenidos con todos los instrumentos de recolección de datos. El diseño de los instrumentos de recolección de datos, se muestra en la tabla de la Fig.2.

Instrumento	Evaluadores	Momento aplicación	Grupo control
1) Evaluación fases de Producción	producción del MEHI	Antes de la experiencia	No
2) Encuesta	Docentes Expertos	Durante la experiencia	No
3) Encuesta	Alumnos	Luego de la experiencia	No
4)Evaluaciones con devolución al tutor	Tutores	Durante la experiencia	No
5) Examen Parcial	Docentes	Luego de la experiencia	Si
6) Observación participante	Tutores	Durante la experiencia	No
7)Triangulación de datos	producción de MEHI	Luego de la experiencia	No

**Figura 2.** Instrumentos de recolección de datos

## 5.5 Descripción de los Instrumentos de recolección de datos

### A) Evaluación de las fases de producción

Como se indicó en el Capítulo 2, para la producción del MEHI se siguió el modelo de ADDIE de diseño instruccional. El nombre del modelo es un acrónimo con las iniciales de las fases de producción que el modelo propone: Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación. Se elaboró un cuestionario para la evaluación de cada una de las fases de producción del material, a continuación se citan, a modo de ejemplo, un par de preguntas de cada fase:

#### 1. Fase de Análisis

¿Se han identificado las necesidades, oportunidades, debilidades de la propuesta?  
 ¿Ha sido preciso y completo el examen de las características de los usuarios del programa?

#### 2. Fase de Diseño

¿Corresponden los contenidos del curso con las necesidades identificadas en la fase previa?  
 ¿Corresponden las estrategias de aprendizaje a los objetivos planteados?

#### 3. Fase de Desarrollo

¿Es amigable el ambiente en línea de aprendizaje? ¿Es motivador?  
 ¿Son válidos y confiables los instrumentos de evaluación?

#### 4. Fase de Implementación

¿Es adecuado el ambiente de aprendizaje en línea?  
 ¿Provee orientación, consejo, y soporte al participante?

### B) y C) Encuestas

El objetivo de estos instrumentos es recabar información acerca del MEHI de parte de alumnos que participan de la experiencia de uso del material y de docentes especializados en Química General, que se seleccionaron de acuerdo a lo descrito en punto 5.3 *Selección de muestra*.

Gorga, Madoz y Pesado (2003) proponen, utilizar instrumentos diferenciados tanto para alumnos como para docentes para evaluar modalidad, seguimiento o aspectos técnicos, fijando como momento adecuado para desarrollar la evaluación, el posterior a la utilización del software.

Las encuestas se envían vía mail a los participantes que aceptaron ser incluidos en la experiencia y la devolución, también se realiza por la misma vía.

Se incluyen en las encuestas *preguntas abiertas* con el fin de lograr una mejor comprensión del funcionamiento del material hipermedial. En el caso de los alumnos se solicita que mencionen *inconvenientes durante el uso, aspectos a destacar y sugerencias* y en el caso de los docentes, además, preguntas abiertas vinculadas al *contexto de enseñanza aprendizaje* en el que el material puede ser útil.

También se incluyen en la encuesta *preguntas cerradas* tipo Lickert. Las encuestas con escalas Lickert son instrumentos psicométricos muy utilizados para la medición en Ciencias Sociales, que consisten en un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones o juicios, ante los cuales se pide la reacción de los participantes. Se les solicita que elijan una categoría de una escala ordenada y unidireccional, para cada uno de los ítems presentados (Bertan, 2008).

Los ítems pueden ser favorables o positivos o desfavorables o negativos, y este dato es importante para codificar las alternativas de respuesta. Luego las puntuaciones se suman, se trata por tanto, de una escala aditiva (Hernández Sampieri, 2010).

En las preguntas cerradas se consulta sobre temas funcionales, estéticos y de usabilidad del MEHI para los alumnos y además, temas pedagógicos vinculados al contexto de uso para el caso de los docentes.

En el Anexo IV, se muestran tablas con las preguntas abiertas y cerradas de la encuesta para alumnos y los indicadores a evaluar en cada caso.

Las encuestas se realizaron tomando como referencia, entre otros trabajos consultados, las tesis de Maestría en TIAE de Nóbile (2014), y Laura del Río (2017) y el trabajo para evaluación de un materia digital con contenido de Biología de Martorelli, Martorelli, y Sanz (2014).

Se espera que el análisis de las encuestas realizadas a docentes y alumnos permita dar respuesta a las preguntas de investigación 5 y 6, presentadas en el capítulo 1 de esta tesis, que son las siguientes:

- 1 ¿Cuál es la evaluación que realiza la Psicología Cognitiva y el diseño Instruccional sobre las habilidades cognitivas involucradas en el uso los materiales hipermediales educativos?
- 2 ¿Cuáles son los antecedentes de materiales educativos hipermediales aplicados a la enseñanza de la Química?
- 3 ¿Cuáles son los principales aspectos en consideración para optimizar la calidad en la producción de esos materiales educativos digitales?
- 4 ¿Cuáles son las herramientas de autor más útiles en el diseño y producción de estos materiales?
- 5 ¿Cuál es el marco de evaluación más apto para determinar el impacto de su utilización en un contexto educativo?

6 ¿Cuál es el impacto de estos materiales en un contexto real de enseñanza aprendizaje?

#### **D) Evaluaciones con devolución al tutor**

Los alumnos realizarán las evaluaciones previstas en el MEHI que trabajarán durante la prueba piloto y enviarán la evaluación con devolución al tutor a una dirección de E mail que se consigna en el material. Se propone un total de cuatro evaluaciones, una por capítulo, que abordan los temas desarrollados en cada uno.

#### **E) Examen parcial**

Todos los alumnos que cursen el redictado en el segundo cuatrimestre de 2019 que deban rendir el Examen Recuperatorio del segundo parcial, deberán resolver una consigna correspondiente a los temas tratados en la Unidad 10 Electroquímica. Se analizarán las producciones de los alumnos en relación al ejercicio correspondiente que propone el MEHI, aportando una clasificación en función de los logros, los errores cometidos y los instrumentos puestos en juego.

Se compararán los resultados de los alumnos que realizaron la experiencia con los resultados obtenidos por los grupos de control.

#### **F) Observación participante**

La observación es uno de los instrumentos más comunes en el contexto de la investigación pedagógica cualitativa. Según Aragón Jimenez.2010, este instrumento permite obtener información general del funcionamiento y de la actuación de los individuos en un ambiente determinado y registrar y asignar un significado a lo percibido de acuerdo con el contexto.

Según Hernández Sampieri et al., 2010, a diferencia de la observación cuantitativa donde se utilizan formatos o formularios de observación estandarizados y preparados previamente, en la observación participante no se utilizan registros estándar. A medida que se avanza en el proceso de observación, el investigador va teniendo más en claro en qué elementos enfocarse y los datos relevantes a consignar en el informe.

Se utiliza la técnica de registro anecdótico, que Aragón Jiménez (2010) define como registros de un segmento específico de la realidad, que consiste en tomar nota de los incidentes críticos, es decir, de los hechos significativos que han sucedido en la situación analizada, con el mayor cuidado para no recoger más que los sucesos exactos, sin incorporar opiniones o juicios.

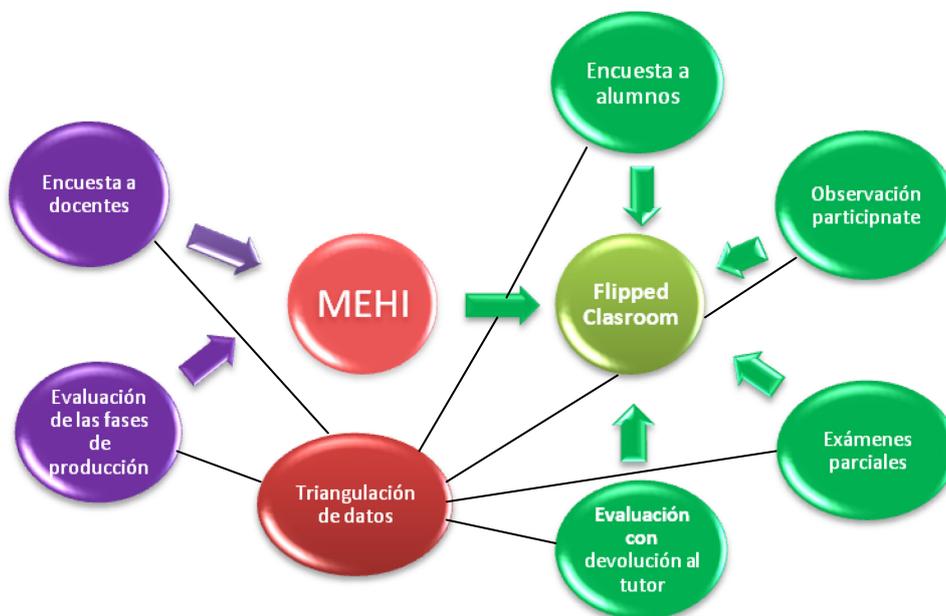
Para realizar estos registros, se tienen en cuenta las preguntas o intervenciones que realizan los alumnos, o las situaciones dentro de los grupos, cuando se disponen a discutir y resolver alguna de las actividades propuestas. El registro de estos diálogos permite describir las estrategias que ponen en juego los alumnos en relación a la experiencia en desarrollo.

#### **G) Triangulación de datos**

Finalmente, una vez recolectados los datos mediante los distintos instrumentos, se lleva a cabo un análisis en el cual se entrecrucen los distintos resultados, se analicen los puntos de convergencia y de divergencia entre las distintas observaciones y se intenten explicar las causas.

Se espera que los resultados no resulten divergentes, pero sí complementarios. Se cree que la implementación de diversas estrategias e instrumentos proporcionará una mirada completa del caso en estudio y una comprensión profunda de lo acontecido.

En la figura 3 se muestra en violeta las herramientas de evaluación aplicadas al MEHI y en verde las que evalúan al MEHI en contexto educativo.



**Figura 3.** Esquema que muestra el uso del MEHI en un contexto educativo y las evaluaciones realizadas. (Elaboración propia)

### 5.6 Síntesis del capítulo

En este capítulo, se presentó la metodología de análisis del estudio de caso con la que se abordan las preguntas de investigación de impacto del material producido. Se trata de una metodología cuali-cuantitativa que involucra la implementación de diversos instrumentos de recolección de datos: encuestas a estudiantes que participan de la experiencia áulica; encuestas docentes; observación participante; análisis de producciones escritas de los alumnos en las evaluaciones parciales; producción de los alumnos en los test propuestos al finalizar cada capítulo de MEHI y la triangulación de datos obtenidos, de manera que con todos estos elementos se pueda comprender en mayor profundidad los hechos, complementando los distintos puntos de vista de los actores participantes.

En el próximo capítulo, se relata el desarrollo de la experiencia, la recolección de datos obtenidos y su interpretación.

# Capítulo 6

## Capítulo 6

### 6.1 Introducción

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos de la evaluación del material educativo realizado en esta tesis, analizando cada una de las fases de producción del material. La evaluación realizada se ha nutrido de la opinión de docentes expertos convocados al efecto, de la encuesta a los alumnos que utilizaron el material, de los datos obtenidos en la observación participante en la experiencia áulica de Flipped Classroom en las que se utilizó el MEHI, las evaluaciones con devolución al tutor propuestas en el MEHI, las producciones de los alumnos en los temas de Electroquímica en el segundo parcial de la asignatura donde se usó el material educativo, la observación participante de la experiencia áulica y la triangulación de los datos obtenidos en las diferentes herramientas de evaluación.

Se presenta a continuación el análisis de los datos obtenidos y su interpretación.

### 6.2 Datos obtenidos con las herramientas de evaluación.

#### 6.2.1 Evaluación de las fases de producción

Se analizó la actividad realizada en cada una de las fases de producción del material, basada en el modelo de ADDIE, dando respuesta a las preguntas planteadas en el capítulo 5 para cada fase:

##### *Fase de Análisis*

1. *Los datos recogidos para realizar el análisis: ¿Son precisos y completos? ¿Han sido considerados por su relevancia para realizar la propuesta?*

Las capacitaciones en docencia y el cursado de la maestría TIAE, aportaron conocimientos para poder analizar las posibilidades de uso de tecnología informática con fines pedagógicos, incluido el caso de la enseñanza de las Ciencias. Con éste marco teórico, la actividad por más de 12 años como docente Universitario en la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA) y otras Universidades Nacionales, aportaron el campo de aplicación de esos aprendizajes que, permitiendo la interacción entre la teoría y la acción, posibilitó el relevamiento de datos precisos para realizar la propuesta de intervención pedagógica.

2. *¿Se identificaron todos los recursos necesarios? ¿Fueron adecuados para apoyar la propuesta?*

Los recursos de hardware, software y conectividad a internet fueron adecuados para realizar el MEHI y su utilización en el contexto educativo, permitió desarrollar la tesis tal como se había previsto en el plan.

3. *¿Tiene suficiente justificación para que los que deben tomar decisiones aprueben el proyecto instruccional?*

En lo que refiere a la enseñanza de la Química, que reúne contenidos abstractos difíciles de abordar, es posible facilitar el aprendizaje con la incorporación de materiales hipermediales, en particular para alumnos de asignaturas del primer año de las carreras tecnológicas como las Ingenierías Mecánica, Industrial, Agronómica e Informática, que no tienen a la Química como eje temático.

4. *¿Se ha tomado una decisión clara, junto con un compromiso institucional para que se lleve adelante el proyecto?*

El proyecto se ha realizado en el marco de una tesis de la maestría TIAE, que se dictó para docentes de UNNOBA dentro de un acuerdo entre la Facultad de informática de UNLP y UNNOBA, ambas instituciones consideraron relevante la propuesta.

5. *¿Se han identificado las necesidades, oportunidades y debilidades de la propuesta?*

UNNOBA ha comenzado el desarrollo de un proceso que permitirá ofrecer cursadas de materias de grado con la modalidad semipresencial. El tipo de material hipermedial desarrollado en esta tesis, puede ser útil en ese proceso. Este tipo de materiales digitales requiere de la capacitación de los docentes que se desempeñen como tutores de la modalidad semipresencial.

6. *¿Ha sido preciso y completo el examen de las características de los usuarios del programa?*

Los usuarios del programa son en principio los alumnos de la asignatura Química General e Inorgánica de UNNOBA. En sucesivas cohortes hemos estudiado las debilidades y fortalezas en cuanto a la capacidad de aprendizaje de los alumnos. Además, el Departamento de Alumnos de UNNOBA, analiza anualmente, con cada ingreso, las características de la población en cuanto a ciudad de origen, edad, escuela de la que proviene, etc.

7. *¿Son los datos relacionados a las necesidades de aprendizajes precisos y completos?*

La unidad temática elegida para desarrollar el material hipermedial fue *Electroquímica*. Se trata de una unidad con contenidos muy vinculados a desarrollos tecnológicos de relevancia para alumnos de carreras como las Ingenierías Mecánica e Industrial. En el material se abordan los sistemas electroquímicos, realizando una descripción, fundamento de su funcionamiento, cálculos vinculados al proceso y aplicaciones tecnológicas.

#### *Fase de Diseño*

1. *¿Corresponden los contenidos del material con las necesidades identificadas en la fase previa?*

Los contenidos se organizaron en cuatro capítulos, en el primero se introduce el tema, tratando que el alumno comprenda la naturaleza y la importancia de la Electroquímica, en el segundo se realiza a manera de revisión, el tratamiento de contenidos previos requeridos, y por último en los capítulos tres y cuatro se abordan los sistemas electroquímicos: Celdas galvánicas y electrolíticas.

2. *¿Corresponden las estrategias de aprendizaje a los objetivos planteados?*

Por tratarse de un primer acercamiento al tema Electroquímica dirigido a alumnos de primer año de carreras de Ingeniería, al definir los objetivos se utilizaron los verbos que involucran operaciones cognitivas de menor complejidad según la taxonomía de Bloom, tales como: conocer, comprender, calcular, identificar, explicar. Para ello se utilizaron textos, animaciones, figuras, esquemas, cuadros sinópticos, actividades interactivas y audios.

3. *¿Es probable que los materiales faciliten el cumplimiento de los objetivos?*

Hay antecedentes sobre la utilidad de los materiales hipermediales interactivos de calidad, en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Para la producción de este material se han seguido los

lineamientos recomendados por las Teorías del aprendizaje con utilización de materiales multimedia, como la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia, la Teoría Situativa y la Teoría de la Carga Cognitiva. Además, la producción del material se realizó según la propuesta de Diseño instruccional, siguiendo el modelo de ADDIE.

#### *4. ¿Es adecuado el tiempo asignado para trabajar con el MEHI?*

Se ha asignado un período de tres semanas para trabajar con el MEHI, la primera semana los alumnos trabajan el material fuera de clase, en las siguientes dos semanas siguen trabajando el material pero se desarrollan las cuatro clases presenciales en las que se aborda el tema, en un contexto de Flipped Classroom. Este período de 15 días, con cuatro clases presenciales, es el tiempo asignado a la mayoría de las unidades de la asignatura.

#### *5. ¿Corresponde el plan de evaluación del proceso a los objetivos esperados del programa?*

Se proponen evaluaciones con devolución al tutor, una por capítulo (cuatro evaluaciones), que cubren todos los temas desarrollados, que incluyen actividades del tipo de las utilizadas en el MEHI, con intenciones de integración y fijación de aprendizajes.

#### *Fase de Desarrollo*

##### *1. ¿Corresponden los materiales de aprendizaje y el plan de actividades a las necesidades y especificaciones formuladas en la fase previa?*

El desarrollo se realizó teniendo en foco a los contenidos de la asignatura Química General e Inorgánica en el capítulo Electroquímica, los destinatarios que son los alumnos de UNNOBA, los lineamientos del diseño instruccional para producción de materiales educativos digitales, los objetivos pedagógicos de mejorar el aprendizaje y los propios de la institución para avanzar en un proyecto de modalidad a distancia.

##### *2. ¿Es amigable el ambiente en línea de aprendizaje? ¿Es motivador?*

Se trabajó para crear un entorno audiovisual atractivo. Se incluyó el tratamiento de conocimientos previos que faciliten el aprendizaje de lo nuevo, se contextualizó el tema indicando sus aplicaciones tecnológicas, se propusieron dos niveles de complejidad de los desarrollos teóricos, se incorporaron actividades interactivas para transformar al usuario en sujeto activo y evaluaciones con devoluciones on line.

##### *3. ¿Son válidos y confiables los instrumentos de evaluación?*

Para la evaluación de aprendizajes se utilizaron dos sistemas. Uno la autoevaluación, a través de actividades interactivas en las que el sistema le hace una devolución en base a los resultados producidos y la otra un cuestionario con devolución al tutor por cada capítulo, en los que se abordan los temas tratados a modo de integración y fijación.

##### *4. ¿Son adecuados los tiempos asignados a las actividades del MEHI?*

Se asignan al uso del material, tres semanas. La primera semana previa a las clases presenciales y las siguientes dos semanas durante las clases presenciales. Este el tiempo medio que se asigna, tradicionalmente, al tratamiento de cada una de las unidades de la asignatura.

### Fase de Implementación

#### 1. ¿Es adecuado el ambiente de uso del material en el contexto educativo?

La incorporación del MEHI, debería ser superadora en relación al texto plano utilizado habitualmente para introducir los temas.

#### 2. ¿Es fácil y accesible la matriculación a la propuesta?

Con el link que se les envía a los participantes se puede acceder al material y a todas sus actividades de manera simple.

#### 3. ¿Provee el tutor orientación, consejo, y soporte al participante?

El tutor, además de evaluar y realizar devolución de las actividades que realizan los alumnos, contesta dudas, sugerencias o dificultades que pudiesen tener los alumnos.

#### 4. ¿Son eficaces los modos de promoción y ofrecimiento del material?

El material se ofrece a los alumnos durante la cursada y se les solicita que completen una tabla donde indican nombre, apellido y mail.

#### 5. ¿Son los agentes seleccionados para la evaluación los más apropiados para este proyecto de diseño instruccional?

Se incluyeron como evaluadores del proyecto docentes que realizan la experiencia áulica de uso, alumnos usuarios y docentes expertos en los contenidos abordados convocados al efecto, a través de distintos instrumentos como encuestas y evaluaciones.

### 6.2.2 Encuesta a docentes

Esta encuesta (que puede verse en el ANEXO III), fue remitida vía mail a siete docentes que habían aceptado su participación en la evaluación del MEHI. Seis de ellos son docentes de la asignatura: dos Profesores adjuntos, dos JTP y dos Ayudantes diplomados y además una ex docente de la asignatura que actualmente se desempeña como capacitadora en la enseñanza de la Ciencia de la Dirección de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires.

La encuesta utilizada tiene preguntas abiertas y cerradas, como puede verse en el esquema de la Figura 1.



Figura 1. Esquema de la encuesta a docentes

### 6.2.2.1 Preguntas cerradas

Las preguntas cerradas se organizan en dos bloques, el primero aborda *Aspectos Técnicos y Estéticos* del MEHI y el segundo bloque se refiere a *Aspectos Didácticos*. Se utilizó un cuestionario tipo Lickert, de manera que para cada pregunta se debe optar entre las siguientes opciones: Muy bueno/Bueno/Regular/Malo. Para realizar una interpretación cuantitativa de los resultados de las preguntas cerradas, se asignó puntajes a las respuestas a saber: Muy bueno 4/Bueno 3/Regular 2/Malo 1. El resultado de la tabulación de las preguntas cerradas formuladas a los docentes se muestra en el ANEXO IV.

#### A) Valoración de los *Aspectos Técnicos y Estéticos*

Datos obtenidos

En el bloque de *Aspectos Técnicos y Estéticos* se incluyeron 11 preguntas, 6 referidas a Aspectos Operativos y 5 preguntas destinada a la evaluación del Entorno Audiovisual.

A partir del puntaje asignado a cada opción de respuesta posible y teniendo en cuenta que se recibieron 7 encuestas, el puntaje máximo posible para este bloque es de 308 puntos. Se obtuvieron 283 puntos que corresponde al 92% de los puntos posibles ( $283/308 = 92\%$ )(Fig. 2).



**Figura 2.** Puntos obtenidos en la evaluación de Aspectos Técnicos y Estéticos en la encuesta a docentes y el porcentaje respecto del puntaje máximo posible.

Para realizar el análisis particular se retoman las preguntas incluidas en la encuesta que para la evaluación de los **Aspectos técnicos** que son las siguientes:

1. Facilidad para instalar y desinstalar el material.
2. Velocidad de acceso a la aplicación y sus actividades.
3. Facilidad de navegación.
4. Nivel de orientación del usuario en el material.
5. Nivel de ayuda para operar el material.
6. Capacidad de utilizar el material sin conocimientos de informática.

Y para el **Entorno audiovisual**:

7. Organización de pantallas.
8. Tipo y tamaño de letra.
9. Uso del color y contraste.
10. Calidad de audios, videos, figuras.

11. Calidad de actividades interactivas.

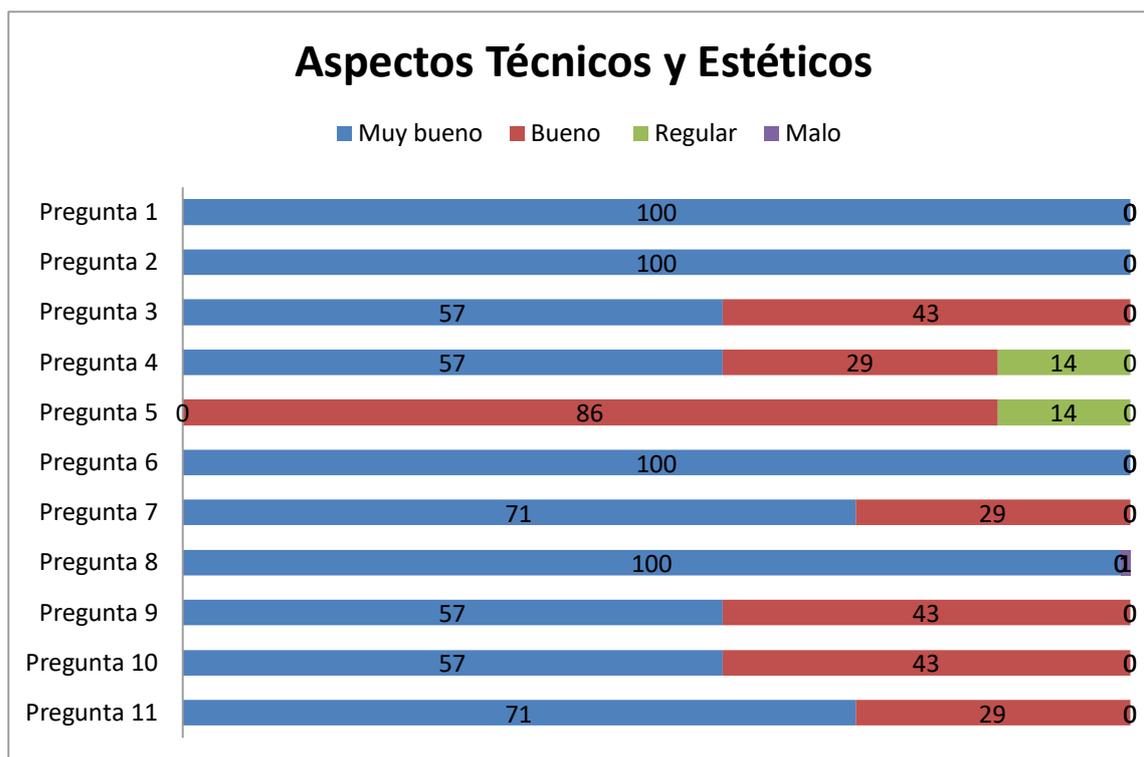
En las figuras 3 y 4 se muestran las tablas de frecuencias y porcentajes respectivamente, de las cuatro opciones posibles de respuesta a las preguntas cerradas del bloque Aspectos técnicos y estéticos en la encuesta a docentes. En la figura 5 se representan los porcentajes de respuestas para las cuatro opciones posibles incluyendo los datos de las 7 encuestas.

Respuestas ↓	Preguntas										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Muy bueno	7	7	4	4	0	7	5	7	4	4	5
Bueno	0	0	3	2	6	0	2	0	3	3	2
Regular	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Malo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Figura 3.** Tabla de *frecuencias* de las opciones de respuesta a las preguntas cerradas del bloque de Aspectos Técnicos y Estéticos en la encuesta a docentes.

Respuestas ↓	Preguntas										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Muy bueno	100	100	57	57	0	100	71	100	57	57	71
Bueno	0	0	43	29	86	0	29	0	43	43	29
Regular	0	0	0	14	14	0	0	0	0	0	0
Malo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Figura 4.** Tabla de *porcentajes* de las opciones de respuesta a las preguntas cerradas del bloque de Aspectos Técnicos y Estéticos en la encuesta a docentes.



**Figura 5.** Porcentaje de respuestas obtenidas a las cuatro opciones posibles para cada pregunta cerrada del bloque para evaluar Aspectos Técnicos y Estéticos de la encuesta a docentes.

#### Análisis de los datos obtenidos

De las primeras seis preguntas sobre *Aspectos Técnicos*, cuatro de ellas referidas a *instalación, velocidad, navegación y capacidad de utilizar el material con conocimientos básicos de informática*, el 100% de las respuestas de los docentes se distribuyen entre las opciones Muy bueno y Bueno. En la pregunta cuatro, sobre *orientación del usuario en el material*, las respuestas tienen más dispersión, pero se mantiene un 57% de Muy bueno y en la pregunta 5 sobre el *nivel de ayuda para operar el material* el 86 % asigna la respuesta Bueno.

Luego vienen cinco preguntas referidas al *entorno audiovisual*, como *organización de pantallas, letra, color y contraste, audios, videos, figuras y actividades interactivas*. En todas ellas, la respuesta Muy bueno supera el 50% de las opciones elegidas.

#### B) Valoración de Aspectos didácticos

Este bloque de la encuesta a docentes incluye dos partes, la primera orientada a que el evaluador detecte habilidades cognitivas puestas en juego en la gestión del material, para lo cual a manera de encuesta cerrada, se listan una serie de habilidades que debe marcar si la considera presente. En la figura 6 se muestra en la columna *frecuencias*, el número de docentes que eligió la opción y en la siguiente columna el *porcentaje* de encuestados que eligió cada opción.

Habilidades cognitivas	Frecuencias	Porcentajes
Comprensión/ Interpretación	7	100
Memorización/ Evocación	7	100
Comparación /Relación	4	57
Análisis /Síntesis	2	29
Razonamiento inductivo (particular a general)	2	29
Razonamiento deductivo (general a particular)	2	29
Cálculo /Resolución de problemas	7	100
Imaginación/ Creación	0	0
Planificación/Organización	2	29
Exploración/Experimentación	0	0
Expresión (verbal, escrita, gráfica)	7	100
Desarrollo psicomotriz	0	0

**Figura 6.** Habilidades cognitivas que se ponen en juego en el material según consideración del evaluador

La segunda parte del bloque de Aspectos didácticos consiste en trece preguntas cerradas destinadas a evaluar los recursos didácticos utilizados en el MEHI, son preguntas con cuatro opciones de respuesta: *Muy bueno/Bueno/Regular/Malo*. Para tabular esta parte de la encuesta se asignó puntaje a las respuestas con el mismo criterio utilizado en el bloque anterior (Muy bueno 4/Bueno 3/Regular 2/Malo 1). Teniendo en cuenta que fueron siete encuestas el máximo puntaje a obtener de la sumatoria de todas ellas es 364. Se obtuvieron 286 puntos que corresponden al 79% ( $286/364 = 79\%$ ) (Fig.7)



**Figura 7.** Puntos obtenidos en la evaluación de los Recursos Didácticos en la encuesta a docentes

En el análisis particular de las preguntas de este bloque se retoman las preguntas incluidas en la encuesta, que fueron las siguientes:

12. Actualización de los contenidos.
13. Aporte y pertinencia del material multimedia (imágenes, videos, figuras, animaciones, etc.)
14. Capacidad motivadora (atractivo/interesante)
15. Grado de la dificultad de las actividades.
16. Variedad de actividades propuestas.
17. Estrategias didácticas.
18. Fomento del auto aprendizaje
19. Posibilidad de un itinerario formativo propio.
20. Adecuación del contenido al usuario.
21. Sistema de evaluación.
22. Tratamiento y orientación ante el error
23. Volumen de la información presentada.
24. Adecuación a los contenidos de Electroquímica de la asignatura.

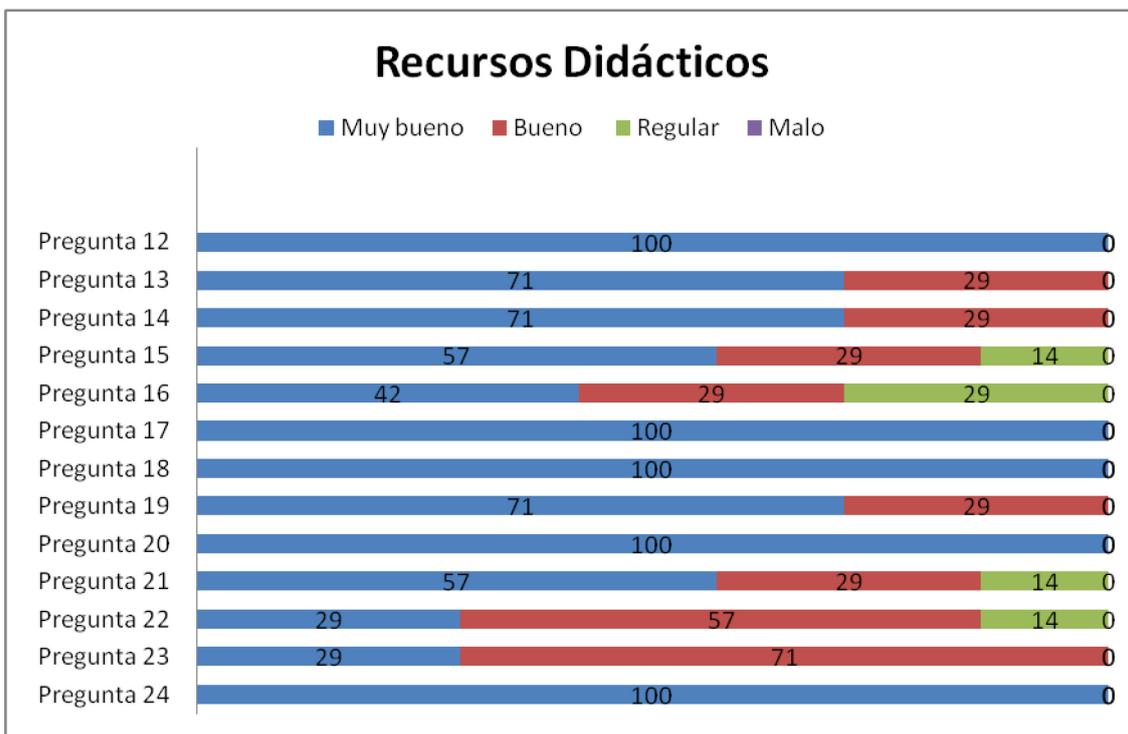
En las figuras 8 y 9 se muestran las tablas de frecuencias y porcentajes de las cuatro opciones de respuesta a las preguntas cerradas del bloque Recursos Didácticos. En la figura 10 se representan los porcentajes de respuestas para las 27 encuestas.

Respuestas 	Preguntas												
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Muy bueno	7	5	5	4	3	7	7	5	7	4	2	2	7
Bueno		2	2	2	2			2		2	4	5	
Regular				1	2					1	1		
Malo													

**Figura 8.** Tabla de *frecuencias* de las opciones de respuesta a las preguntas cerradas del bloque de *Recursos Didácticos* en la encuesta a docentes.

Respuestas 	Preguntas												
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Muy bueno	100	71	71	57	42	100	100	71	100	57	29	29	100
Bueno		29	29	29	29			29		29	57	71	
Regular				14	29					14	14		
Malo													

**Figura 9.** Tabla de *porcentajes* de las opciones de respuesta a las preguntas cerradas del bloque de *Recursos Didácticos* en la encuesta a docentes.



**Figura 10.** Porcentaje de respuestas obtenidas a las cuatro opciones posibles para cada pregunta cerrada del bloque para evaluar Recursos Didácticos en la encuesta a docentes.

#### Análisis de resultados

En la pregunta 12 referida a la *actualización de contenidos* todos los encuestados respondieron Muy buena. En cuanto a la evaluación de *contenidos multimedia su aporte y pertinencia*, (pregunta 13) el 71% respondió Muy bueno y el 29% entre bueno y Muy bueno.

En la pregunta 14 se consultaba sobre la *capacidad motivadora*, asignan 71% para la opción Muy buena, mientras que en la pregunta 15 sobre *grado de dificultad de las actividades*, hay una dispersión en las respuestas: 57% Muy bueno, 29% Bueno, 14% Regular, pero la suma de Muy bueno y bueno es de 86% que es un alto grado de aceptación.

La pregunta 16 sobre la *variedad de actividades*, también hay una dispersión de las respuestas, pero como en el caso anterior la suma de Muy bueno y bueno es del 71%.

En las preguntas 17 y 18 sobre *estrategias didácticas y fomento del auto aprendizaje*, el 100% de los encuestados responde la opción Muy bueno. En la pregunta 19 sobre *generar un itinerario formativo propio* el 71% Muy bueno.

En la pregunta 20 sobre *adecuación de los contenidos al usuario* el 100% responde Muy bueno.

La pregunta 21 es sobre el *sistema de evaluación*, hay una dispersión de respuestas: 57% Muy bueno, 29% Buena y 14% Regular, coincide con los comentarios de los alumnos sobre más devoluciones de las actividades a manera de evaluación de aprendizajes. En la pregunta 22 de *tratamiento y orientación frente al error*, se produjo una dispersión de respuestas y coincide con comentario de los alumnos.

La pregunta 23 sobre el *volumen de la información* presentada el 100% asigna las respuestas Muy bueno y Bueno. Finalmente, la pregunta 24 sobre la *adecuación de los contenidos a la Unidad Electroquímica de la asignatura Química General e Inorgánica de Unnoba* el 100% responde Muy bueno.

#### **6.2.2.2 Preguntas abiertas**

Las preguntas abiertas tienen por objeto profundizar en la opinión de los docentes respecto del MEHI. Las preguntas abiertas fueron siete a saber:

*A) En líneas generales, ¿cómo le resultó la experiencia al interactuar con el software? ¿Qué aspectos considera destacar?*

En todos los casos los encuestados responden que fue una experiencia positiva, con justificaciones como:

“Resulta fácil interactuar con el software, solo en uno o dos ejercicios no estaba clara la consigna.”

“La experiencia fue muy buena: una presentación de contenidos clara y aplicación de los mismos con las actividades propuestas. Además, la posibilidad de ver las respuestas correctas y la resolución del problema es una fortaleza”.

*B) Cree que la utilización del software en relación al aprendizaje, lo puede: facilitar, entorpecer, ser indistinto. Justifique la elección.*

En todos los casos la respuesta fue FACILITAR, con justificaciones del tipo:

“Creo que este software es una herramienta muy interesante desde la perspectiva del alumno, ya que permite su utilización y/o consulta en el momento y lugar que lo requiera. Además, provee ejercitación extra, con devoluciones que facilitan el aprendizaje.”

“Porque pone en juego procesos cognitivos superiores, tales como capacidad para organizar y aplicar la información recibida, e integrar aprendizajes.

*C) ¿En qué grupo de alumnos puede tener mayor incidencia el uso de la herramienta, en aquellos con mejor actitud, predisposición y facilidad para el aprendizaje o en aquellos con menor actitud y dificultades?*

En todos los casos responden que en ambos grupos por razones diferentes:

“Creo que tendrá mayor incidencia en los alumnos con mejor actitud y predisposición ya que su utilización implica una actitud activa hacia la materia, es decir entrar, leer, practicar, participar, etc., lo que no necesariamente implica una mayor facilidad para el aprendizaje. Creo que para los que tienen una actitud más pasiva o menos comprometida puede ser útil pero la gráfica debería ser más estimulante, y la ejercitación un poco más desafiante”

“En ambos, pues para el de mejor actitud es una forma de reforzar conocimientos y las actividades propuestas le sirven como autoevaluación, y para el que tiene menor actitud puede ser un estímulo.”

*D) ¿Utilizaría el software?, ¿en qué contexto?*

En todos los casos contestan que lo utilizarían y aclaran el contexto:

“Si, lo utilizaría como material de apoyo al desarrollar la temática correspondiente.”

“Sí, en una clase taller mediante un cuestionario para trabajar en forma grupal.”

*E) ¿Sería útil incluir en el software, todas las unidades del programa de la Asignatura Química General e Inorgánica, o en algunas con características especiales?*

Todos los encuestados coinciden en extender el MEHI a otras unidades. Algunos sugieren a todas las unidades, otros a algunas de ellas con dificultades especiales. También sugieren darle determinadas características al material educativo multimedia de acuerdo a las dificultades que cada unidad presenta.

“Si, creo que sería una experiencia interesante incluir el software otras unidades del programa, aunque no en todas con el mismo formato. Algunas unidades requieren mucha ejercitación, y en otras resultaría más beneficioso mostrar las utilidades y aplicaciones tecnológicas que han resultado del proceso estudiado.”

“En las que presentan más dificultades tales como las unidades 3, 5, 6 y 9.”

*F) Sugerencias para hacer la experiencia del uso de la herramienta más enriquecedora.*

“Realizar una actividad áulica con todos los alumnos de Química General e Inorgánica de una determinada cohorte.”

“Mejorar la orientación frente al error”

*G) Inconvenientes surgidos durante el uso del software.*

No reportan inconvenientes técnicos surgidos en el uso más que la presentación Prezi que no funcionó.

“La operación técnica del software es muy simple e intuitiva”

“Bajar la aplicación y su navegación no presenta complicaciones, aun para los menos entrenados en el uso de la tecnología”

### **6.2.3 Encuesta a alumnos**

La encuesta (que puede verse en el ANEXO V), fue remitida vía mail al grupo conformado por 30 alumnos seleccionados para la experiencia y fue respondida por 27 de ellos.

En primer término, se realizó la caracterización del grupo de alumnos incluidos, con el objeto de verificar la homogeneidad de la muestra: las edades están comprendidas entre los 17 y 22 años, 62 % varones y 38% mujeres, todos argentinos, el 70% proviene de escuelas privadas, el 45% son de la ciudad de Junín y el resto del Noroeste de la Provincia de Bs As. Todos poseen conocimientos de informática y disponen de dispositivos que les permiten utilizar el MEHI sin inconvenientes.

La encuesta realizada a los alumnos tiene preguntas abiertas y cerradas, como puede verse en la Fig. 11.



**Figura11.** Estructura de la Encuesta a alumnos.

### 6.2.3.1 Preguntas cerradas

Las **preguntas cerradas** se organizan en dos bloques, el primero aborda *Aspectos Técnicos y Estéticos* del MEHI, el segundo se refiere a *Aspectos Didácticos*. Al igual que en la encuesta a docentes, se utilizó un cuestionario tipo Lickert, de manera que para cada pregunta se debe optar entre las siguientes opciones: Muy bueno/Bueno/Regular/Malo. Para realizar una interpretación cuantitativa de los resultados de las preguntas cerradas se asignó puntajes a las respuestas a saber: Muy bueno **4**/Bueno **3**/Regular **2**/Malo **1**. El resultado de la tabulación de las preguntas cerradas formuladas a los alumnos se muestra en el ANEXO VI.

#### A) Valoración de los *Aspectos Técnicos y Estéticos*

En el bloque de *Aspectos Técnicos y Estéticos* se incluyó 6 preguntas, teniendo en cuenta que se recibió 27 encuestas y el puntaje asignado a cada respuesta, el puntaje máximo posible de obtener es de 648 puntos. Se obtuvieron 540 puntos que corresponde al 88% de los puntos posibles ( $570/648 = 88\%$ )(Fig.12)



**Figura 12.** Puntos obtenidos en la evaluación de Aspectos técnicos y estéticos en la encuesta a alumnos

Las preguntas cerradas realizadas en la encuesta a alumnos para evaluar Aspectos Técnicos y Estéticos fueron las siguientes:

Pregunta 1. Facilidad para instalar y desinstalar el material.

Pregunta 2. Velocidad de acceso al material y sus actividades.

Pregunta 3. Facilidad de navegación.

Pregunta 4. Facilidad de acceso a elementos multimedia.

Pregunta 5. Nivel de orientación en el material digital.

Pregunta 6. Calidad estética y atractiva del entorno audiovisual.

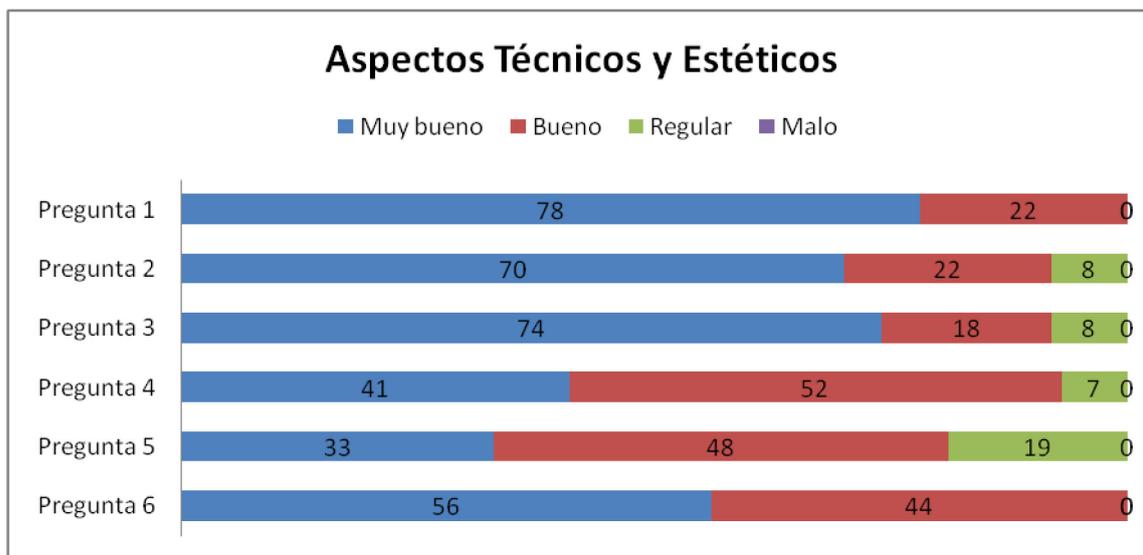
En las figuras 13 y 14 se muestran las tablas de frecuencias y porcentajes respectivamente de las cuatro opciones posibles de respuesta a las preguntas cerradas del bloque Aspectos Técnicos y Estéticos en la encuesta a alumnos. En la figura 15 se representan los porcentajes de respuestas para las 27 encuestas.

Respuestas ↓	Preguntas					
	1	2	3	4	5	6
Muy bueno	21	19	20	11	9	15
Bueno	6	6	5	14	13	12
Regular	0	2	2	2	5	0
Malo	0	0	0	0	0	0

**Figura 13.** Tabla de *frecuencias* de respuesta a las preguntas cerradas del bloque de Aspectos técnicos y estéticos en la encuesta a alumnos.

Respuestas ↓	Preguntas					
	1	2	3	4	5	6
Muy bueno	78	70	74	41	33	56
Bueno	22	22	18	52	48	44
Regular	0	8	8	7	19	0
Malo	0	0	0	0	0	0

**Figura 14.** Tabla de *porcentajes* de respuestas a las preguntas cerradas del bloque de Aspectos técnicos y estéticos en la encuesta a alumnos.



**Figura 15.** Porcentaje de respuestas obtenidas a las cuatro opciones posibles para cada pregunta cerrada del bloque para evaluar Aspectos técnicos y Estéticos.

#### Análisis de los datos obtenidos

Las primeras tres preguntas referidas a *instalación y navegación del material* más del 70% de las respuestas corresponden a la opción Muy bueno, lo que indicaría la facilidad para la mayoría de los alumnos en el acceso al material. La pregunta 4 referida a la *facilidad de acceso específicamente a los elementos multimedia*, tiene un porcentaje de Muy bueno menor del 41%, en este punto puede haber influido el hecho que no funcionó una presentación PREZI. Pero sumados Muy bueno y Bueno alcanzan 92% que es alto y estaría indicando facilidad de acceso a elementos multimedia de todos modos.

La pregunta 5 referida a la *orientación en el material digital*, muestra los porcentajes de Muy bueno más bajos (33%), posiblemente pueda relacionarse a aspectos pedagógicos que también aparecen en las preguntas abiertas referidos a dudas sobre la integración del MEHI, las Guías y la Bibliografía como fuentes de estudio y la falta de definición de cuáles son los temas incluidos en evaluaciones parciales o final.

La pregunta 6 referida a la *Calidad estética y capacidad atractiva del entorno audiovisual* es alta la aceptación, con un 54% de Muy bueno y el 100% sumadas las opciones Muy Bueno y Bueno.

#### B) Valoración de Aspectos didácticos

Este bloque incluye 13 preguntas. Tomando el mismo criterio que en el bloque anterior para cuantificar las respuestas, encontramos que el máximo de puntos posibles de obtener es de 1.404 puntos. Se obtuvieron 1.094, que representa el **78 %** ( $1.093/1.404=78\%$ ), como puede verse en la figura 16. Si bien es el porcentaje es menor que en el bloque anterior (88%), también debe considerarse que el número las preguntas realizadas es más del doble (6 vs 13).



**Figura 16.** Puntos obtenidos en la evaluación de Aspectos didácticos en la encuesta cerrada a alumnos

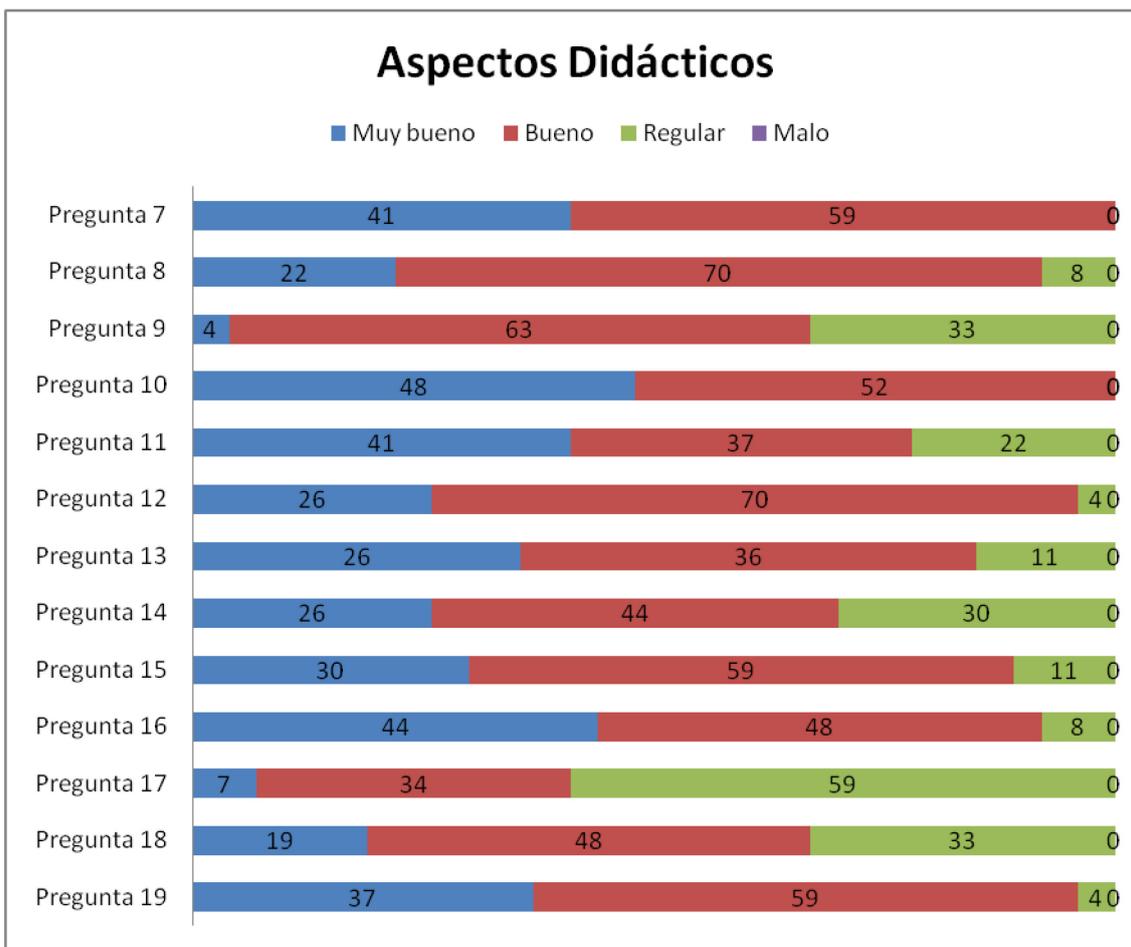
En las figuras 17 y 18 se muestran las tablas de frecuencias y porcentajes respectivamente de las cuatro opciones posibles de respuesta a las preguntas cerradas del bloque Aspectos didácticos en la encuesta a alumnos. En la figura 19 se representan los porcentajes de respuestas para las 27 encuestas.

Respuestas ↓	Preguntas												
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Muy bueno	11	6	1	13	11	7	7	7	8	12	2	5	10
Bueno	16	19	17	14	10	19	17	12	16	13	9	13	16
Regular	0	2	9	0	6	1	3	8	3	2	16	9	1
Malo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Figura 17.** Tabla de *frecuencias* de las opciones de respuesta a las preguntas cerradas del bloque de *Aspectos didácticos* en la encuesta a alumnos.

Respuestas ↓	Preguntas												
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Muy bueno	41	22	4	48	41	26	26	26	30	44	7	19	37
Bueno	59	70	63	52	37	70	63	44	59	48	34	48	59
Regular	0	8	33	0	22	4	11	30	11	8	59	33	4
Malo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Figura 18.** Tabla de *porcentaje* de las opciones de respuesta a las preguntas cerradas del bloque de *Aspectos didácticos* en la encuesta a alumnos.



**Figura 19.** Porcentaje de respuestas obtenidas a las cuatro opciones posibles para cada pregunta cerrada del bloque para evaluar Aspectos didácticos en la encuesta a alumnos.

#### Análisis de los datos obtenidos

En el análisis particular de las preguntas de este bloque comenzamos por recordar que las preguntas incluidas en la encuesta fueron las siguientes:

7. Calidad y pertinencia de imágenes, videos, figuras, animaciones, etc.
8. Capacidad de motivación (atractivo/interesante).
9. Grado de dificultad de las actividades.
10. Contribución de las actividades interactivas.
11. Variedad de actividades propuestas.
12. Posibilidad de elegir el itinerario de navegación.
13. Claridad y comprensibilidad del material.
14. Sistema de evaluación propuesto.
15. Fomento del auto aprendizaje.
16. Aporte del material digital al aprendizaje.
17. Respuesta del material digital frente al error.
18. Cantidad de ejemplos y actividades resueltas.
19. ¿Cómo considera la idea de producir un material digital para otras unidades de la Asignatura?

En la *pregunta 7* referida a la *calidad y pertinencia de los elementos multimedia del material* el 48% refirió ser Muy bueno y el 100% corresponde a la suma Muy bueno y bueno.

La *pregunta 8* está referida a la *capacidad de motivación*, en este caso la opción Muy bueno es del 22%, posiblemente influenciada por esa creencia bastante generalizada que un material digital es tan motivador que hace que el aprendizaje sea rápido y sin esfuerzo. De cualquier manera la suma Muy bueno y Bueno es de 82%, que es una buena respuesta en relación a la motivación.

La *pregunta 9* se refiere al *grado de dificultad de las actividades*, acá el 4% respondió Muy Bueno, es el más bajo de los porcentajes para esta opción. El 67% corresponde a la suma de Muy bueno y Bueno. Si relacionamos estos resultados con las respuestas de las preguntas abiertas, es posible pensar que a algunos alumnos les ha resultado muy simple y, a otros demasiado complejas las actividades propuestas. Hay demandas de algunos alumnos de ejercicios más complicados y en otros casos de más actividades resueltas o con resolución guiada y devolución en caso de error.

La *pregunta 10* es sobre la *contribución de las actividades interactivas al aprendizaje*, el 48% de los encuestados respondió que resultó Muy buena. En cuanto la pregunta 11 referida a la *variedad de actividades propuestas*, hubo una dispersión de respuestas: 41% Muy Buena, 37% Buena y 22% Regular. Estos resultados parecerían sugerir que es muy variable la expectativa de cada alumno en cuanto a las actividades que podrían realizar. En la *pregunta 12* se consulta sobre la *posibilidad de elegir el itinerario de navegación*. El 70% de los casos respondió Bueno.

En la *pregunta 13* referida a la *claridad y comprensibilidad del material*, también se produce una dispersión de respuestas: con 26% Muy bueno, 63% Bueno y 11% Regular. En general varias son las causas por las que puede resultar afectada la comprensión de un texto o actividad, pero que el 89% reporten Muy bueno o Bueno, estaría indicando que no existen dificultades importantes al respecto para la mayoría de los alumnos encuestados.

En la *pregunta 14* sobre los *sistemas de evaluación*, las respuestas son: Muy bueno 26%, Bueno 44% y 30% para Regular. Relacionándolo con las respuestas de las preguntas abiertas, muchos alumnos solicitan mayor grado de orientación en caso de error, devoluciones en las actividades para enviar al tutor y evaluaciones integradoras del tipo de parcial y final.

En la *pregunta 15* se consulta en relación a la *capacidad de facilitar el auto aprendizaje*. El 59 % responden Bueno, que coincide con los comentarios en las preguntas abiertas en relación a menor dependencia del docente para el aprendizaje, y la posibilidad de preparar evaluaciones parciales y final independiente de las clases de apoyo.

En la *pregunta 16* sobre el *aporte del material al aprendizaje*, el 92% contesta Muy bueno o Bueno, lo que podría interpretarse como que es considerado un aporte según la percepción de los alumnos.

La *pregunta 17* se refiere al *tratamiento del error*, aparece un 59% Regular, algunos alumnos mencionaron en el cuestionario abierto, que una mejora del material, podría ser fortalecer las devoluciones y propuestas en caso de error, que permita aprovechar esta circunstancia para fortalecer el aprendizaje.

La *pregunta 18* se refiere al *número de ejemplos y actividades*, acá se muestra una dispersión de opiniones (Muy bueno 19%, Bueno 48% y 33 % regular), muchos manifestaron conformidad y otros solicitaron más ejercicios en las preguntas abiertas.

La *pregunta 19*, si *consideraba necesario desarrollar un material digital para otras unidades de*

la *asignatura*, se formuló a manera de pregunta indirecta y se pretendía determinar si se consideró positivo el aporte del material. En este punto, el porcentaje de respuestas es muy parecido a la pregunta 16 donde se consultaba directamente sobre el aporte del material al estudio, como puede verse en la figura 20.

Respuestas 	Preguntas	
	16	19
Muy bueno	44	37
Bueno	48	59
Regular	8	4
Malo	0	0

**Figura 20.** Tabla comparativa de los porcentajes de respuestas a las preguntas 16 y 19

### 6.2.3.2 Preguntas abiertas

Las preguntas abiertas tienen por objeto profundizar en la opinión de los alumnos respecto de MEHI.

Las preguntas abiertas fueron tres:

#### *A) Inconvenientes surgidos durante el uso del software*

Esta pregunta estaba orientada a detectar inconvenientes de tipo técnico. El 30% de los encuestados reportaron inconvenientes con el uso de una presentación Prezi, que se comprobó dejó de funcionar. El resto de las respuestas a esta pregunta se relacionaron con problemas más vinculados a lo pedagógico. Aparecieron respuestas como:

“Al principio me costó adaptarme a estudiar con la presentación”

“Inicialmente un poco perdido para estudiar con la app”

“No estaba claro que parte era para el parcial y cuál para el final”

“Necesité más tiempo para preparar la Unidad”

“Tuve dificultades para resolver actividades propuestas”

“No tenía claro cómo combinar para el estudio la app, la guía de TP y la Bibliografía”

“Los distintos temas de la Unidad no los distinguí con claridad”

Habitualmente utilizan material educativo digital para resolver un tema puntual, pero a algunos alumnos le resultó un cambio importante abordar la unidad a partir del MEHI y otras fuentes de estudio y atravesaron un tiempo de adaptación, que es probablemente lo que reflejan estos comentarios. En cuanto al tiempo de estudio, es bastante habitual, la falsa creencia respecto a

que la utilización de materiales educativos digitales genera un aprendizaje casi instantáneo y sin esfuerzo. Otro tema bastante recurrente, aun en la enseñanza tradicional, es la consulta que va al parcial o final, distinto de requerir información sobre el tipo de evaluaciones o sus objetivos.

Uno de los comentarios es en relación a dificultades con la resolución de actividades, que se complementa con las respuestas a la solicitud de *Sugerencias*, en las que refieren al mismo inconveniente.

La segunda pregunta fue:

### *B) Aspectos a destacar*

Acá surgieron los siguientes comentarios:

“Bueno el sistema de autoevaluación”

“Es interesante porque se puede conservar la app para preparar parcial y final”

“Orienta en el estudio”

“Facilita el estudio y comprensión de los temas”

“Bien los materiales interactivos”

“Tiene muchas actividades y problemas resueltos”

“Es entretenido y se entienden los temas”

“Resulta más fácil que leerlo en el libro o las guías, pero lleva más tiempo”

“Los materiales interactivos facilitan el aprendizaje”

“Excelente, fácil acceso, bien organizado”

“Me gustó el grado de complejidad creciente que facilita el estudio”

“No necesito tanto al docente”

“Buena la figuras, videos con preguntas, actividad interactiva y ejercicios resueltos”

“Hacen reflexionar sobre los temas y fijan conceptos”

“Visualizar pilas y celdas electrolítica ayuda a diferenciarlas”

“Bueno para preparar el final”

“Los esquemas ayudan a diferenciar las celdas”

“Facilita el aprendizaje y es ameno”

En general destacan el material multimedia que hace más interesante y les presenta los sistemas electroquímicos de manera que pueden comprenderlos en su esencia y diferenciarlos. Se destacan la capacidad motivadora, la promoción del auto aprendizaje, el aporte de los materiales interactivos y el resto de las actividades.

La tercera pregunta fue:

### *C) Sugerencias*

Aparecieron las siguientes respuestas:

Hacer una app para ácidos y bases

Agregar más ejercicios

Diferenciar lo que va al parcial y al final

Debería poner una nota final, como evaluación

Más ayuda frente al error

Me resultó un poco largo  
Realizar una aplicación más corta  
Realizar APP para otros temas  
Indicar la fuente de estudio  
Indicar como estudiar con la app  
Realizar más temas en este tipo de material  
Incluir problemas de mayor complejidad como los de la guía  
Hacer una devolución final de las evaluaciones enviadas al tutor  
Más ejemplos o ejercicios resueltos  
Extenderlo a otros temas  
Indicar lo necesario para el parcial y una devolución final  
Más instrucciones de uso  
Más asistencia en la resolución de problemas  
Más aspectos teóricos en saber más

En general sugerencias de tipo didácticas, se reitera cinco veces la solicitud de más ejercicios resueltos o con resolución guiada. También aparece la sugerencia de extender el MDHI a otros temas, la solicitud de indicar cómo integrar el material hipermedial y las otras fuentes de estudio. La necesidad de aclarar temas o habilidades necesarias para el parcial o final. Tres veces se reitera incluir más información frente al error. Solicitan devoluciones o puntuación en distintos momentos del uso del material. Aparece el tema de material "Largo" probablemente vinculado a la idea del aprendizaje con material educativo digital sin esfuerzo.

#### **6.2.4 Evaluaciones con devolución al tutor**

El MEHI consta de cuatro capítulos, para cada capítulo se diseñó una prueba de evaluación con devolución al tutor que incluye los temas tratados en el capítulo. Esta herramienta tiene como objetivos integrar los contenidos desarrollados y destacar las ideas principales.

El material educativo desarrolla el tema Electroquímica y en el **capítulo 1** denominado **INTRODUCCION**, los temas tratados son Aplicaciones tecnológica, Evolución histórica y La electricidad y los procesos químicos. Tiene como objetivo presentar los contenidos que estudia la Electroquímica, la evolución del conocimiento de estos temas en el tiempo y su importancia tecnológica.

Se recibieron 25 evaluaciones de esta unidad. La evaluación del capítulo 1, tiene cinco preguntas: en la **primera pregunta**, se presentan cuatro afirmaciones para decidir Falso/Verdadero, referidas a aplicaciones tecnológicas de la Electroquímica. Tiene por objeto destacar las principales aplicaciones de la Electroquímica y cuáles no son fenómenos electroquímicos. Se asignó 1 punto a cada afirmación correctamente respondida y en las 25 evaluaciones, se consiguió el 80% de los puntos posibles. En general es una actividad de baja complejidad, adecuada como introducción al tema.

La **segunda pregunta** referida a la evolución histórica del conocimiento en Electroquímica consiste en completar cuatro frases y se da además, una lista de las palabras faltantes en el texto. El 92% de las frases fueron completadas correctamente en las 25 evaluaciones.

La **tercera pregunta** es para responder F/V a cinco afirmaciones referidas a las características de la reacción química involucrada en el proceso Redox. Se obtuvieron el 95% de los puntos posibles.

La **cuarta pregunta** consiste en completar cuatro frases y se listan las palabras faltantes en el texto. Las frases están referidas a las transformaciones energéticas vinculadas al proceso electroquímico. El 90% completó correctamente las frases presentadas. El cambio energético vinculado al proceso Redox es de fundamental importancia para comprender este fenómeno.

La **quinta pregunta** consiste en agregar las palabras faltantes en dos frases que describen secuencia de procesos que se producen en los sistemas electroquímicos. El 92% de las respuestas fueron correctas.

El **capítulo 2** del material se denomina **IDEAS PREVIAS** y está orientado a revisar contenidos que van a ser necesarios en el desarrollo de los temas de Electroquímica. Los ítems de este Capítulo son: Número de oxidación, Agentes oxidantes y reductores, Balanceo de ecuaciones redox, Electrolitos, Termoquímica.

Esta evaluación tiene cinco preguntas y se recibieron 20 evaluaciones.

En la **primera pregunta** se presentan cinco entidades químicas para colocar los números de oxidación de cada átomo que interviene en ellas. Las repuestas correctas fueron el 78% considerando las cinco entidades químicas y las 20 evaluaciones. Este contenido es muy importante manejarlo para comprender el proceso redox.

En la **segunda pregunta** se presentan cuatro compuestos y se pide escribir su reacción de ionización o disociación. Las repuestas correctas fueron el 91%. Este es otro de los conocimientos previos indispensables para estudiar Electroquímica.

La **tercera pregunta** es un ejercicio de termodinámica vinculado con la determinación de espontaneidad de una reacción química. Este concepto es muy importante para diferenciar las celdas electroquímicas. El 80% de las respuestas de las 20 evaluaciones fueron correctas.

En la **cuarta pregunta** se presentan tres hemi reacciones y se propone determinar si son de oxidación o reducción. El 90% de las respuestas fueron correctas.

En la **quinta pregunta** se presentan cuatro reacciones redox que deben ser balanceadas por el método del ion-electrón. Varias de las actividades previas realizadas estaban vinculadas a desarrollar la capacidad de realizar esta actividad. El 56% de las respuestas recibidas en las 20 evoluciones fueron correctas. Esta actividad presenta mayor complejidad e involucra la suma de una serie de conocimientos previos.

En el **capítulo 3** denominado **CELDA GALVANICA O PILA**, los temas tratados son: Esquema y componentes de una pila, Notación de pila, Potenciales estándar, Electrodo de referencia, Tabla de potenciales, Cálculo de la FEM de una pila. Ecuación de Nernst, La FEM y cambio de energía libre, La FEM y el cálculo de la constante de equilibrio de la reacción redox. Este capítulo tiene como objetivo presentar el sistema electroquímico denominado Pila, describir su funcionamiento y realizar análisis cuantitativos de distintos parámetros del sistema.

Se recibieron 18 evaluaciones de esta unidad. La evaluación de este capítulo, tiene diez preguntas:

La **primera pregunta** propone realizar un esquema del dispositivo Pilas indicando sus partes. Tiene por objeto familiarizarse con los nombres de los componentes para luego asociarlo a sus funciones. El 82% de las respuestas recibidas fueron correctas.

En la **segunda pregunta** se presentan tres pilas para ejercitar la notación abreviada de pila. El 65% de las respuestas recibidas fueron correctas. Es un ejercicio de mayor complejidad que involucra diversos conocimientos previos.

En la **tercera pregunta** junto con la cuarta y la quinta están orientadas a fijar un contenido que es la vinculación del potencial de electrodo con el potencial del Electrodo Estándar de Hidrógeno (EEH). En la tercera pregunta se presentan dos electrodos y se pide indicar si serán cátodo o ánodo frente a EEH. El concepto a aplicar es simple, pero se trata de asegurar que esté presente en forma clara. El 70% de las respuestas fueron correctas.

La **cuarta pregunta** complementa la anterior consultando la hemi reacción involucrada en el (EEH). Todas las respuestas recibidas fueron correctas.

La **quinta pregunta** presenta dos electrodos y se pide indicar si serán cátodos o ánodos frente al EEH. El 85% de las respuestas fueron correctas.

La **sexta** y la séptima pregunta integran conocimientos previos. La sexta pide calcular la Fuerza electromotriz (FEM) de tres pilas. El 80 % respondió correctamente.

En la **séptima pregunta** se presentan dos pilas y se solicita el cálculo de la FEM y la reacción global de pila. El 65% de las respuestas fueron correctas. En esta pregunta se agrega al cálculo de la FEM del ejercicio anterior, la reacción redox de pila.

En la **octava pregunta** se presentan dos reacciones redox y se requiere realizar un cálculo que permita decidir acerca de la espontaneidad de las reacciones químicas. El 50 % de las respuestas fueron correctas. Algunos alumnos no realizaron correctamente el cálculo y otros no interpretaron bien el resultado.

La **novena pregunta** presenta dos reacciones redox y se pide el cálculo de la constante de equilibrio. El 70% de los resultados fueron correctos. En este caso el cálculo es más simple, solo puede tener alguna complejidad algebraica en la aplicación de la fórmula de cálculo.

La **décima pregunta** es teórica, vinculada a una aplicación tecnológica muy actual de la pila que es la celda de combustible. Todas las respuestas remitidas fueron correctas.

El **capítulo 4** del material se denomina **CELDA ELECTROLITICA**, está orientado a describir, explicar el funcionamiento y la utilidad de los cálculos vinculados a este dispositivo. Los temas son: Componentes y esquema de una celda electrolítica, Electrólisis de sales fundidas, Electrólisis del agua, Electrólisis de disoluciones acuosas de electrolitos y Aspectos cuantitativos de la electrólisis. Esta evaluación reúne seis preguntas y se recibieron 18 evaluaciones.

La **primera pregunta** propone realizar un esquema del dispositivo Celda Electrolítica, indicando sus partes. Tiene por objeto familiarizarse con los nombres de los componentes para luego asociarlo a sus funciones. El 85% de las respuestas recibidas fueron correctas. Una pregunta similar para el dispositivo pila, tuvo un porcentaje similar (82%) de respuestas correctas.

La **segunda pregunta** propone completar una tabla que permite destacar similitudes y diferencias de las celdas galvánicas y electrolíticas. Este ejercicio es importante para realizar una comprensión comparada de los dos dispositivos. El 70% de las respuestas fueron correctas.

La **tercera pregunta** propone resolver tres consignas vinculadas a la electrólisis de distintos materiales que tienen aplicaciones tecnológicas. El 75% de las respuestas fueron correctas.

La **cuarta pregunta** está específicamente vinculada a la electrólisis del agua acidulada. Es una electrólisis muy importante conceptualmente. El 80% de las respuestas fueron correctas.

En la **quinta pregunta** se incluyen tres consignas vinculadas a la electrólisis de sales fundidas. Dos de ellas son teóricas y la tercera referida a la electrolisis de soluciones diluidas y concentradas de cloruro de sodio. El 70% de las respuestas fueron correctas.

En la **sexta pregunta** es un cálculo con cierto grado de complejidad de la masa de electrolitos producidos en un sistema de dos celdas electrolíticas conectada en serie. El 65% de las respuestas recibidas fueron correctas.

### 6.2.5 Examen parcial

Se incluyó en el estudio, la evaluación correspondiente al segundo parcial de los 27 alumnos de la comisión 2, que cursaron Química General e Inorgánica en el redictado de la cohorte 2019 que participaron de la experiencia de uso del MEHI y además, contestaron la encuesta que les fue enviada oportunamente. Como grupo control se eligió al azar 27 parciales de alumnos de las comisiones 1 y 3, de esa cohorte, que rindieron la misma evaluación, pero no participaron de la experiencia.

En la evaluación se incluyó, entre otras, dos consignas correspondientes a los temas tratados en la Unidad 10 de la asignatura, que corresponde a los temas de Electroquímica, que son los desarrollados en el MEHI.

Se analizaron las producciones de los alumnos en relación a esos dos ejercicios y se compararon con los resultados obtenidos por los alumnos de los grupos control.

Las consignas en evaluación eran:

a. Balancear la siguiente reacción redox por el método del ión electrón e indicar agente oxidante y reductor. $\text{CrCl}_3 + \text{KBO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KBO}_2 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$	1p
b. Se desea armar una pila a partir de las siguientes semipilas:  <b><math>\text{Li}^+ (2\text{M}) / \text{Li} E^\circ = -3.04 \text{ V}</math> y <math>\text{Cu}^{2+}(0.5\text{M})/\text{Cu} E^\circ = 0.34\text{V}</math>.</b>  Indicar : a) reacción anódica, catódica y global de pila b) diagrama de pila c) FEM estándar.	1p

Para realizar el análisis, se asignaron los resultados obtenidos de cada alumno para cada consigna, a una de las siguientes cuatro categorías y se les dio un puntaje:

**Bien:** resolución correcta, corresponde 1 punto

**Regular:** resolución parcial, corresponde a un puntaje entre 0 y 1 de acuerdo al grado de resolución.

**Mal:** resolución incorrecta, corresponde 0 puntos.

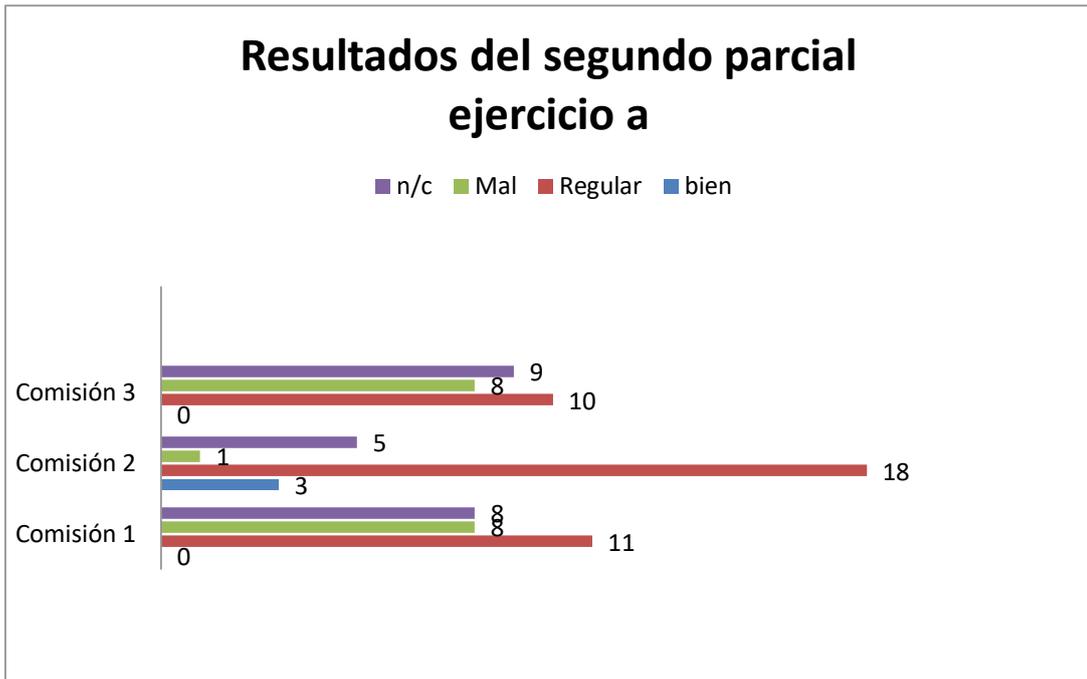
**n/c:** no resuelta, corresponde 0 puntos.

En la tabla de la figura 21, se muestra la cantidad de respuestas para cada categoría, de las 27 evaluaciones, en cada ejercicio y comisión. En la ante última fila, se muestra la suma de puntos obtenidos aplicando el criterio definido más arriba. En la última fila, se muestra los puntajes como porcentaje del máximo posible a obtener (27 puntos).

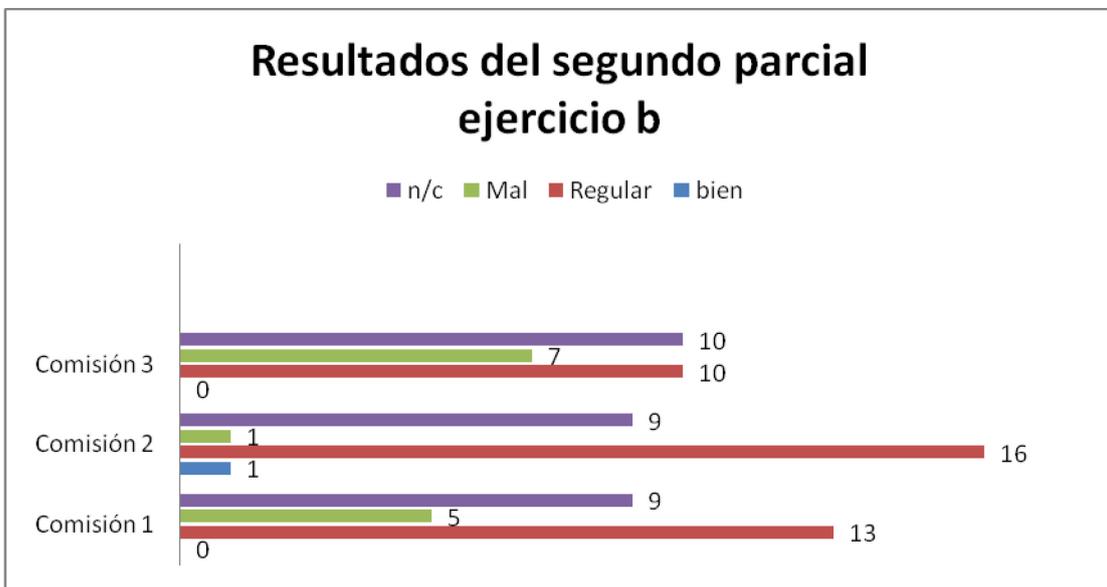
	Comisión 1		Comisión 2		Comisión 3	
	a) lon- electrón	b) pila	a) lon- electron	b) pila	a) lon- electrón	b) pila
<b>Bien</b>	0	0	3	1	0	0
<b>Regular</b>	11	13	18	16	10	10
<b>Mal</b>	8	5	1	1	8	7
<b>n/c</b>	8	9	5	9	9	10
<b>Nota</b>	4.20	5.70	11.10	8.10	4.30	4.40
<b>%</b>	<b>15.5</b>	<b>21.1</b>	<b>41.1</b>	<b>30.0</b>	<b>15.9</b>	<b>16.3</b>

**Figura 21.** Resultados de los dos ejercicios del segundo parcial. Se muestran el número de evaluaciones para cada categoría definida y la suma de puntos para todas las evaluaciones según ejercicio y comisión, expresado como puntaje y como porcentaje del puntaje máximo posible.

En las figuras 22 y 23 se muestran los resultados para el *ejercicio a* y *b* respectivamente en el examen parcial. Las producciones se clasificaron en categoría según el criterio definido más arriba (Bien/Regular/Mal/nc). Se muestran los resultados de los alumnos de la comisión 2 que realizaron la experiencia con el MEHI y se tomó como grupos control alumnos de las comisiones 1 y 3.



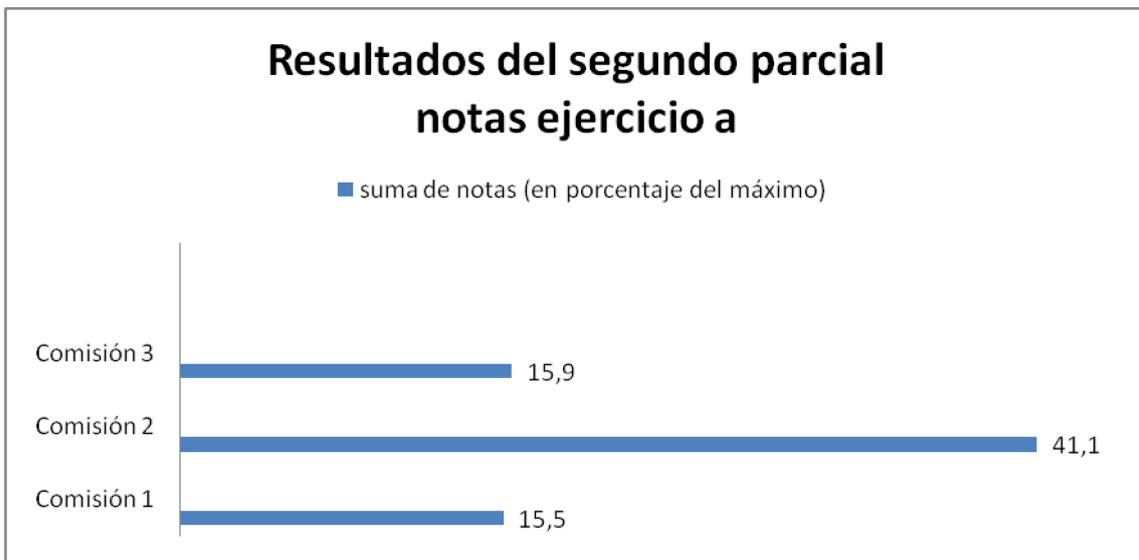
**Figura 22.** Se representa los resultados, en categorías, para el *ejercicio a* en el examen parcial, de alumnos que realizaron la experiencia (comisión 2) y los grupos control (comisiones 1 y 3)



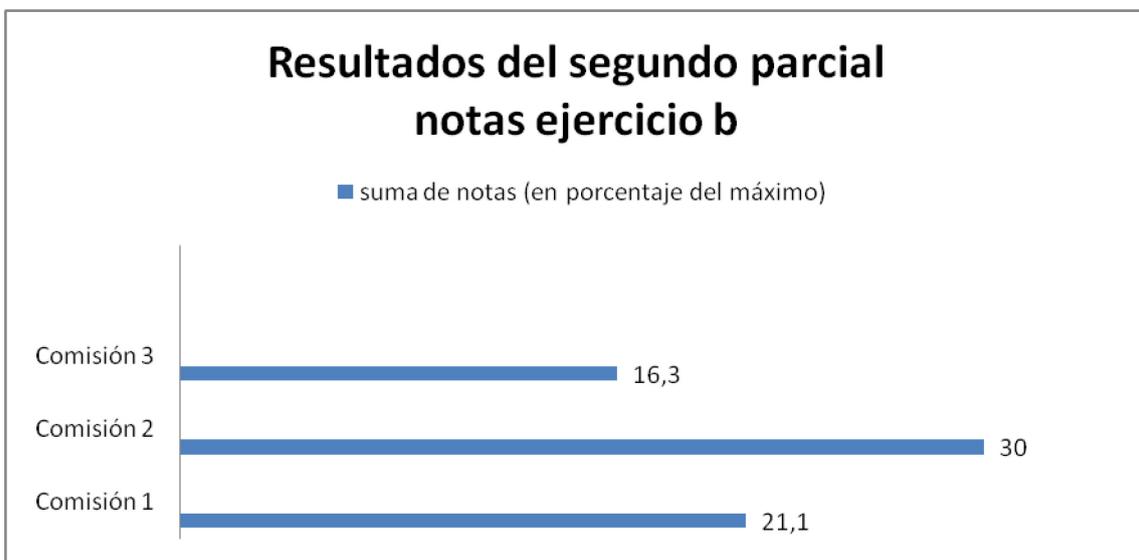
**Figura 23.** Se representa los resultados, en categorías, para el *ejercicio b* en el examen parcial, de alumnos que realizaron la experiencia (comisión 2) y los grupos control (comisiones 1 y 3)

En las figuras 24 y 25 se muestran los resultados para el *ejercicio a* y *b* respectivamente en el examen parcial. Se grafica la suma de las notas de los alumnos de cada comisión expresadas

como porcentaje de la suma máxima posible. Se muestran los resultados de los alumnos de la comisión 2 que realizaron la experiencia con el MEHI y se tomó como grupos control alumnos de las comisiones 1 y 3.



**Figura 24.** Se muestra la suma de notas de las evaluaciones en el *ejercicio a* de cada comisión expresado como porcentaje de la suma máxima posible.



**Figura 25.** Se muestra la suma de notas de las evaluaciones en el *ejercicio b* de cada comisión expresado como porcentaje de la suma máxima posible.

### 6.2.6 Observación participante

Otra fuente de recolección de datos, fue la observación participante. El objetivo de esta estrategia fue registrar los eventos producidos durante la experiencia áulica, para evaluar las actitudes de los alumnos frente a la nueva propuesta didáctica en relación a la clase tradicional,

tanto en el sentido de facilitar el aprendizaje como de las dificultades surgidas durante el desarrollo de la experiencia.

El diseño metodológico que se realizó para la evaluación del MEHI en una experiencia áulica, consistió en que los alumnos de la Comisión 2 de la asignatura Química General e Inorgánica de UNNOBA durante el redictado en la cohorte 2019, que aceptaron participar en la experiencia, utilizaron el material hipermedial MEHI en el contexto de una modalidad Flipped Classroom o de aula invertida. Los alumnos recibieron el material hipermedial previo a la clase, lo utilizaron para la comprensión de los contenidos y luego en clase se realizaron actividades propuestas y asistidas por el docente, en las cuales se pretende involucrar procesos cognitivos de mayor complejidad respecto de una clase tradicional, con el objetivo de consolidar el aprendizaje previo realizado por el alumno (Bergmann y Sams, 2012).



**Figura 26.** Se observa parte de los alumnos de la comisión 2 durante la experiencia

En general la actitud de los alumnos frente a la propuesta de uso del MEHI previo a la clase despertó cierta curiosidad frente a la innovación y se mostraron proactivos e interesados en participar de la propuesta. Manifestaron una adhesión mayoritaria al uso del material digital.

Ninguno de los 27 participantes manifestó inconvenientes en el acceso al material digital previo a la clase. Algunos alumnos consultaron si la herramienta digital reemplazaría a la bibliografía propuesta por la cátedra y si esta actividad se evaluaría en parciales o finales. Estas consultas se reflejaron en las encuestas.

Presentadas las actividades presenciales que requerían trabajo previo con el MEHI, la mayoría de alumnos se integraron a la propuesta. Algunos se mantenían menos activos, conducta que también ocurre en la clase tradicional, posiblemente por propia determinación o por menos actividad o comprensión del material digital.

A modo de ejemplo, se presentan tres actividades propuestas en la clase presencial:

### Actividad 1

En una presentación del tipo power point, aparece la siguiente tabla:

Celda galvánica o Celda electrolítica
¿Las siguientes propiedades a que celda corresponden?
1. Se transforma energía eléctrica en energía química
2. Se transforma energía química en energía eléctrica
3. En el proceso está implicada una reacción redox
4. El cátodo es el electrodo positivo
5. En el dispositivo interviene un puente salino
6. El ánodo es el electrodo positivo
7. En el proceso interviene una reacción química espontánea
8. Una fuente de corriente continua alimenta el sistema
9. En el cátodo se produce una reducción
10. El sistema se puede utilizar para purificar metales
11. El sistema se puede usar para producir y almacenar corriente eléctrica
12. Un uso de la celda es la desalinización del agua

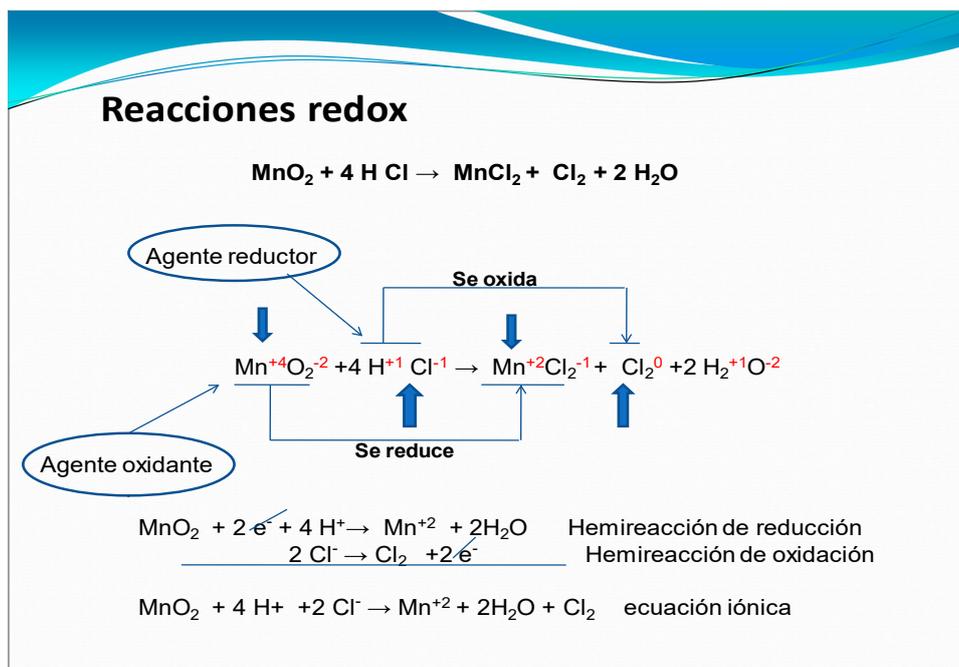
Se le pide a los alumnos que indiquen a cuál de las celdas, que habían sido tratadas en el MEHI, se refiere cada una de las propiedades enunciadas en la tabla. Esta consigna disparó un intercambio en el que participaron los alumnos y el docente y del que fueron surgiendo ideas acerca de la estructura, función y utilidades de cada celda.

Los comentarios y preguntas surgidas en esta intervención resultaron más enriquecedores en relación a la clase tradicional que se transforma fundamentalmente en expositiva, con preguntas restringidas a aclaraciones sobre la exposición del docente, poniendo en juego procesos cognitivos más simples.

### Actividad 2

La reacción redox siempre está involucrada en un proceso electroquímico. En este caso se muestra una de estas reacciones junto a la ecuación química, contenidos vinculados a ella como

Agente oxidante, reductor, hemi reacciones de oxidación y reducción, números de oxidación entre otros. A partir de esta diapositiva se estableció un intercambio sobre la naturaleza de las reacciones redox y la presentación del método del ion-electrón que permite el balanceo de estas ecuaciones. Este método tiene una serie de pasos, que insume mucho tiempo de la clase presencial para la explicación básica y la realización de algún ejercicio tipo. Como esta actividad estaba abordada con distintas actividades multimedia en el MEHI, en la clase presencial se optimizó el tiempo, aclarando dudas o situaciones especiales, llegando a una comprensión más profunda del tema y mayores habilidades para su realización.



### Actividad 3

En este caso se presentan dos de las aplicaciones del fenómeno electroquímico. Una de ellas de mucha actualidad como lo son las baterías de litio, con utilidad por ejemplo en automóviles eléctricos. Se presenta la diapositiva con una ficha técnica de la batería y a partir de ella se dispara un intercambio sobre el funcionamiento de una pila, en particular la de Litio, y de otras aplicaciones tecnológicas del proceso electroquímico

En la otra diapositiva se refiere a la producción electrolítica de Aluminio como ejemplo de celda electrolítica. Se profundiza sobre el funcionamiento de estas celdas y se los asocia a otros procesos electroquímicos como el anodizado de aluminio o la cataforesis. El hecho de liberar el tiempo de explicación de contenidos básicos, permite discutir otros temas como, por ejemplo, el de aplicaciones tecnológicas, que contextualizan y hacen más atractivo el tema para los alumnos en particular, de carreras de Ingeniería.

## Baterías de Ion-Litio

El funcionamiento de las **baterías de ion-litio recargables o secundarias** se basan en procesos denominados de inserción-desinserción de iones Litio ( $\text{Li}^+$ ) que utilizan dos compuestos de intercalación como electrodos. Las reacciones ocurren en estado sólido. Uno de los electrodos contiene al litio inicialmente ionizado, de tal forma que durante los procesos de carga y descarga se inserten en el electrodo opuesto. Hay distintos tipos de baterías de iones de Litio, según el material catódico, que son óxidos o sales de metales de transición como cobalto, manganeso o hierro.

En las de  $\text{Li/Co}$ , el electrodo positivo está hecho de óxido de Cobalto y Litio ( $\text{LiCoO}_2$ ) y el electrodo negativo es de Carbono, el electrolito es una sal de Litio en solvente orgánico. Durante la descarga, los iones de litio se mueven desde el ánodo de Carbono al cátodo de  $\text{LiCoO}_2$ . Durante la carga se invierte la circulación.

**Celdas de Li-ion**

- No contienen Litio metálico.
- Utiliza iones de Litio que se intercalan en los electrodos.

**Descarga**

**Anodo**  $\text{LiC}_6(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Li}^+(\text{sol}) + 6\text{C}(\text{s}) + \text{e}^-$

$\text{CoO}_2(\text{s}) + \text{Li}^+(\text{sol}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{LiCoO}_2(\text{s})$  **Catodo**

$\text{LiC}_6(\text{s}) + \text{CoO}_2(\text{s}) \rightleftharpoons 6\text{C}(\text{s}) + \text{LiCoO}_2(\text{s})$

**Producción electrolítica de Aluminio**

$2\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow 4\text{Al}^{+3} + 6\text{O}^- \quad 1000^\circ\text{C}$

$4(\text{Al}^{+3} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}^0)$  **cátodo**

$3\text{C} + 6\text{O}^- \rightarrow 3\text{CO}_2 + 12\text{e}^-$  **ánodo**

---

$2\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \rightarrow 4\text{Al} + \text{CO}_2$

### 6.2.7 Triangulación de datos

Finalmente se presenta un análisis en conjunto de los datos obtenidos con los distintos instrumentos de evaluación, a fin de determinar si muestran resultados coincidentes o contradictorios.

En lo reportado por los estudiantes y docentes, los aspectos positivos se refieren a aspectos didácticos, como el hecho que el uso del material le permite la gestión del aprendizaje.

En cuanto a los Aspectos Técnicos, relativos a instalación, velocidad, navegación, tanto docentes (100% Muy bueno o Bueno) como alumnos (92%) coinciden que resultan satisfactorios.

En lo referente al grado de orientación en el material, el 86% de los docentes y el 81% de los alumnos lo califican como Bueno o Muy bueno.

El cuanto al entorno audiovisual el 56% de los alumnos lo considera Muy bueno y en el caso de los docentes, que tenían cinco preguntas en la encuesta vinculadas los aspectos audiovisuales, en todas ellas, el 100% lo califica de Muy bueno o Bueno.

En relación a la capacidad de motivación, el 71% de los docentes la califican de Muy buena, 82% de los alumnos responden Muy bueno o Bueno.

En las preguntas abiertas tanto docentes como alumnos comentan la necesidad de mayor orientación frente al error.

En el próximo capítulo, como cierre, se presentaran las conclusiones, la posibilidad de ampliación en la aplicación de la herramienta y las líneas de investigación a futuro.

### **6.2.8 Síntesis del capítulo**

En este capítulo se presentaron los resultados obtenidos con los distintos instrumentos de recolección de datos que fueron implementados. La valoración de los alumnos y los docentes respecto de MEHI que resultó positiva en varios de los aspectos analizados, por considerarlo un espacio motivador y facilitador del aprendizaje y valorar la simplicidad en el acceso y navegación, y los aspectos estéticos y didácticos. En las producciones tanto parciales como en las evaluaciones con devolución al tutor, las producciones fueron buenas, incluso cuando se las compara con los grupos control. En la observación participante realizada durante la experiencia, se observó el uso de recursos cognitivos de mayor complejidad que en la clase tradicional y la posibilidad de abordar contenidos más complejos.

# Capítulo 7

## Capítulo 7

### Conclusiones y líneas de investigación futuras

#### 7.1 Introducción

En este capítulo a manera de síntesis, se mencionan los aportes de esta tesis en lo referido a aspectos técnicos, teóricos y metodológicos de la producción del MEHI y su aplicación en contexto educativo. Luego se analizan los logros alcanzados tomando como base los objetivos y las preguntas de investigación planteadas en el capítulo 1, y finalmente, se enuncian las líneas futuras de investigación y difusión de los aportes de esta tesis.

#### 7.2 Aportes de esta tesis

##### 7.2.1 Aportes teóricos

A partir de la **Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia** (TCAM) (Mayer, 2003), la incorporación de la **Teoría Situativa** como complemento, e incluyendo además, la **Teoría de la Carga Cognitiva** (TCC) (Sweller, 2002), se plantea un marco conceptual para comprender y mejorar el aprendizaje apoyado en la tecnología informática.

Se tuvo en cuenta que en el campo del trabajo y la investigación en Química, las representaciones tales como diagramas, ecuaciones y fórmulas no son simples facilitadores del aprendizaje, más bien resultan representaciones simbólicas de la ciencia que permiten en gran medida estudiar y comprender los fenómenos químicos, como ocurre con los diagramas estructurales para describir la geometría de los compuestos, o fórmulas para explicar los mecanismos por los cuales se producen las transformaciones químicas. Por ello se introduce la Teoría Situativa como complemento a la Teoría Cognitiva en relación al aprendizaje multimedia de la Química, jerarquizando el uso de representaciones para la comprensión de contenidos abstractos, además de incluir el aprendizaje de la Química en el contexto de un proceso de investigación, que requiere una base teórica centrada en los contenidos y una forma específica de adquisición de los nuevos conceptos y principios.

En este contexto, las aulas para el aprendizaje de las ciencias, estarán orientadas a la participación y discusiones dirigidas no solo a fomentar el aprendizaje de los conceptos y principios de la materia, sino también para aprender a participar en prácticas reales y conocer las aplicaciones tecnológicas de una ciencia experimental, que en este caso particular refiere a la Química.

Por otra parte, el uso de los materiales digitales en los procesos educativos, ha logrado ser motivador y facilitador del aprendizaje en los estudiantes. Sin embargo, para optimizar el impacto de estos recursos, es fundamental combinar eficientemente los requerimientos disciplinares, psicopedagógicos y tecnológicos. El uso de **Multimedia** en los materiales educativos, permite la incorporación de textos, fotografías, gráficos o ilustraciones, imágenes en movimiento (videos o animaciones) y audios (música o sonidos), dotando de mayor flexibilidad a la expresión de los contenidos desarrollados y la **Hipermedia** como integración del hipertexto y multimedia, facilita la accesibilidad a los contenidos multimediales, según las necesidades o

intereses del usuario. Teniendo en cuenta este marco conceptual, se decidió la producción de un **Material Educativo Hipermedial Interactivo (MEHI)**.

Distintos investigadores enunciaron **Principios para el diseño de materiales digitales**, que deben ser considerados para la realización de materiales educativos digitales de calidad. Estos principios y las bases teóricas enunciadas más arriba se vinculan, para proponer una intervención pedagógica para la enseñanza y el aprendizaje de la Química, que es la base para el desarrollo del presente trabajo de tesis.

### 7.2.2 Aportes metodológicos

Luego de realizar el estudio de materiales para la enseñanza de la Química disponibles en la web, analizando sus debilidades y fortalezas para ser tenidos en cuenta en la producción del MEHI, se decidió, además de respetar las bases teóricas analizadas, contar con la sistematización y guía que proveen los modelos del **Diseño Instruccional** para la producción de materiales digitales.

En este marco se decidió utilizar el **Modelo de ADDIE**, para la planificación y realización del material. Este modelo de diseño instruccional se lo designa por el acrónimo de los términos Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación que constituyen las 5 fases del modelo para la producción de materiales (Fig. 1), fue considerado el más apto para la realización del MEHI.



Figura 1.

Además, para crear materiales didácticos multimedia atractivos, con actividades interactivas, vídeos, audios, fotografías, animaciones, etc., que fueron incorporados al MEHI, se requirió la utilización de una **herramienta de autor**. Las herramientas de autor son softwares disponibles en la WEB que permiten la generación de este tipo de materiales. Investigando sobre las ventajas, inconvenientes y potencialidad de estas herramientas, se decidió utilizar **Educaplay** porque presenta ventajas tanto en aspectos técnicos como la instalación, usabilidad, compatibilidad, licencia etc., como en aspectos psicopedagógicos como la capacidad de producir materiales atractivos, motivadores, pertinentes, eficaces y con impacto.

### 7.2.3 Aportes al contexto de estudio de caso

Una vez producido el MEHI, se valoró la posibilidad de realizar una experiencia de aplicación educativa real para evaluar el impacto del material.

Se propuso realizar un estudio de caso en el contexto de una investigación descriptiva transversal. Para ello el material hipermedial MEHI se incorporó en una modalidad Flipped Classroom o de aula invertida, donde el alumno recibe el material hipermedial previo a la clase, lo utiliza para la comprensión de los contenidos y luego en clase, se realizan actividades en las

que se involucran procesos cognitivos de mayor complejidad, de manera de consolidar durante la clase presencial, con la asistencia del docente, el aprendizaje previo realizado por el alumno. El estudio de caso, se desarrolló en UNNOBA, en la asignatura Química General e Inorgánica que se dicta para las carreras de Ingeniería y Genética.

Para evaluar esta experiencia áulica, se articularon técnicas cualitativas y cuantitativas que permitieron dar cuenta de los alcances y limitaciones de la estrategia didáctica implementada.

Las herramientas de evaluación utilizadas fueron: evaluación de las fases de producción del MEHI, encuesta a los alumnos, encuesta a docentes, observación participante, análisis de producciones de los estudiantes y triangulación de datos. Se utilizó grupos control para comparar los resultados.

Los datos obtenidos mediante la aplicación de esta metodología de evaluación resultaron convergentes, y permitieron evaluar desde múltiples puntos de vista el objeto de estudio, complementándose y aportando una mejor comprensión de lo sucedido en el aula.

La realización de este trabajo de tesis permitió explorar ventajas y dificultades de la implementación de materiales hipermediales en el contexto de la modalidad Flipped Classroom. Esta experiencia puede resultar valiosa a la hora de pensar acerca de las distintas posibilidades para modificar la práctica cotidiana del aula, con la incorporación de materiales hipermediales en el contexto propuesto por esta tesis, o en otros con distintos alcances y objetivos.

Analizando los datos obtenidos a partir de las herramientas de evaluación utilizadas, tanto los estudiantes como los docentes, califican como positiva a la propuesta didáctica de uso del MEHI per se y en contexto real, considerándola una herramienta motivadora para la enseñanza y facilitadora de los aprendizajes.

En cuanto a los Aspectos Técnicos, relativos a instalación, velocidad, navegación, más del 90% de docentes y alumnos encuestados, lo califican como satisfactorios.

### **7.3 Análisis de logros alcanzados respecto a los objetivos propuestos y a las preguntas de investigación planteadas.**

El **objetivo general** de este trabajo fue *investigar sobre las posibilidades de los materiales educativos hipermediales, para el aprendizaje en Química General*. A continuación se retoman los **objetivos específicos** enunciados en el Capítulo 1, junto a una interpretación de los logros alcanzados:

- *Analizar antecedentes en la utilización de materiales hipermediales para la enseñanza y aprendizaje de la Química. Aspectos positivos y barreras encontradas por otros autores.*

En el Capítulo 2, se analizaron seis materiales multimedia disponibles en la Web para estudio de la Química, que habían sido probados en contexto educativo.

En general, los resultados obtenidos mostraron que los estudiantes de los grupos experimentales obtuvieron mejores puntajes en las evaluaciones respecto de los grupos control, sobre todo en contenidos donde figuras o animaciones tuviesen una influencia decisiva en el aprendizaje, como es el caso de estructura de moléculas o mecanismos de reacción.

- *Estudiar los aportes que puede realizarse desde la Psicología Cognitiva y del Diseño Instruccional para mejorar la producción de materiales digitales hipermediales para uso en la enseñanza de la Química.*

En el Capítulo 1 se desarrollan los aportes de la Psicología Cognitiva en el aprendizaje multimedia, a través de la Teoría cognitiva del aprendizaje multimedia y la Teoría de la carga cognitiva.

En el Capítulo 4, como se indicó en los aportes metodológicos, se describen los principales modelos de Diseño Instruccional, y se justifica la elección del modelo de ADDIE como guía y planificación de la producción del MEHI.

- *Estudiar y comparar un conjunto de Herramientas de autor para el diseño de materiales digitales.*

En el Capítulo 3, como se menciona en los aportes metodológicos, se muestra el análisis pormenorizado y comparativo de ocho Herramientas de autor, de uso gratuito, disponibles en la Web y se justifica la elección de Educaplay.

- *Diseñar e implementar un software educativo considerando las investigaciones previas realizadas.*

En el capítulo 4 se describe el proceso de producción del MEHI, tomando en consideración el marco teórico de la Teoría cognitiva del aprendizaje multimedia, la Teoría de la carga cognitiva, la Teoría situativa, los Principios para el diseño de materiales digitales, las fortalezas y debilidades de materiales educativos multimedia analizados y en lo metodológico utilizando el modelo de ADDIE como guía de producción y Educaplay, como Herramienta de autor para la producción de materiales educativos multimedia.

En lo referente a la aplicación en contexto educativo, en el Capítulo 5 se muestra el diseño de la experiencia áulica del tipo Flipped Classroom en la que se usa el MEHI y las herramientas de evaluación a utilizar.

- *Realizar la evaluación del material educativo desarrollado por docentes especialistas en el tema y por alumnos.*

En el capítulo 6 se describen e interpretan los datos obtenidos con las herramientas de evaluación aplicadas para el estudio del MEHI y su impacto en contexto educativo real.

A continuación se retoman las **preguntas de investigación** planteadas en el Capítulo 1, junto a una interpretación de logros alcanzados:

1. *¿Cuál es la evaluación que realiza la Psicología Cognitiva sobre las habilidades cognitivas involucradas en el uso los materiales hipermediales educativos?*

En el capítulo 2, se desarrollan los aportes de la **Teoría cognitiva del aprendizaje multimedia** para explicar la manera en que las imágenes y los textos apoyan la comprensión de los contenidos en el aprendizaje multimedia. Esta teoría, define la arquitectura y las funciones cognitivas del ser humano. Supone que la información que entra al cerebro, es procesada en tres diferentes estructuras, a saber: a) la memoria sensorial, b) la memoria de trabajo, y c) la

memoria de largo plazo. Un individuo que entiende un texto con imágenes, selecciona información relevante del texto y construye una representación mental; de manera similar, selecciona información relevante de las imágenes y crea un modelo mental visual. El paso final es construir conexiones entre los modelos.

Luego, se menciona la teoría de la **Carga Cognitiva** definida como la cantidad total de la actividad mental procesada conscientemente en un momento dado. Estimular el uso de los esquemas de la memoria de largo plazo, que no consumen recursos cognitivos, cuando son automatizados luego de una extensa práctica, garantizan la ejecución espontánea y fácil de una tarea, sin recargar la memoria de trabajo con demasiada información al mismo tiempo.

Fue necesario también, distinguir entre la Carga Cognitiva intrínseca, extrínseca y relevante (o germánica) y tenerlas en cuenta en la producción de materiales multimediales, para permitir un aprendizaje más profundo, con la comprensión de contenidos complejos, que puedan ser utilizados para resolver problemas novedosos.

La **teoría situativa**, mencionada también en el Capítulo 2, complementa la teoría cognitiva en relación al aprendizaje multimedia de la Química. Tiene en cuenta las prácticas de los químicos en el uso habitual de representaciones para la comprensión de contenidos abstractos y el aprendizaje de la ciencia como un proceso de investigación.

### *2. ¿Cuáles son los antecedentes de materiales educativos hipermediales aplicados a la enseñanza de la Química?*

En el Capítulo 2, se estudiaron seis materiales multimedia, probados en contexto educativo para enseñanza de la Química, que se hallan disponibles en la Web, para poder identificar fortalezas y debilidades de estas herramientas digitales.

Se analizaron los siguientes materiales: el **SMV: Chem** (Simultaneous Multiple Representations in Chemistry) , el **4M:Chem**, el **Connected Chemistry** , el **Molecular Workbench** , el **ChemSense Gallery** y el **ChemDiscovery**.

A partir de la investigación realizada se observó que no resulta simple encontrar recursos tecnológicos que asistan en forma efectiva el aprendizaje de la Química, tanto en el aula como en las actividades de laboratorio. En todos los casos, los estudios y experiencias analizados abogan por la integración de imágenes, animaciones, simulaciones, modelos y otros elementos multimedia. Concluyen que para diseñar materiales digitales para enseñanza de la Química, debe examinarse el tipo de contenido a abordar caso por caso, ya que en algunas situaciones resultan más efectivos los modelos moleculares o animaciones y en otros, los sistemas simbólicos que incluyen fórmulas químicas, ecuaciones o gráficos.

### *3. ¿Cuáles son los principales aspectos en consideración para optimizar la calidad en la producción de esos materiales educativos digitales?*

El marco teórico que se plantea a partir de la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia desarrollada en el capítulo 1, da la base inicial para abordar la producción de estos materiales. Luego como se trató en el Capítulo 2, la observación de los Principios para el diseño de materiales digitales como el principio multimedia, el de contigüidad o de atención dividida, el de modalidad, el de señalización, el de interactividad, el de personalización de voz e imagen y el de consignas resueltas, permiten tomar en consideración aspectos probadamente útiles para el diseño materiales digitales de calidad.

También el análisis de las fortalezas y debilidades de los materiales educativos digitales para enseñanza de la Química disponibles en la web, permitió comprender la magnitud de las dificultades que eran necesarias abordar para producir el MEHI. Luego la aplicación del modelo de ADDIE de Diseño Instruccional, como se estudia en el Capítulo 2 y la evaluación de las etapas de producción como se documenta en el Capítulo 6, aportaron las consideraciones y procedimientos para optimizar la producción del MEHI.

**4. *¿Cuáles son las herramientas de autor más útiles en el diseño y producción de estos materiales?***

En el capítulo 3, se muestra el estudio pormenorizado y comparativo de ocho Herramientas de autor de uso gratuito disponibles en la Web: Ardora, Constructor, Cuadernia, Edilim, Exelerning, jClic, Malted y Educaplay. Se analizó en forma comparativa, el tipo de licencia, la plataforma en que pueden utilizarse, el nivel de personalización, el paquete de actividades que ofrece, la capacidad de incluir evaluaciones, las posibilidades de navegación, el formato de salida y la compatibilidad con estándares.

Luego de este análisis, se decidió utilizar EDUCAPLAY una herramienta Web 2.0 fácil de usar, sencilla e intuitiva, que permite la creación de actividades multimedia interactivas que quedan disponibles online y pueden ser compartidas por medio de enlaces en Páginas, Blogs o Plataformas Educativas. Además, esta herramienta de autor, contiene tutoriales multimedia y ejemplos para cada una de las plantillas que ofrece y un procedimiento de edición muy simple y versátil para corregir o adaptar los materiales producidos. Presenta plantillas muy útiles para usar en el nivel superior de enseñanza, tal el caso de Video Quiz, que permite crear videos a partir de otros videos o parte de ellos y transformarlos en materiales interactivos. Además, no requiere la instalación de ningún programa adicional, solo utiliza el plugin de Flash y un navegador de internet (Explorer, Firefox, Opera, Chrome). Se utilizaron también en la producción, otros programas como Paint para creación de imágenes, el programa online Voice Recorder para grabación y edición de audios, y los programas de Microsoft Smartart para producir esquemas y Word para procesar textos.

**5. *¿Cuál es el marco de evaluación más apto para determinar el impacto de su utilización en un contexto educativo?***

Tal como se propuso en el Capítulo 5, para la evaluación de impacto de MEHI, se diseñó una experiencia áulica, en la cual los alumnos de la asignatura Química General e Inorgánica de UNNOBA, utilizan el material hipermedial, en el contexto de una modalidad Flipped Classroom o de aula invertida. El alumno recibe el MEHI previo a la clase, lo utiliza para el aprendizaje de los contenidos y luego en clase, se realiza una intervención pedagógica que permita avanzar con actividades que involucran procesos cognitivos de mayor complejidad, ya que el alumno que navegó el material, pudo realizar una introducción a los contenidos. En las experiencias de Flipped Classroom, es posible consolidar durante la clase presencial, el aprendizaje previo realizado por el alumno.

Para la evaluación de esta experiencia áulica, se realizó un estudio de caso en el contexto de una investigación descriptiva transversal. El objetivo del estudio de caso, consistió en indagar las reacciones, las respuestas o las consecuencias de conducta en la unidad en estudio, dentro de un marco de referencia. A partir de los datos extraídos de la muestra seleccionada, comparados

con los grupos control, se procuró extraer conclusiones válidas sobre la población que representa la muestra.

#### **6. *¿Cuál es el impacto de estos materiales en un contexto real de enseñanza aprendizaje?***

En el Capítulo 6, se presentó la metodología de análisis del estudio de caso con el que se intentó abordar la investigación del impacto del material producido. Se trató de una metodología cuali-cuantitativa que involucra la implementación de diversos instrumentos de recolección de datos: encuestas a estudiantes que participan de la experiencia áulica; encuestas docentes; observación participante; análisis de las producciones escritas de los alumnos en las evaluaciones parciales que incluyen temas tratados durante la experiencia áulica, comparados con grupos control; producción de los alumnos en los test propuestos al finalizar cada capítulo del MEHI y la triangulación de datos obtenidos. Toda esta información permitió comprender en mayor profundidad el impacto producido en la experiencia.

En el capítulo 6, se presentaron los resultados obtenidos con los distintos instrumentos de recolección de datos. La valoración de los alumnos y los docentes respecto de MEHI resultó positiva en varios de los aspectos analizados, ya sea por considerarlo un espacio motivador y facilitador del aprendizaje como también valorar la simplicidad en el acceso y la navegación, y los aspectos estéticos y didácticos del material. En las producciones tanto parciales como en las evaluaciones con devolución al tutor, los resultados fueron buenos, incluso cuando se las compara con los grupos control. En la observación participante realizada durante la experiencia, se observó que se involucraron recursos cognitivos de mayor complejidad que en la clase tradicional y dio la posibilidad de abordar contenidos más complejos o profundizar los más básicos.

#### **7.4 Líneas de trabajo a futuro**

Se considera de interés la profundización y actualización continuas del marco teórico de la enseñanza y aprendizaje de la Química con la incorporación de materiales digitales.

Asimismo se considera de interés explorar la inclusión de actividades experimentales a través de laboratorios virtuales de Química y simuladores virtuales educativos que aportan interesantes ventajas, desde lo motivacional, permitiendo realizar mayor número de prácticas ante las limitantes de tiempo, lugar físico, insumos, docentes, etc., la eliminación del riesgo de accidentes, la inclusión de prácticas experimentales en cursos de la modalidad a distancia, la disminución de los costos, y la autogestión aprendizaje en propuestas asincrónicas o el aprendizaje en grupo en las propuestas en contextos colaborativos.

Si bien se ha demostrado que la inclusión de Materiales Didácticos Hipermediales para enseñanza de la Química resultan recursos positivos como facilitadores de los procesos de enseñanza y aprendizaje, sin embargo, para poder sacar un máximo provecho de estos materiales, es necesario continuar trabajando sobre la estrategia de su inserción en el aula, extendiéndolo a otros temas y unidades. Además, es posible proponer una línea de investigación que aborde cuestiones vinculadas a la optimización de los diseños de cursos semipresenciales y a distancia para la enseñanza de la Química y otras disciplinas científicas, con

inclusión de práctica experimental, que requieran una mínima conectividad y al mismo tiempo puedan ser utilizados en dispositivos móviles.

Otra de las cuestiones a tener en cuenta en la actualización del aula de Química, es incorporar sistemas de evaluación formativa virtual. La virtualidad facilita el proceso de implementación de estas pruebas y además, no se utiliza tiempo de la presencialidad, que puede dedicarse a otras actividades. Este tipo de herramientas, brindan información al docente sobre la marcha del proceso de aprendizaje, y permite al alumno autoevaluar su progreso y detectar inconvenientes que limitan su aprendizaje. Los alumnos, prefieren aquellas Universidades donde se proponen cursos intensivos con evaluación continua, porque les resulta motivador para el estudio. La utilización de las TIC con estos objetivos, puede ser un camino, sobretodo en cursadas muy numerosas, con tiempo limitado de dictado. Queda abierta la posibilidad para la profundización de estas estrategias que deberán ser validadas en contextos educativos reales.

Se propone además, la presentación en congresos y otros eventos de la especialidad la difusión de las conclusiones alcanzadas en esta tesis.

# Capítulo 8

## Capítulo 8- Bibliografía

Aedo, N., Diaz, P. 1996. The evaluation of hipermedia learning Enviroment: The CESAR xperience. Joournal of Educational Multimedia and Hypermedia, 5(1). Pags. 49-72

Agapova, O., Jones, L., Ushakov, A., Ratcliffe, A., & Martin, M. (2002). Encouraging independent chemistry learning through multimedia design experiences. *Chemical Education International*, 3(3), 1-8.

Akbar, S.A., Abdollah, K.T., Ali, S. 2013. "Developing a conceptual model for establishing virtual laboratories". Fourth International Conference on E-Learning and ETeaching (ICELET), págs. 56-62, 978-1-4673- 5267-3.

Andersson, B. (1990). Pupils' conceptions of matter and its transformations (age 12-16). *Studies in Science Education*, 18, 53-85

Anderson, w. l. y David r. Krathwohl, D. r., et al (Eds.). (2001) Una taxonomía para el aprendizaje, enseñanza y evaluación: una revisión de la taxonomía de Bloom de objetivos educativos. Boston: Allyn & Bacon.

Ardac, D. & Akaygun, S. (2004). Effectiveness of multimedia-based instruction that emphasizes molecular representations on students' understanding of chemical change. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 317-337.

Artino, A. R. 2008. Cognitive Load Theory and the Role of Learner Experience: An Abbreviated Re-view for Educational Practitioners. *Association for the Advancement of Computing In Education Journal, AACE Journal*, 16 (4), 425-439. Dis-ponible en: [editlib.org/d/25229](http://editlib.org/d/25229)

Banerjee, A. 1995. Teaching chemical equilibrium and thermodynamics in undergraduate general chemistry classes. *Journal of Chemical Education*, 72, 879- 881.

Barnea, N. & Dori, Y. 1999. High-school chemistry students' performance and gender differences in a computerized molecular modeling learning environment. *Journal of Science Education and Technology*, 8(4), 257-271.

Bartolomé, M y Cabrera, F. 2000 Nuevas tendencias en la evaluación de programas de educación multicultural. *Revista de Investigación educativa*. 18(2), 463-479

Benítez L. María G. 2010, Marzo. Modelo de diseño instruccional ASSURE aplicado a la educación a distancia. Tlatemoani, Revista académica de investigación

Bergmann y Sams (2012). Flip your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every day. Washintong. Disponible en Washintong. Disponible en: [http://www.flippedlearning.org/cms/lib07/VA01923112/Centricity/Domain/46/FLIP\\_h](http://www.flippedlearning.org/cms/lib07/VA01923112/Centricity/Domain/46/FLIP_h)

- Berney, S., Betrancout, M. 2017. Learning three dimensional anatomical structures with animation: Effects of orientation reference and learners spatial ability. *Innovations in research and application*. Berlin.
- Brown, A. & Campione, J. 1994. Guided discovery in a community of learners. In K. McGilly (Ed.), *Classroom lessons: Integrating cognitive theory and classroom practice* (pp. 229-270). Cambridge, MA: MIT Press.
- Brown, J.S., Collins, A., & Duguid, P. 1989. Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.
- Bunce, D., & Gable, D. 2002. Differential effects on the achievement of males and females of teaching the particulate nature of chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(10), 911-927.
- Camacho, M. & Good, R. 1989. Problem solving and chemical equilibrium: Successful versus unsuccessful performance. *Journal of Research in Science Teaching*, 26, 251-272.
- Camarda P., Minzi V. 2012. "Primaria Digital, Aulas digitales móviles, Manual general introductorio". Primera edición. Buenos Aires. Ministerio de Educación de la Nación, 2012. ISBN 978-950-00-0949-2.
- Camarda P., Minzi V. 2012. "Primaria Digital, Aulas digitales móviles, Manual general introductorio". Primera edición. Buenos Aires. Ministerio de Educación de la Nación, 2012. ISBN 978-950-00-0949-2.
- Campanario, J.M., Moya, A. y Otero, J.C. 1999. La metacognición y el aprendizaje de las ciencias, en Banet. Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias. Volumen I, Ponencias presentadas en el V Congreso Internacional sobre Enseñanza de las Ciencias, Murcia ( España)
- Cárdenas, F, A. 2006. Dificultades de aprendizaje en química: Caracterización y búsqueda de alternativas para superarlas. *Ciencia y educación*, 12(3), 333-346
- Chong, T. S. 2005. Recent Advances in Cognitive Load Theory Research: Implications for Instructional Designers. *Malaysian Online Journal of Instructional Technology (MOJIT)*, 2 (3), 106-117.
- Coll, C. 2008. Aprender y enseñar con las TIC. Expectativas, realidad y potencialidades. En Boletín de la Institución Libre de Enseñanza, 72, Madrid. Disponible en <http://www.educ.ar/sitios/educar/recursos/ver?id=70819> cotidiano al científico, ediciones morales s.l. Madrid.
- Cookson, P.S. 2003. Elementos de diseño instruccional para el aprendizaje significativo en la educación a distancia. En Memorias de la IV Reunión Nacional de Educación Superior, Abierta y a Distancia. Sonora, México: Universidad de Sonora.
- Davis, J. 2001. Conceptual Change. In M. Orey (Ed.), *Emerging perspectives on learning, teaching, and technology*. Disponible en: <http://www.coe.uga.edu/epltt/conceptualchange.htm>

De Koning, B. B., & Jarodzka, H. (2017). Attention guidance strategies for supporting learning from dynamic visualizations. In R. Lowe & R. Ploetzner (Eds.), *Learning from dynamic visualization – Innovations in research and application*. Berlin: Springer (this volume)

DELISLE, N., y SCHWARTZ, M. D. (1989): "Collaborative Writing with Hypertext", en *IEEE Transactions on Professional Communication*, 32 (3), pp. 183-188.

Dell'Arciprete, Rubén. 2013. Propuesta de Especialización en TIAE "Relevamiento de Materiales educativos digitales para la enseñanza y el aprendizaje de la Química". Facultad de Informática.

Dori, Y. & Barak, M. 2001. Virtual and physical molecular modeling: Fostering model perception and spatial understanding. *Educational Technology and Society*, 4(1), 61-73.

Furió, C., & Calatayud, M.L. (1996). Difficulties with the geometry and polarity of molecules: beyond misconceptions. *Journal of Chemical Education*, 73, 37-41.

Furió, C., & Furió, C. (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *Educación Química* 11(3), 300-308

Gable, D. (1998). The complexity of chemistry and its implications for teaching. In B. Fraser & K. Tobin (Eds.), *International Handbook of science education* (pp 233- 248). Dordrecht: Kluwer.

García Sánchez, Eduardo et al. (2016) Metodología para el desarrollo de software multimedia educativo MEDESME. CPU-e. Rev. Investig. Educ [online]. 2016, n.23, pp.216-226. ISSN 1870-5308.

Gómez Villa, Franco Morales, A., Martínez Valenzuela, J., Pastor Marín, P., Marín Saorín, S., Reyes Camacho Marín, S. y Villalba del Baño, J. 2002. "Herramientas de Autor e integración Curricular: 'Las Aventuras de Topy', una aplicación multimedia para el desarrollo de la comunicación alternativa y aumentativa en el aula". Actas del II Congreso Nacional de Nuevas Tecnologías y Necesidades Educativas Especiales, Murcia, España.

Góngora Parra, Yisell; Martínez Leyet, Olga Lidia. 2012. Del diseño Instruccional al Diseño de Aprendizaje con aplicación de Tecnologías. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, vol. 13, núm. 3, pp. 342-360 Universidad de Salamanca Salamanca, España.

Gorga G., Sanz C., Madoz C. 20013. "WebECALEAD: diseño de un prototipo web como herramienta de soporte para la Evaluación de Calidad en Educación a Distancia". XIX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. CACIC 2013. Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

Greeno, J. 1998. The situativity of knowing, learning, and research. *American Psychologist*, 53(1), 5-26. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 199217.

Herrera, Batista Miguel Ángel. 2001. "Las fuentes del aprendizaje en ambientes virtuales", Universidad Autónoma Metropolitana

Herrera, G., Gregori, C., Samblás, M., Sevilla, J., Montes, R., Abellán, R. (2009). Cuadernia, una herramienta multimedia para elaborar materiales didácticos. *revista d'innovació educativa*, 2.

Herrera, G., Gregori, C., Samblás, M., Sevilla, J., Montes, R., Abellán, R. (2009). Cuadernia, una herramienta multimedia para elaborar materiales didácticos. *revista d'innovació educativa*, 2.

JIMÉNEZ, G. y LLITJÓS, A. 2006: «Cooperación en entornos telemáticos y la enseñanza de la química», en Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 3(1); 115-133 ([www.apac-eureka.org/revista/Volumen3/Numero\\_3\\_1/Jimenez\\_y\\_Llitjos\\_2006.pdf](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen3/Numero_3_1/Jimenez_y_Llitjos_2006.pdf)) (08-01-06).

Khoshouie. Ahmad. 2014. Molecular Workbench Software as Computer Assisted Instruction to Aid the Learning of Chemistry. *Journal of Educational and Social Research* Vol. 3 Nº3

Kitchenham, B., 2004. In: Procedures for Undertaking Systematic Reviews. Joint Technical Report, Computer Science Department, Keele University (TR/SE-0401) and National ICT Australia Ltd (0400011T.1).

Klobas, Jane. 2005. Teaching with a scalable, multidisciplinary learning object: A business school case study. *Journal of Information Systems Education*. p. 329-340.

Kozma, R.B. 2000b. The use of multiple representations and the social construction of understanding in chemistry. In M. Jacobson & R. Kozma (eds.), *Innovations in science and mathematics education: Advanced designs for technologies of learning* (pp. 11-46). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Kozma, R.B., Chin, E., Russell, J., & Marx, N. 2000. The role of representations and tools in the chemistry laboratory and their implications for chemistry learning. *Journal of the Learning Sciences*, 9(3), 105-144.

Kozma, R.B., Russell, J., Jones, T., Marx, N., & Davis, J. (1996). The use of multiple, linked representations to facilitate science understanding. In S. Vosniadou, R. Glaser, E. DeCorte, & H. Mandel (Eds.), *International perspective on the psychological foundations of technology-based learning environments* (pp. 41-60). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Kozma, R. Russell, J. 2005. Multimedia Learning of Chemistry. In R.E. Mayer (Ed), *Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 409-428) New York: Cambridge University Press

Krajcik, J., Blumenfeld, P., Marx, R., Bass, K., Fredricks, J., & Soloway, E. 1998. Inquiry in project-based science classrooms: Initial attempts by middle school students. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3&4), 313-351.

Kuhn, D. (2001). How do people know? *Psychological Science*, 12, 1-8

Lave, J. & Wenger, E. 1991. *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Mayer, R. 2000. Diseño educativo para un aprendizaje constructivista. En: Reigeluth, Ch. (Eds) Diseño de la instrucción Teorías y modelos. Un paradigma de la teoría de la instrucción. Parte I. 153-171 Madrid: Aula XXI Santillana

Mayer, R. E. 2014. Introduction to multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (2nd ed., pp. 1-25). Cambridge, U.K.; New York: Cambridge University Press

Moncaleano, H., Furió, C., & Hernández, J. (2003). Comprensión del equilibrio químico y dificultades en su aprendizaje. Enseñanza de las ciencias. Número extra, 111-118.

Moralejo L., Sanz C., Pesado P., Baldassarri S. 2013. "Avances en el diseño de una herramienta de autor para la creación de actividades educativas basadas en realidad aumentada". Congreso Argentino de Ciencias de la Computación CACIC 2013. Octubre de 2013, Mar del Plata. Publicado en Proceedings del Workshop.

Moreno, F. & Santiago, R. (2003). Formación online. Guía para profesores universitarios. Universidad de la Rioja

Noh, T. & Scharmann, L. (1997). Instructional influence of a molecular-level pictorial presentation of matter on students' conceptions and problem-solving ability.

Ösmen, H. 2008. The influence of computer-assisted instruction on students' conceptual understanding of chemical bonding and attitude toward chemistry: A case for Turkey. *Computers & Education*, 51, 423-438.

Paas, F.; Tuovinen, J. E.; Tabbers, H. & Gerven, P. W. M. 2003. Cognitive Load Measurement as a Means to Advance Cognitive Load Theory. *Educational Psychologist*, 38 (1), 63-71.

Ploetzner, R., & Breyer, B. (2017). Strategies for learning from animation with and without narration. In R. Lowe & R. Ploetzner (Eds.), *Learning from dynamic visualization – Innovations in research and application*. Berlin: Springer Publishers (this volume).

Ponzio C., Sanz C., De Giusti L. 2012. Propuesta de Especialización TIAE "Herramientas de autor para el desarrollo de material educativo multimedial. Relevamiento y clasificación".

Pozo J. I., Gómez Crespo, M. 2004. Aprender y enseñar ciencia del conocimiento

Reigeluth, C. M. (1983). Meaningfulness and Instruction: Relating What Is Being Learned to What a Student Knows. *Instructional Science*, v12 n3 p197-218 Oct 1983, 12(3).

Richard E. Mayer. 2003. The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction* 13 (2003) 125–139. University of California, Santa Barbara, USA

Richey, Rita C., Fields, Dennis C. y Foxon, Marguerite. 2001. Instructional Design Competencies: The Standards. ERIC Clearinghouse on Information & Technology, Syracuse University. s.l.: Third Edition, 2001

Russell, J., & Kozma, R. 1994. 4M:Chem - Multimedia and Mental Models in Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 71(669-670).

Russell, J., Kozma, R., Becker, D., & Susskind, T. 2000. SMV:Chem; Synchronized Multiple Visualizations in Chemistry [software]. New York: John Wiley.

Russell, J., Kozma, R., Jones, T., Wykoff, J., Marx, N., & Davis, J. 1997. Use of simultaneous-synchronised macroscopic, microscopic, and symbolic representations to enhance the teaching and learning of chemical concepts. *Journal*

Russell, Joel y Kozma, Robert.b.2000. Assessing learning from the use of multimedia chemical visualization. *Visualization in Science Education*, John Gilbert (Ed.)

Sacco, G. (2004). "Los objetos de aprendizaje: nacidos en zona de conflicto". *E-learning América Latina*, nº 37

Salinas, J. 2004: "Cambios metodológicos con las TIC. Estrategias didácticas y entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje". *Bordón* 56 (3-4). 469-481

Salinas, J. 2004a. "Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria". *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. UOC. Vol. 1, nº 1.

Sanger, M. & Greenbowe, T. 2000. Addressing student misconceptions concerning electron flow in aqueous solutions with instruction including computer animations and conceptual change strategies. *International Journal of Science Education*, 22(5), 521-537.

Sanger, M., Phelps, A., & Fienhold, J. 2000. Using a computer animation to improve students' conceptual understanding of a con-crushing demonstration. *Journal of Chemical Education*, 77(11), 517-1520.

Schank, P. & Kozma, R. 2002. Learning chemistry through the use of a representation- based knowledge-building environment. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 21(3), 253-279.

Schnotz, Wolfgang. 2002. *Aprendizaje multimedia desde una perspectiva cognitiva*. *Revista de Docencia Universitaria Vol 2 N°2.España*.

Shaffer, D.; Doube, W. & Tuovinen, J. 2003. *Applying Cognitive Load Theory to Computer Science Education*. Paper presented at the 15th Workshop of the Psychology of Programming Interest Group, Keele UK. Disponible en: <http://www.ppig.org/papers/15th-shaffer.pdf>

Sharona T. y Uri W.2003. Connected Chemistry - A study of secondary students using agent-based models to learn Chemistry. Presented at the 2004 annual meeting of the American Educational Research Association.

Siemens, George. 2004. A learning theory for the digital age [en línea]. Disponible en <http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism.htm>

Stieff, M. & Wilensky, U. 2003. Connected Chemistry: Incorporating interactive simulations into the chemistry curriculum. *Journal of Science Education and Technology*, 12(3), 285-302.

Sweller, J. 1988. Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science*, 12: 257–285. doi:10.1207/s15516709cog1202\_4

Sweller, J. 2002. Visualisation and Instructional Design. *Knowledge Me-dia Research Center*. Disponible en: <http://www.iwm-kmrc.de/works-hops/visualization/sweller.pdf>

Thomas, P. & Schwenz, R. 1998. College physical chemistry students' conceptions of equilibrium and fundamental thermodynamics. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(10), 1151-1160.

Van Dalen, Deobold B.(1971) Manual de técnica de la investigación educacional. : Paidós.542 p. Biblioteca del Educador Contemporáneo

Whittington, C. D. (1996): "MOLE: Computer-Supported Collaborative Learning", en *Computers & Education*, 26( 1/3), pp. 153-161.

Williamson, V. & Abraham, M. 1995. The effects of computer animation on the particulate mental models of college chemistry students. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(5), 521-534.

Xie, Q. & Tinker, R. 2004. *Molecular dynamics simulations of chemical reactions for use in education*. Concord, MA: Concord Consortium.

Yang, E.-M., Greenbowe, T., & Andre, T. 2004. The effective use of an interactive software program to reduce students' misconceptions about batteries. *Journal of Chemical Education*, 87(4), 587-595

**Anexos**

## Anexo I

## Actividades Interactivas del MEHI

Capítulo	Tema	Ejercicios	Autoevaluación
1 – Introducción	Aplicaciones tecnológicas	video electrodiálisis 11 E	11A relacionar grupos
	Evolución histórica	video Galvani 12E	completar 12A
	Electricidad y procesos químicos	cuadro sinóptico 13E	completar 13A
2- IDEASPRE VIAS	Número de oxidación	completar 21E	mapa interactivo 21A
	Ag. oxidantes y reductores	relacionar columnas 22E	cuestionario (bueno) 22A
	Balanceo de ecuaciones redox	completar 23E	mapa completar pasos:1- 2 -3 -4
	Electrolitos	completar 24E	Mapa completar escribiendo 24A
	Termoquímica	Cuestionario25E	Mapa completar escribiendo 25A
3-CELDA GALVANICA	Esquema y componentes de una pila	completar 31E	mapa elegir 31A
	Notación de pila	relacionar grupos 32E	presentación 32A
	Potencial estándar	Pila Daniell 33E	presentación 33A
	Electrodo de referencia	completar 34E	cuestionario 34A
	Tabla de potenciales	video 35E	cuestionario 35A
	Cálculo de la FEM	completar 36E	presentación 36A
	FEM y Energía libre	cuestionario 37E	presentación 37A
	FEM y Constante de equilibrio	completar NERNST 38E	presentación 38A
Pilas comerciales	relacionar columnas 39E	cuestionario 39A	
4 -CELDA ELECTROLITICA	Componentes y esquema de celda	completar 41E	mapa 41A
	Electrólisis sales fundidas	video 42E	video 42A
	Electrólisis del agua	completar 43E	cuestionario 43A
	Electrólisis de disoluciones	relacionar columnas 44E	video 44A
	Aspectos cuantitativos	presentación 45E	presentación 45A

## Capítulo 1

### 1. ¿Falso o Verdadero?

- a) Se puede purificar metales por electrólisis.
- b) El anodizado del Aluminio es un proceso electroquímico.
- c) Se puede desalinizar agua por medios electroquímicos.
- d) La neutralización ácido-base es un fenómeno electroquímico.

### 2. Completa la frase

- a) Volta diseña la primer.....
- b) Galvani estudia la..... en el músculo.
- c) Faraday enuncia las ..... de la Electrólisis.
- d) La ecuación de Nernst permite el cálculo del.....de pila fuera de las condiciones .....  
pila - leyes – conducción eléctrica- potencial – estándar

### 3. ¿Falso o Verdadero?

- a) En una pila, la reacción química redox es espontánea
- b) Una celda electrolítica genera energía eléctrica
- c) Celda Galvánica y electrolítica son sinónimos.
- d) Hay pilas en la que no está involucrada una reacción redox
- e) Una reacción redox se caracteriza por que se produce intercambio de ...

### 4. Completa la frase

- a) Para el funcionamiento de una celda electrolítica se requiere Energía.....
- b) Los dispositivos de interacción entre la energía eléctrica y las reacciones química se denominan.....
- d) La reacción redox en una celda electrolítica es.....
- e) Una reacción..... ocurre sin intervención externa.  
celdas electroquímicas - no espontánea - eléctrica - espontánea

### 5. Completa la secuencia

- a) En una celda..... una reacción química..... genera energía.
- b) Una pila produce Energía .....a partir de Energía.....

## Capítulo 2

**1. Determinar, utilizando las reglas, el número de oxidación de los átomos que constituyen las siguientes entidades químicas. Determinar además, el valor de la suma de los números de oxidación multiplicado por la atomicidad, de los átomos que constituyen las entidad químicas propuestas e indique con qué valor debe coincidir.**

- a)  $\text{HClO}_4$
- b)  $\text{Ca(OH)}_2$
- c)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$
- d)  $\text{LiH}$
- e)  $\text{CO}_3^{-2}$
- f)  $\text{K}_2\text{SO}_3$

**2. Escribir las ecuaciones de ionización o disociación de las siguientes sustancias.**

- a) NaCl
- b) HCl
- c) K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- d) NaOH

3. Con los datos indicados a continuación, decidir si la siguiente reacción será espontánea a) siempre b) nunca c) a alta temperatura d) a baja temperatura. Justificar  
 $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$

$$\Delta H^\circ = +177,7 \text{ kJ/mol} \quad \Delta S^\circ = +160,6 \text{ J/mol K}$$

4. Para las siguientes hemi reacciones, determinar si se trata de una hemi reacción de reducción u oxidación e identificar el átomo que cambia su número de oxidación.

- a)  $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{+2} + 2\text{e}^-$
- b)  $\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
- c)  $\text{SO}_3^{-2} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{SO}_4^{-2} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$

5 Balancear las siguientes reacciones redox por el método de ion-electrón.

- a)  $\text{MnO}_4^- + \text{H}^+ + \text{S}^{-2} \rightarrow \text{Mn}^{+2} + \text{H}_2\text{O} + \text{S}$
- b)  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{KClO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KCl} + \text{K}_2\text{SO}_4 + 5 \text{H}_2\text{O}$
- c)  $\text{KIO}_3 + \text{Cl}_2 + 2 \text{KOH} \rightarrow \text{KIO}_4 + 2 \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
- d)  $\text{MnO} + \text{PbO}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{HMnO}_4 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

## Capítulo 3

1. Realizar el esquema de una pila indicando: electrolito anódico, catódico, polaridad, puente salino, voltímetro, electrodos y sentido de flujo de los electrones.

2. Escribir la notación abreviada de las siguientes pilas:

- a)  $\text{Cu}^{+2}/\text{Cu} \quad E_o = 0,34\text{V} \quad \text{Zn}^{+2}/\text{Zn} \quad E_o = -0,76\text{V}$
- b)  $\text{Br}_2/\text{Br}^- \quad E_o = 1,07\text{V} \quad \text{Cl}_2/\text{Cl}^- \quad E_o = 1,36\text{V}$
- c)  $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{+2} \quad E_o = +1,49 \text{ V} \quad \text{Ag}^+/\text{Ag} \quad E_o = -0,13\text{V}$

3. Indicar cuál hemipila actuará como ánodo o cátodo en condiciones estándar frente al electrodo normal de hidrógeno.

- a)  $\text{Sn}^{+2}/\text{Sn} \quad E_o = -0,14 \text{ V}$
- b)  $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{+2} \quad E_o = +1,49 \text{ V}$

4. Indicar la reacción de hemipila del Electrodo Estándar de Hidrógeno.

5. Utilizando la tabla de potenciales, indicar los  $E_o$  de los siguientes pares y decidir si serán cátodo o ánodo frente al Electrodo Estándar de Hidrógeno. Justificar.

- a)  $\text{Ca}^{+2}/\text{Ca}$
- b)  $\text{Au}^{+3}/\text{Au}$

6. Calcular la FEM de las siguientes pilas en condiciones estándar

- a)  $\text{Na}^+/\text{Na} \quad E_o = -2,71\text{V} \quad \text{Mg}^{+2}/\text{Mg} \quad E_o = -2,37 \text{ V}$

- b)  $\text{Ag}^+/\text{Ag}$   $E_o = +0,80 \text{ V}$   $\text{Au}^{3+}/\text{Au}$   $E_o = +1,31 \text{ V}$   
 c)  $\text{Na}^+/\text{Na}$   $E_o = -2,71 \text{ V}$   $\text{Cl}_2/\text{Cl}^-$   $E_o = +1,36 \text{ V}$

7. Escribir la reacción global y calcular la FEM de las siguientes pilas:

- a)  $\text{Ce}^{3+}/\text{Ce}$   $E_o = -2,33 \text{ V}$   $\text{Al}^{3+}/\text{Al}$   $E_o = -1,67 \text{ V}$   
 $[\text{Ce}^{3+}] = 0,001 \text{ M}$   $[\text{Al}^{3+}] = 0,100 \text{ M}$   
 b)  $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$   $E_o = +1,49 \text{ V}$   $\text{Ag}^+/\text{Ag}$   $E_o = -0,13 \text{ V}$   
 $[\text{MnO}_4^-] = 0,01 \text{ M}$   $[\text{Mn}^{2+}] = 0,001 \text{ M}$   $[\text{H}^+] = 0,1 \text{ M}$

8. Decidir si las siguientes reacciones redox son espontáneas:

- a)  $2 \text{Na} + \text{Ba} \rightarrow 2 \text{Na} + \text{Ba}^{2+}$   
 $\text{Na}^+/\text{Na}$   $E_o = -2,71 \text{ V}$   $\text{Ba}^{2+}/\text{Ba}$   $E_o = -2,90 \text{ V}$

- b)  $\text{Sn}^{2+} + \text{Pb} \rightarrow \text{Sn} + \text{Pb}^{2+}$   
 $\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}$   $E_o = -0,14 \text{ V}$   $\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}$   $E_o = -0,13 \text{ V}$   
 $[\text{Sn}^{2+}] = 0,1 \text{ M}$   $[\text{Pb}^{2+}] = 0,001 \text{ M}$

9. Calcular la constante de equilibrio de las siguientes reacciones redox:

- a)  $\text{Ag} + \text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{Ag}^+$   
 $\text{Ag}^+/\text{Ag}$   $E_o = -0,80 \text{ V}$   $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$   $E_o = 0,77 \text{ V}$

- b)  $3 \text{I}_2 + 2 \text{Al} \rightarrow 6 \text{I}^- + 2 \text{Al}^{3+}$   
 $\text{I}^-/\text{I}_2$   $E_o = 0,54 \text{ V}$   $\text{Al}^{3+}/\text{Al}$   $E_o = -1,66 \text{ V}$

10. ¿Qué es una celda de combustible?

## Capítulo 4

1. Realice el esquema de una celda electrolítica indicando cátodo, ánodo, sentido de circulación de iones y electrones, fuente de energía y polaridad.

2. Complete la siguiente tabla:

### 3. Responda las consignas sobre el tema electrólisis sales fundidas:

- a) ¿Porqué cambian los productos de la electrolisis de sales disueltas respecto de las mismas sales fundidas?  
 b) ¿Cuáles son los productos de la electrólisis del NaCl fundido?  
 c) ¿En qué consiste el método de obtención de Aluminio por vía electrolítica?

4. Escriba las hemi reacciones anódica y catódica y reacción global de la electrólisis de una solución 0.1M de Acido Sulfúrico.

5. Responda las consignas sobre el tema sales disueltas:

- a) En principio ¿qué entidad química se va a reducir en el cátodo, la de mayor o menor potencial? Justifique  
 b) ¿Qué factores condicionan los productos de una electrólisis de una disolución de electrolito?  
 c) ¿Cuáles son los productos de electrólisis de una solución diluida y concentrada de NaCl ?

6. En dos celdas conectadas en serie se realiza una electrólisis durante 5 hs. Una de las celdas contiene una solución de NaCl, en ella se liberaron 1,30 g de  $\text{H}_2$ . La otra celda contiene una solución de  $\text{CuSO}_4$  ¿Cuántos gramos de Cobre y de Oxígeno se producen en el cátodo y ánodo de la segunda celda?

Datos MAR Cu: 63.5 MAR O: 16

### Anexo III

### Encuesta a docentes

ASPECTOS TECNICOS Y ESTETICOS		Muy buena	Buena	Regular	Mala
	1. Facilidad para instalar y desinstalar el material.				
	2. Velocidad de acceso a la aplicación y sus actividades.				
	3. Facilidad de navegación.				
	4. Nivel de orientación del usuario en el material.				
	5. Nivel de ayuda para operar el material.				
	6. Capacidad de utilizar el material sin conocimientos de informática.				
Entorno audiovisual	7. Organización de pantallas.				
	8. Tipo y tamaño de letra.				
	9. Uso del color y contraste.				
	10. Calidad de audios, videos, figuras.				
	11. Calidad de actividades interactivas.				

ASPECTOS DIDACTICOS					
Marcar las habilidades cognitivas que el software pone en juego:					
	Comprensión/ Interpretación	Cálculo /Resolución de problemas			
	Memorización/ Evocación	Imaginación/ Creación			
	Comparación /Relación	Planificación/Organización			
	Análisis /Síntesis	Exploración/Experimentación			
	Razonamiento inductivo (particular a general)	Expresión(verbal, escrita, gráfica)			
	Razonamiento deductivo(general a particular)	Desarrollo psicomotriz			
Evaluar los siguientes aspectos del software:					
		Muy buena	Buena	Regular	Poco adecuada
	12. Actualización de los contenidos.				
	13. Aporte y pertinencia del material multimedia (imágenes, videos, figuras, animaciones, etc.)				
	14. Capacidad motivadora (atractivo/interesante)				
	15. Grado de la dificultad de las actividades.				
	16. Variedad de actividades propuestas.				
	17. Estrategias didácticas.				
	18. Fomento del auto aprendizaje				
	19. Posibilidad de un itinerario formativo propio.				
	20. Adecuación del contenido al usuario.				
	21. Sistema de evaluación.				
	23. Tratamiento y orientación ante el error				
	23. Volumen de la información presentada.				
	24. Adecuación a los contenidos de Electroquímica de la asignatura.				
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES					
A) En líneas generales, ¿cómo le resultó la experiencia al interactuar con el software? ¿Qué aspectos considera destacar?					

<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	
<p>B) Cree que la utilización del software en relación al aprendizaje, lo puede:</p> <p>(marque con una cruz)</p>	Facilitar
	Entorpecer
	ser indistinto
<p>Justifique la elección en la consulta anterior:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	
<p>C) ¿En qué grupo de alumnos puede tener mayor incidencia el uso de la herramienta, en aquellos con mejor actitud, predisposición y facilidad para el aprendizaje o en aquellos con menor actitud y dificultades?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	
<p>D) ¿Utilizaría el software?, ¿en qué contexto?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	
<p>E) ¿Sería útil incluir en el software, todas las unidades del programa de la Asignatura Química General e Inorgánica, o en algunas con características especiales?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	
<p>F) Sugerencias para hacer la experiencia del uso de la herramienta más enriquecedora.</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	
<p>G) Inconvenientes surgidos durante el uso del software</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	

## Anexo IV

## Tabulación encuesta a docentes

### Aspectos Técnicos y estéticos

Respuestas ↓	Preguntas y frecuencia de respuesta										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Muy bueno	7	7	4	4		7	5	7	4	4	5
Bueno			3	2	6		2		3	3	2
Regular				1	1						
Malo											

Respuestas ↓	Preguntas y porcentaje de respuesta										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Muy bueno	100	100	57	57		100	71	100	57	57	71
Bueno			43	29	86		29		43	43	29
Regular				14	14						
Malo											

### Aspectos didácticos

Respuestas ↓	Preguntas y frecuencia de respuesta													
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Muy bueno	7	5	5	4	3	7	7	5	7	4	2	2	7	
Bueno		2	2	2	2			2		2	4	5		
Regular				1	2					1	1			
Malo														

Respuestas ↓	Preguntas y porcentaje de respuesta													
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Muy bueno	100	71	71	57	42	100	100	71	100	57	29	29	100	
Bueno		29	29	29	29			29		29	57	71		
Regular				14	29					14	14			
Malo														

### Habilidades cognitivas

Comprensión/ Interpretación	7 / 100%	Cálculo /Resolución de problemas	7 / 100%
Memorización/ Evocación	7 /100%	Imaginación/ Creación	0 / 0%
Comparación /Relación	4 / 57%	Planificación/Organización	2 / 29%
Análisis /Síntesis	2 / 29%	Exploración/Experimentación	0 / 100%
Razonamiento inductivo (particular a general)	2 / 29%	Expresión(verbal, escrita, gráfica)	7 / 100%
Razonamiento deductivo(general a particular)	2 / 29%	Desarrollo psicomotriz	0/ 100%

## Anexo V

## Encuesta a Alumnos

ASPECTOS TECNICOS Y ESTETICOS	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo
1. Facilidad para instalar y desinstalar el material				
2. Velocidad de acceso al material y sus actividades.				
3. Facilidad de navegación				
4. Facilidad de acceso a elementos multimedia				
5. Nivel de orientación en el material digital				
6. Calidad estética y atractiva del entorno audiovisual				

ASPECTOS DIDACTICOS				
Evaluar los siguientes aspectos	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo
7. Calidad y pertinencia de imágenes, videos, figuras, animaciones, etc.				
8. Capacidad de motivación( atractivo/ interesante)				
9. Grado de dificultad de las actividades.				
10. Contribución de las actividades interactivas				
11. Variedad de actividades propuestas.				
12. Posibilidad de elegir el itinerario de navegación				
13. Claridad y comprensibilidad del material				
14. Sistema de evaluación propuesto				
15. Fomento del auto aprendizaje				
17. Aporte del material digital al aprendizaje				
18. Respuesta del material digital frente al error				
19. Cantidad de ejemplos y actividades resueltas				
20.¿ Cómo considera la idea de producir un material digital para otra unidades de la Asignatura?				
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES				
A) Inconvenientes surgidos durante el uso del software				
.....				
.....				
.....				
.....				
B) Aspectos a destacar				
.....				
.....				
.....				
.....				
C) Sugerencias				
.....				
.....				
.....				
.....				

Anexo VI

Tabulación encuesta cerrada a alumnos

		ENCUESTA (a 27 alumnos)													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
PREGUNTAS (19)	1	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	
	2	4	4	4	4	3	2	3	3	4	4	4	3	4	4
	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	2	4	4
	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	2	4	3
	5	3	3	3	4	3	3	2	2	4	3	3	3	4	3
	6	4	3	3	4	3	3	4	4	4	4	3	3	4	3
	7	4	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3
	8	3	2	3	4	3	2	4	4	3	3	3	3	4	3
	9	3	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2
	10	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4
	11	3	4	4	3	3	2	4	4	4	4	3	2	4	4
	12	4	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3
	13	3	3	3	3	2	3	3	3	3	4	2	2	4	3
	14	4	3	3	4	2	3	4	4	2	4	2	3	3	2
	15	3	3	3	3	3	4	4	4	2	4	2	3	4	3
	16	4	4	2	2	3	4	4	4	3	4	3	3	4	4
	17	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	3	3
	18	3	3	2	3	2	2	4	4	2	3	2	3	4	3
	19	4	3	4	4	3	3	4	4	3	4	3	3	4	3

Referencias 4: Muy bueno 3: Bueno 2:Regular 1: Malo

ENCUESTA														
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	suma	%
4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	102	94
4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	2	98	91
4	3	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	3	99	92
4	3	4	4	4	4	4	4	3	2	4	4	3	90	83
2	3	4	3	4	4	3	4	3	2	4	4	2	85	79
4	3	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	96	89
4	4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	92	85
3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	85	79
3	2	2	3	2	2	3	4	3	3	3	3	2	73	68
3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	94	87
3	3	2	3	2	4	3	4	3	2	4	3	2	86	80
3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	4	3	2	87	81
3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	4	3	3	85	79
3	2	3	3	2	4	3	3	3	2	4	3	2	80	74
3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	4	3	2	86	80
3	3	3	3	3	4	3	4	4	3	4	3	3	91	84
2	2	3	3	2	3	3	4	2	2	4	3	2	67	62
3	2	3	3	2	3	3	4	2	3	4	3	2	77	71
3	3	3	3	3	4	3	4	2	3	4	3	3	90	83