

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

**DISEÑO, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PORTAL  
PARA EL APRENDIZAJE-ENSEÑANZA DE BIOQUÍMICA**

---

SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

PRESENTADO POR:

**ANALUCIA LEMUS ROSAS**

**CARMEN JULIA MAZARIEGOS HERRERA**

**ISAAC HERNÁNDEZ CAMPOS**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

**QUÍMICA BIOLÓGICA**

Guatemala, Enero 2013

# ÍNDICE

---

## CONTENIDO

I.	ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
II.	RESUMEN.....	6
III.	ANTECEDENTES.....	7
A.	BIOQUÍMICA.....	<b>7</b>
B.	MODELO CONSTRUCTIVISTA DE EDUCACIÓN SUPERIOR.....	<b>9</b>
a.	Desarrollo de Competencias dentro del modelo Constructivista .....	12
b.	Desarrollo de competencias.....	15
C.	e - LEARNING.....	<b>17</b>
a.	Definición: .....	17
b.	Beneficios de e-Learning.....	17
c.	e-learning y constructivismo:.....	18
D.	BLENDED LEARNING: .....	<b>20</b>
a.	CD-ROM y Otros:.....	20
b.	Internet y los portales o Sitios Web:.....	22
c.	Sitios Web especializados en educación.....	23
d.	Sitios Web especializados en la enseñanza-aprendizaje de Bioquímica.....	24
e.	Portales para la enseñanza-aprendizaje de temas de bioquímica en inglés:.....	25
f.	Portales para la enseñanza-aprendizaje de temas de bioquímica en español: 26	
I.	IMPLEMENTACIÓN DE UN SITIO WEB .....	<b>27</b>
V.	OBJETIVOS.....	32
VI.	HIPÓTESIS.....	33
VII.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	34

A. Universo y muestra de trabajo:.....	34
B. Recursos: .....	34
C. Metodología:.....	35
VIII. RESULTADOS .....	36
IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	56
X. CONCLUSIONES .....	77
XI. RECOMENDACIONES .....	78
XII. REFERENCIAS .....	79
XIII. ANEXOS .....	96

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

---

Tabla I: RESULTADOS DE LA ENTREVISTA A CATEDRÁTICOS DEL BLOQUE DE BIOQUÍMICA (BQ) DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA, USAC

Tabla II: ENTREVISTA REALIZADA A LOS CATEDRÁTICOS DE CURSOS PARA LOS CUALES EL BLOQUE DE BIOQUÍMICA ES REQUISITO

Tabla III: RESULTADOS PARA EL EXAMEN DIAGNÓSTICO DE LOS ESTUDIANTES QUE INGRESARON AL CURSO DE BIOQUÍMICA I EN EL AÑO 2010

Tabla IV: UNIDADES PARA SELECCIONADAS PARA EL BLOQUE DE BIOQUÍMICA (Bioquímica I y II)

Tabla V: DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES VIRTUALES

Tabla VI: COMPARACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE LAS PLATAFORMAS EDUCATIVAS DOKEOS Y MOODLE.

Tabla VII: ÍTEMS INCLUIDOS EN EL MAPA DEL PORTAL.

Tabla VIII: DESCRIPCIÓN DE SOFTWARE UTILIZADO PARA EL DESARROLLO DE EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE

Tabla XI: FASES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PORTAL EN LÍNEA

## I. ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN

---

El departamento de Bioquímica es uno de los tres departamentos de la Escuela de Química Biológica, de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Este departamento se encarga de impartir cursos del área fundamental a las cinco carreras que componen la facultad (Química Biológica, Química Farmacéutica, Biología, Nutrición y Química) y otros cursos del área profesional de la carrera de Química Biológica.

Entre los cursos del Área Fundamental a su cargo, se encuentran los de Bioquímica I y II. El presente proyecto se encuentra enmarcado dentro del área docente de estos cursos, en los cuales se pretende reforzar la enseñanza de los diferentes temas que los componen, dotando al estudiante de una herramienta para el aprendizaje en línea.

## II. RESUMEN

---

El grupo de Seminario de Investigación S 30-09 construyó un portal para el aprendizaje de Bioquímica en modalidad b-learning. La finalidad era facilitar el entendimiento de los estudiantes de las 5 carreras de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia USAC.

La construcción del portal incluyó la selección de contenidos a ser alojados en el portal. Se logró la adaptación de los cursos de Bioquímica I y II a un modelo constructivista de aprendizaje. Se desarrollaron competencias e indicadores de logro para el Bloque de Bioquímica. Se diseñó un programa para el desarrollo del curso. Se diseñaron y desarrollaron 161 actividades virtuales que van paralelo al desarrollo presencial del curso. Se diseñaron 26 exámenes cortos de autoevaluación y 13 evaluaciones ponderadas. Se desarrollaron 35 actividades netamente constructivistas (30 POGIL y 5 PBL). Así mismo, se logró la implementación de Laboratorios Virtuales cuya función es apoyar el desarrollo del laboratorio de cada uno de los cursos.

Se realizó el diseño y el mapa del sitio. El portal fue alojado en la plataforma educativa DOKEOS 2.0. Se realizó un manual para el correcto desarrollo de los cursos.

### III. ANTECEDENTES

---

#### A. BIOQUÍMICA

La bioquímica se pregunta acerca del modo en que miles de diferentes moléculas inanimadas dieron lugar a las complejas propiedades de los organismos vivos. El estudio de la bioquímica muestra el modo en que las moléculas inanimadas que constituyen los organismos vivos interaccionan para mantener y perpetuar la vida, rigiéndose por las mismas leyes físicas y químicas que gobiernan todo el universo. Estas interacciones se dan en un gran número de sustancias de alto peso molecular o macromoléculas con compuestos de menor tamaño, dando por resultado un número muy grande de reacciones coordinadas que producen la energía que necesita la célula para vivir, la síntesis de todos los componentes de los organismos vivos y la reproducción celular (1,2).

Actualmente se conoce a detalle la estructura tridimensional de las macromoléculas de mayor importancia biológica, los ácidos nucleicos y las proteínas, lo que ha permitido entender a nivel molecular sus funciones biológicas (2).

Gracias al conocimiento de la estructura de los ácidos nucleicos, se esclarecieron los mecanismos de transmisión de la información genética de generación a generación, y también los mecanismos de expresión de esa información, la cual determina las propiedades y funciones de las células, los tejidos, los órganos y los organismos completos (1,2).

Conocer a detalle la estructura de varias proteínas ha sido muy útil en la elucidación de los mecanismos de las reacciones enzimáticas. Prácticamente

todas las reacciones que integran el metabolismo son reacciones enzimáticas (3).

La Biología y la Biología Molecular como ciencias basan muchos de sus conceptos y procesos en el conocimiento y funcionamiento de la célula como tal, dichos procesos son descritos en detalle desde sus reacciones e interacciones con el ambiente por la bioquímica.

La Bioquímica clínica tiene los mismos objetivos que el resto de las ciencias de laboratorio clínico, pero se centra en los aspectos moleculares y utiliza, fundamentalmente, las técnicas de la química analítica, la bioquímica y la biología molecular (4).

En la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, donde se imparten las carreras de Química Biológica, Química Farmacéutica, Nutrición, Biología y Química, se pretende dar las bases científicas que permitan un desarrollo exitoso, no solo en cursos superiores sino en cualquier ámbito del desarrollo profesional.

El Químico Biólogo a través del análisis de los fenómenos bioquímicos como el mejoramiento o la invención de nuevos procedimientos para la conservación de alimentos y bebidas, la producción de sueros y vacunas o la purificación del agua, la toxicología y química legal, la detección y control de la contaminación ambiental, la biotecnología, el diagnóstico y seguimiento de pacientes, los estudios genéticos, forman parte de su campo de acción natural.

El estudio de bioquímica ayuda al estudiante a entender cómo funciona el organismo a modo de sistema químico. El conocimiento de bioquímica ayuda asimismo a entender tratamientos modernos como las proteínas recombinantes, por ejemplo la insulina humana o eritropoyetina sintetizada por bacterias. También ayuda a comprender la acción de nuevos fármacos, como las tiazolidinedionas utilizadas en la diabetes de tipo II, que actúan a través de

los sistemas celulares de señalización. En el futuro, posiblemente las terapias consistan más en trasplantar genes que órganos. Así, la farmacogenómica y la genómica nutricional constituirán la base para elaborar tratamientos de diseño y personalizado respecto a la constitución genética de un paciente específico (1,4). Para entender todo esto es esencial no solo conocer algunos aspectos básicos de su funcionamiento, sino saber valorar también las interacciones funcionales existentes entre las vías metabólicas, los órganos y los tejidos (4).

En el ámbito de nutrición los enormes avances obtenidos durante el desarrollo del soporte nutricional, han estado basados en los progresos, que en los años precedentes, se han logrado en la comprensión de hechos fisiológicos cada vez más precisos. Si se desea manejar la nutrición desde un punto de vista racional, resulta necesario conocer los principios estructurales y fisiológicos de los principales nutrientes indispensables para mantener una arquitectura corporal normal (4).

Por lo anterior, la bioquímica juega un papel fundamental en el estudio de cualquier campo de acción científica, y su conocimiento es fundamental para el futuro de las ciencias teóricas y aplicadas, por lo que una buena base en bioquímica, facilitara el desarrollo de los profesionales de la ciencia en sus respectivas especialidades.

## **B. MODELO CONSTRUCTIVISTA DE EDUCACIÓN SUPERIOR**

Según Schuman, el constructivismo es una teoría del aprendizaje que se sustenta en la premisa de que cada persona construye su propia perspectiva del mundo que le rodea a través de sus propias experiencias y esquemas mentales desarrollados. El constructivismo se enfoca en la preparación del que aprende para resolver problemas en condiciones ambiguas. (5) En consecuencia, según la posición constructivista, el conocimiento no es una copia de la realidad, sino una construcción del ser humano, esta construcción

se realiza con los esquemas que la persona ya posee (conocimientos previos), o sea con lo que ya construyó en su relación con el medio que lo rodea. (6,7)

Desde un punto de vista constructivista, los datos que se perciben con los sentidos y los esquemas cognitivos que utilizan para explorar esos datos existen en la mente.

El modelo constructivista sugiere ciertas suposiciones (Marril), que ayudan a comprender mejor la adquisición de conocimientos:

- El conocimiento se construye a partir de la experiencia.
- El aprendizaje es una interpretación personal del mundo.
- El Aprendizaje es un proceso activo en el cual el significado se desarrolla sobre la base de la experiencia.
- El crecimiento conceptual proviene de la negociación de significado, del compartir múltiples perspectivas y de la modificación de nuestras propias representaciones a través del aprendizaje colaborativo.
- El aprendizaje debe situarse sobre acuerdos realistas; la prueba debe integrarse con las tareas y no con actividades separadas. (5)

El aprendizaje constructivista se caracteriza por los siguientes principios:

- De la instrucción a la construcción: aprender no significa ni simplemente reemplazar un punto de vista (el incorrecto) por otro (el correcto), ni simplemente acumular nuevo conocimiento sobre el viejo, sino más bien transformar el conocimiento. Esta transformación, a su vez, ocurre a través del pensamiento activo y original del estudiante. Así pues, la educación constructivista implica la experimentación y la resolución de problemas y considera que los errores no son antitéticos del aprendizaje sino más bien la base del mismo.
- Del refuerzo al interés: los estudiantes comprenden mejor cuando están envueltos en tareas y temas que cautivan su atención. Por lo tanto,

desde una perspectiva constructivista, los profesores investigan lo que interesa a sus estudiantes, elaboran un currículo para apoyar y expandir esos intereses, e implican al estudiante en el proyecto de aprendizaje.

- De la obediencia a la autonomía: el profesor debería dejar de exigir sumisión y fomentar en cambio libertad responsable. Dentro del marco constructivista, la autonomía se desarrolla a través de las interacciones recíprocas a nivel microgenético y se manifiesta por medio de la integración de consideraciones sobre uno mismo, los demás y la sociedad.
- De la coerción a la cooperación: las relaciones entre alumnos son vitales. A través de ellas, se desarrollan los conceptos de igualdad, justicia y democracia y progresa el aprendizaje académico. (8,9)

El Internet presenta rasgos de un entorno de aprendizaje constructivo en cuanto permite la puesta en juego de los principios arriba apuntados. Es un sistema abierto guiado por el interés, iniciado por el aprendiz, e intelectual y conceptualmente provocador. La interacción será atractiva en la medida en que el diseño del entorno es percibido como soportador del interés. (10)

Es importante tomar en cuenta dos condiciones; la práctica y la ayuda del docente, como dos factores fundamentales que favorecen la construcción. Es decir, la función que cumple el profesor es sustancial porque es quien, con su experiencia, establece las condiciones para hacer accesible el conocimiento escolar y posibilitar la construcción del estudiante. (11)

Bajo esta perspectiva, el concepto de construcción en el ámbito escolar remite a una mirada distinta del proceso de enseñanza y aprendizaje por parte de los actores educativos. Es decir, no sólo implica considerar que el conocimiento se asimila y se guarda, sino que es el sujeto quien internamente lo reconstruye al conjugarlo con sus propias experiencias, sus conocimientos previos y sus afectos. Se trata de un proceso de aprendizaje que se inicia con

la enseñanza de conocimientos (desde lo externo) y transita hacia lo interno, cuando el estudiante comprende, asimila y se apropia de los significados, no sólo de datos o de información.

Lo expuesto en estas líneas constituye una aproximación al tema y, a la vez, una propuesta para generar formas de enseñanza innovadoras en las aulas universitarias, que propicien procesos de construcción conjunta entre profesores y estudiantes, encaminadas a favorecer la formación profesional de estos últimos. (12)

El rol del docente constructivista es moderador, coordinador, facilitador, mediador y también un participante más. El constructivismo supone también un clima afectivo, armónico, de mutua confianza, ayudando a que los alumnos y alumnas se vinculen positivamente con el conocimiento y por sobre todo con su proceso de adquisición.

El profesor como mediador del aprendizaje debe:

- Conocer los intereses de alumnos y alumnas y sus diferencias individuales (Inteligencias Múltiples)
- Conocer las necesidades evolutivas de cada uno de ellos.
- Conocer los estímulos de sus contextos: familiares, comunitarios, educativos y otros.
- Contextualizar las actividades. (10)

#### **a. Desarrollo de Competencias dentro del modelo Constructivista**

El constructivismo es un paradigma psicopedagógico que da una respuesta a la enorme cantidad de información que hoy en día se enseña. Más que tratar de que las personas asimilen toda la información (algo imposible de hacer), se dirige a saber cómo hacerlo, saber hacerlo para poder comprender y explicar, cambiar y transformar, criticar y crear. El constructivismo intenta

responder cómo se adquiere el conocimiento considerado en cuanto a capacidades, habilidades, hábitos, métodos, procedimientos y técnicas, además de actitudes y valores. El descubrimiento y la construcción del conocimiento permiten un aprendizaje realmente significativo, de poder ser transferido a otras situaciones. Favorece la adquisición de métodos de trabajo y desarrolla actitudes de productor de conocimiento. (11)

El constructivismo y el desarrollo de competencias se complementan entre sí, puesto que el primero se centra en la adquisición del conocimiento mientras que el desarrollo de competencias busca la construcción del mejor desempeño frente a las demandas diferenciadas del entorno. En otras palabras, el constructivismo pretende alcanzar las mejores metodologías para que el estudiante construya el conocimiento a adquirir, las competencias se concentran en identificar las mejores estrategias didácticas para desarrollar el desempeño más adecuado. (12)

Por lo tanto, el constructivismo y el desarrollo de competencias se enlazan para que el conocimiento se construya a través de competencias y que éstas a su vez permitan al alumno saber desempeñarse. (12)

Se llama competencia una característica subyacente en una persona que está causalmente relacionada con el desempeño, referido a un criterio superior o efectivo, en un trabajo o situación, se define también como el resultado de un proceso de integración de habilidades y conocimientos. (13,14)

La competencia es un concepto integrador, en el sentido en que toma en cuenta, a la vez, los contenidos, las actividades que se deben realizar y las situaciones en las cuales se realizan las actividades. En este sentido una definición muy acertada que presenta una síntesis de las reflexiones de autores expertos en el tema (Gerard y Roegiers, 1993), describe una competencia como un conjunto integrado de capacidades que permite – de manera

espontánea – comprender una situación y responder a ella de manera más o menos pertinente. (15)

Las competencias en sí son la interacción entre cualidades personales y características del entorno, ante las cuales el sujeto es capaz de movilizar y producir efectos deseables, intencionalmente previstos y regulados en su ejecución. Por tal razón darle una formulación correcta a una competencia está lejos de ser un desafío de tipo puramente formal. Se trata simplemente de garantizar que lo que se declara ser una competencia, sea en realidad una competencia. En otras palabras, es necesario dimensionar el enunciado de manera tal que sea realmente el de una competencia y no el de una capacidad ni el de un objetivo específico: debe ser lo suficientemente preciso como para que dos personas diferentes puedan poner la misma realidad detrás de las mismas palabras, pero conservando ante todo su carácter integrador. (15)

En consecuencia se puede considerar que una competencia incluye:

- Una serie de características personales,
- Una caracterización de funciones y tareas en las que se pondrán en acción esas cualidades y,
- Una serie de condiciones de realización. (14)

Así, la persona competente se conoce a sí misma, conoce las funciones que tiene que cumplir y las condiciones en las que debe hacerlo, en cada caso, regulando el proceso de cumplimiento de las funciones. (14)

Las características subyacentes a la competencia son de diferentes tipos: motivos, rasgos de la personalidad, auto concepto, conocimientos y habilidades.

- Motivos: son las cosas que un estudiante piensa de modo consistente o quiere como causa de determinada acción.

- Rasgos de la personalidad: son características que se manifiestan físicamente y que suponen respuestas consistentes a situaciones o informaciones.
- Autoconcepto: refleja las actitudes, los valores o la propia imagen del estudiante.
- Conocimiento: es la información con que cuenta una persona sobre áreas más o menos específicas de contenido de un plan de estudios.
- Habilidades: es la destreza o capacidad del estudiante para desarrollar una cierta actividad física o mental.

Las dos últimas características de la competencia -conocimiento y habilidades son la parte más visible y fácil de identificar en estudiantes mientras que las tres primeras -motivos, rasgos y autoconcepto- representan la parte menos visible, más profunda y central de la personalidad. (13)

#### **b. Desarrollo de competencias**

Las competencias son la capacidad que tiene un estudiante para afrontar con garantías situaciones problemáticas en un contexto académico o profesional determinado; no obstante no son atributos personales estáticos sino dinámicos. El crecimiento de un estudiante en una competencia dada es un proceso de naturaleza continua debido a las exigencias introducidas por el contexto, que cambia demandando nuevas respuestas. (13)

La forma que adopte la competencia en el estudiante estará, entonces, condicionada por el contexto en el que se desplieguen sus conocimientos, habilidades, valores, etc. También estará condicionada por las propias situaciones de estudio trabajo a las que se enfrente, con los requisitos y las limitaciones asociados a un entorno académico o profesional completo, tal como es, es decir, con sus retos, sus presiones, sus distorsiones y anomalías.

La competencia también se moldea con la experiencia que el estudiante vaya acumulando dentro y fuera de la Universidad. (13,16)

En general, las competencias se pueden clasificar en dos tipos: *competencias específicas* o asociadas a áreas de conocimiento concretas y *competencias genéricas*, es decir, atributos compartidos que pudieran generarse en cualquier titulación y que son considerados importantes por ciertos grupos sociales.

En la educación superior, todos los estudiantes deben tener un nivel mínimo de competencias genéricas y habilidades transferibles que les permitan un aprendizaje independiente y eficaz en la educación superior.

Ellos requieren de cuatro tipos diferentes de competencias:

**Tipo I:** Competencias cognitivas, como solución de problemas, pensamiento crítico, formular preguntas, investigar información relevante, emitir juicios documentados, uso eficiente de información, dirigir observaciones, investigaciones, inventar y crear cosas nuevas, analizar datos, presentar datos, expresión oral y escrita;

**Tipo II:** Competencias metacognitivas, como autorreflexión y autoevaluación;

**Tipo III:** Competencias sociales, como conducir discusiones y conversaciones, persuadir, cooperar, trabajar en equipo;

**Tipo IV:** Disposición afectiva, como perseverancia, motivación, iniciativa, responsabilidad, autoeficacia, independencia, flexibilidad (17)

La evidencia de la investigación educativa sugiere que el aprendizaje puede ser probablemente más eficaz cuando ocurre en un contexto, donde el conocimiento es ubicado fundamentalmente como un producto de la actividad,

cultura y contexto en el cual este se desarrolla. Esto significa que la transferencia del conocimiento y las habilidades del aula al lugar de trabajo es más probablemente que ocurra cuando la situación del aula sea parecida a la situación del trabajo. (17, 18)

En conclusión, las competencias son importantes porque los trabajos hoy requieren la flexibilidad, iniciativa y la habilidad de emprender muchas tareas. Estas no son prescritas y definidas como en el pasado y generalmente están más orientadas al servicio, por lo que las habilidades sociales y la producción de información han tenido un crecimiento importante. Siendo ahora el enfoque de los patrones la adaptación, reducción de costos, aumento en la productividad, nuevos mercados, productos y servicios. (18)

### **C. e-LEARNING**

#### **a. Definición:**

El e-learning es definido como el proceso mediante el cual, el estudiante aprende contenidos a través de internet y/o CD-ROM. El profesor, si existe, se encuentra a distancia, utilizando el internet para comunicarse con los estudiantes, posiblemente intermediado con algunos momentos cara a cara. Sin embargo, el aprendizaje online involucra más que solamente la presentación y entrega de los materiales utilizando la Web: el estudiante y el proceso de aprendizaje deben encontrarse enfocados en el aprendizaje online. Como resultado, el E-learning es definido como el uso de internet u otras fuentes electrónicas para acceder a materiales de aprendizaje; para interactuar con el contenido, instructor, y otros estudiantes; y para obtener apoyo durante el proceso de aprendizaje, con la finalidad de adquirir conocimiento, de construir significados personales y a crecer a través de la experiencia de aprendizaje. (19,20)

#### **b. Beneficios de e-Learning**

Para los estudiantes, el e-learning acaba con la limitación de tiempo, localidad y distancia. En este aspecto, existen dos tipos distintos de e-learning, el asíncrono, en el que el estudiante puede acceder al material en cualquier momento; y el síncrono que permite una interacción en tiempo real entre el instructor y los estudiantes. Los estudiantes pueden utilizar el Internet para acceder a material de aprendizaje relevante y actualizado y, pueden comunicarse con expertos en el campo de estudio. El aprendizaje situado se encuentra facilitado ya que los estudiantes pueden completar sus cursos online mientras trabajan o en su tiempo libre y pueden contextualizar el aprendizaje. (21)

Para el instructor, la tutoría puede darse en cualquier momento y desde cualquier lugar. Los materiales online pueden ser actualizados, y los estudiantes son capaces de ver los cambios de una sola vez. Cuando los estudiantes son capaces de acceder a materiales en el internet, es más fácil para el instructor dirigirlos a la información más apropiada basada en sus necesidades. Si el diseño es el adecuado, los sistemas para aprendizaje online pueden ser utilizados para determinar las necesidades de los estudiantes, cuanto mejoran con el tiempo y para asignar los materiales adecuados para los estudiantes que puedan ayudar a alcanzar los objetivos deseados de aprendizaje. (21, 22)

### **c. e-learning y constructivismo:**

El constructivismo es una de las pedagogías dominantes utilizadas actualmente en educación. Esta alienta a los estudiantes a construir su propio conocimiento basado en experiencias individuales y promueve la aplicación directa en su ambiente. Se centra en el aprendizaje más que en la enseñanza con el individuo en el centro del proceso social. (23)

El constructivismo es a menudo considerado como la pedagogía ideal para el E-learning porque utiliza las fortalezas del medio y a su vez, ayuda a superar sus debilidades:

- La pedagogía del constructivismo toma al estudiante con el centro de la experiencia de aprendizaje más que al tutor. En el ambiente del E-learning, es difícil mantener el rol tradicional de tutor, pero más que eso, el internet fuerza al estudiante a comprometerse con su aprendizaje y brinda un grado de decisión- qué estudiar, dónde estudiar, cómo estudiar y con quién estudiar. Por tanto, acelera el proceso de colocar al estudiante como el centro del proceso de aprendizaje.
- La pedagogía del constructivismo toma al conocimiento como algo que debe de construirse y ser aplicado de acuerdo a experiencias individuales y previas. El E- lernaning permite el aprendizaje basado en contexto y basado en trabajo por tanto en la resolución de problemas y el enfrentamiento a situaciones reales.
- Cuando el constructivismo toma al estudiante como el centro de la experiencia de aprendizaje, los estudiantes deben tomar responsabilidad de su aprendizaje. Las tecnologías online facilitan que los estudiantes registren y evalúen su aprendizaje.
- La pedagogía constructivista toma al estudiante como un participante activo en la experiencia de aprendizaje más que un ente pasivo que debe ser cargado de información. El e-lernaning impulsa a los estudiantes a buscar información, realizando conexiones y construyendo su conocimiento, que más que saberes sino herramientas para, en el marco de toda la información actual, saber qué es lo prioritario.
- El constructivismo toma al aprendizaje como una experiencia social, por tanto, el dialogo y la colaboración son cruciales. El e-learning permite la comunicación entre estudiantes sin las barreras de tiempo y lugar. (23)

#### **D. BLENDED LEARNING:**

El concepto de Blended learning (*b-learning*) es el de una modalidad de formación que combina en un mismo programa sesiones presenciales con otras online. Se refiere al aprendizaje mezclado en el cual se complementan y sintetizan dos opciones: formación presencial con formación a través de las tecnologías de información y comunicación (TIC). (24)

Algunos autores han definidos ciertos criterios para la combinación en una estrategia de blended learning. Por ejemplo para el grupo OSF (2004) el contenido en línea debe utilizarse para los aspectos generales del curso, los que precisen tiempos de estudio distintos por parte de los alumnos, aquéllos en los que los alumnos puedan progresar por su cuenta, o en los que sea difícil que los alumnos tengan los medios para repasar los conceptos aprendidos (simuladores de laboratorio, maquinaria). La parte presencial es importante por el factor motivacional, la agilidad de respuesta en entornos con pocos alumnos y la capacidad de controlar qué habilidades o conocimientos críticos han sido satisfactoriamente aprendidos. . (24)

#### **E. TECNOLOGÍAS COMO HERRAMIENTAS PARA EL *e-Learning* y *b-Learning***

##### **a. CD-ROM y Otros:**

El disco compacto tiene ahora más de tres décadas desde su invención y fueron patentizados por el físico norte americano James Russell. En la actualidad los CD son baratos confiables, ofrecen gran capacidad de almacenamiento y son compatibles con casi cualquier computadora por más simple que esta sea. (25)

El CD-ROM esta adecuado a las soluciones de e-learning ya que provee un medio rápido para la distribución de medios ricos en contenidos actuales. Sin embargo, palabras como “distribución” y “quemado” preocupan a muchas

organizaciones debido a que la actualización continua de un curso implicaría la distribución de los nuevos discos a los estudiantes. No haría alguna forma de asegurar que los estudiantes estén usando la última versión y cambios urgentes del contenido no podría realizarse fácilmente. (25)

Las actualizaciones y las nuevas tecnologías que permiten conexiones de internet más rápidas, hacen que la opción en las entregas en de paquetes para CD-ROM pierdan fuerza. En la prisa de colocar e-learning en línea, se hicieron sacrificios inevitables en la riqueza de contenido. A menudo se ha dado pasos en retroceso en las presentaciones, para reducir el retraso inherente de usar internet. (25)

A pesar de los avances en los anchos de banda y velocidades de descarga ofrecidos, la entrega de e-learning a través de internet tiene aún un largo camino por recorrer para igualar la comodidad y el confort ofrecido por el CD-ROM. Una entrega satisfactoria de un curso por internet depende de que tan rápida sea la conexión. (25,26)

El CD-ROM y ahora DVD-ROM son aún la mejor forma de distribuir archivos de gran tamaño, especialmente video. Esto ha sido muy explotado por el sector de entretenimiento, que son los que normalmente impulsan las tecnologías de almacenamiento en busca de crear los mejores juegos en línea. En la actualidad el método preferido para distribución es un híbrido entre CD-ROM/Internet que ha rendido de forma excelente, con acción rápida y secuencias de video magnificas, modelos 3D, gráficos y videos entregados en CD, con muchas programas e interfaces que se mantienen en línea y que son transparentes para el usuario. (26)

Estos "híbridos" resultan ser un abordaje muy exitoso también para e-learning. En el desarrollo de programas, interfaces, medios y contenido textual puede ser estructurado de forma separada y mantenida externamente en un

servidor en línea con un rico contenido, y materiales como videos de bienvenida, viajes virtuales, narración de libros y material más grande son mantenidos en CD-ROM. Al combinar estas tecnologías se aprovechan los beneficios que proveen ambas tecnologías como la actualización de contenidos por medio de internet, y la amplia gama de recursos y archivos que ofrece la tecnología de CD-ROM. (26)

#### **b. Internet y los portales o Sitios Web:**

Internet puede ser definido como una red informática en la que pueden converger millones de computadores de todo el mundo. Su creación fue propiciada por la defensa militar de los Estados Unidos, con el fin de descentralizar su información. Su continua evolución permitió su desarrollo hasta lo que ahora es, una herramienta relativamente sencilla y económica donde cualquier tipo de información, no importando su procedencia, está disponible en pocos segundos.

Con el fin de facilitar la búsqueda y la comprensión de temas particulares, se han creado los Sitios web, lo cual consiste en un grupo de páginas en los que se tratan distintos tópicos de un tema o temas, relacionados a través de vínculos. Entre los sitios web de mayor solicitud en la red, se encuentra los sitios web educativos. Éstos han permitido que el aprendizaje a distancia y el aprendizaje autodidacta sean desarrollados y practicados por una mayor cantidad de individuos, aunque su intención inicial sea la de servir de herramienta al alumno de las clases presenciales. Hablar de ambos aspectos en conjunto, es hablar del *e-learning*, el cual es utilizado en las mejores instituciones educativas del mundo para no sólo mejorar el nivel de aprendizaje en los estudiantes, sino también para ofrecer éste contenido al estudiante de una manera actualizada y atractiva, acorde a la cultura y tecnología actuales. (27, 28)

### c. Sitios Web especializados en educación

Al inicio del desarrollo del internet, la creación de estas páginas contaba con el problema de que debido al escaso conocimiento de los realizadores de estas páginas sobre el lenguaje informático, usualmente la información era presentada de una manera desactualizada que no permitía interacción entre usuarios, en plantillas de diseño repetitivas y obsoletas, en fin, páginas de baja calidad que aportaban poco al desarrollo del estudiante, en primer lugar porque para éste no presentaban ningún atractivo. El principal motivo de estos problemas era el uso de editores de páginas web como Dreamweaver, FrontPage, Adobe GoLive, etc. en el que no existía independencia entre el contenido temático y los códigos, scripts de programación y elementos estructurales de cada uno de estos programas. Además, la actualización de éstos contenidos siempre supone un procedimiento engorroso debido a que cada página a actualizar debe de ser descargada, actualizada y subida independientemente cada vez que se necesite. Esto promovió el nacimiento de los servidores especializados en educación, los cuales facilitan tanto el diseño como la actualización de los sitios. Y, por tener fines educativos, la mayoría de estos prestan servicios de forma gratuita.

Existen dos tipos de portales en el área educativa: CMS o portales basados en la administración en contenidos, y CBS o portales para la creación de comunidades virtuales. Cada uno de estos sitios presenta ventajas y desventajas y depende de las necesidades del creador de la página para seleccionar cualquiera de éstos.

Entre las principales características que un sitio web educativo debe de contener se encuentra una Sección de Contenidos, Zona de Inicios (Con presentación de novedades), Foros, Chats, Webmail u otras aplicaciones que permitan la interacción entre la comunidad educativa, Un Menú con vínculos agrupados por temas, una Zona de descarga de Archivos. Además, como

características opcionales se puede presentar la tutoría telemática, o las herramientas seguras que faciliten un intercambio de información personal entre estudiantes y profesores, como publicación de notas, entre otras; Secretaría on Line, que sería la que permitiría la asignación de cursos, por ejemplo; E-learning, que sería la presentación y realización de actividades para reforzar las clases presenciales, como temas, apuntes, documentos complementarios, cuestionarios de evaluación, etc. Finalmente una Biblioteca virtual podría ser también opción, ante la posibilidad de consultar desde el sitio web una biblioteca. (30)

#### **d. Sitios Web especializados en la enseñanza-aprendizaje de Bioquímica**

En Internet existen numerosos portales para aprender cualquier tipo de actividad en cualquier tipo de idioma. La Bioquímica no es la excepción, y existen portales donde el aprendizaje de esta ciencia puede ser desarrollado a distancia, incluso con links interactivos que además de información, presentan otro tipo de actividades auxiliares para ampliar o complementar los contenidos disponibles en otros portales. A continuación, detallaremos ciertas características encontradas en diferentes sitios para el aprendizaje de Bioquímica tanto en inglés como en español; Pero, una constante observada en los sitios visitados es que la mayoría de éstos se dedican a temas específicos, no a la enseñanza de la Bioquímica por completo, sino simplemente a una pequeña fracción de ésta. Aun así, se detallarán sus características, pues pueden ser seguidas o incluso utilizadas en el desarrollo del portal propuesto.

- The Biology Project - Biochemistry: Desarrollado por la Universidad de Arizona, como una fuente interactiva en línea para el aprendizaje de la Biología. Sus “tutoriales” o contenidos se dividen en varias áreas, como Biología Celular, Inmunología, etc. Uno de éstos es la Bioquímica, que

se desarrolla en los temas de macromoléculas, pH y Reacciones energéticas entre otras. Éstos se encuentran desarrollados en subtemas (los cuales varían en cuanto a tamaño) con un link para un vocabulario y para regresar a las páginas de inicio. Este es el mejor ejemplo de un sitio web similar al que se pretende implementar, y cuenta con la ventaja de que tiene traducciones al español y al italiano. Cuenta con muy pocas actividades interactivas. (31)

- NetBiochem: Este se encuentra a cargo de la universidad de Utah, con un diseño más sencillo que the Biology Project. Además, no tiene traducciones y se dedica casi exclusivamente al tema de las macromoléculas. Aun así, presenta una mayor cantidad de opciones interactivas como animaciones, gráficas, exámenes cortos y tablas de resumen. También es presentado cada tema con subtemas, con la diferencia de que éstos se encuentran en una misma hoja todos, a diferencia de Biology Project, cuyos subtemas son independientes uno del otro. (32)

**e. Portales para la enseñanza-aprendizaje de temas de bioquímica en inglés:**

- The RNA World Website: Manejado por el Instituto Fritz Lipmann, antes conocido como el Instituto de Biotecnología Molecular, con sede en Holanda. Abarca exclusivamente este tema, y el aprendizaje de lo que es el RNA se puede desarrollar a través de los tutoriales que contiene, que no son más que compilaciones de otros sitios web, entre ellos se incluye el NetBiochem. Presenta también links para descansar software y bases de datos, pero éstos lógicamente no pueden ir dirigidos a estudiantes de bioquímica, sino seguramente para estudiantes de especializaciones, maestrías, etc. (33)
- Cell and Molecular Biology Online: En este portal se concentran los mejores links para la comunicación, investigación y el aprendizaje de la biología molecular, ideado, creado y mantenido por la Ph. D. Pamela Gannon. (34)

- ExPASy Proteomics Server: Este sitio se encuentra bajo la responsabilidad del Instituto Suizo de Bioinformática, y contiene software, descargas y bases de datos útiles para los interesados. Una de estas bases de datos sería ENZYME, en la cual se puede obtener la información necesaria y la nomenclatura correcta de todas las enzimas existentes. (35)
- Terra Viva: Una página en construcción que entre los temas ya existentes se encuentra información sencilla pero completa acerca de los monosacáridos y de la glucólisis, por ejemplo. (36)
- Molecular Visualization Freeware: Sitio especializado en animaciones y visualizaciones de moléculas. Contiene incluso un listado de las mejores tecnologías para la observación de macromoléculas. (37) Desde ésta página se puede ingresar también a la página web para el descargue de RasMol, un programa para la visualización de macromoléculas. (38) Por otro lado, The Online Macromolecular Museum es una página similar, la cual utiliza un software similar a RasMol, creado por los mismos diseñadores, llamado JMol. (39)
- Cells Alive: Página exclusivamente interactiva, donde se presentan imágenes, videos y animaciones respecto a la biología celular, inmunología y microbiología. (40)
- Otras: Con temas menos comunes como la Transducción de Señales, Proteinkinasa, Células Cancerígenas, etc. Existen muchas otras páginas web que fomentan el aprendizaje de temas específicos de bioquímica vía internet (41, 42, 43).

**f. Portales para la enseñanza-aprendizaje de temas de bioquímica en español:**

En Idioma español, la cantidad de páginas disponibles es mucho menor. Es común que estas páginas ofrezcan cursos e-Learning a distancia como maestrías, pero no material gratuito de acceso libre.

Entre estas páginas se puede hablar de la web de la Sociedad Argentina de Terapia Intensiva, que ofrece módulos e-Learning a profesionales y a estudiantes de último año de bioquímica. También Emagister de Argentina, el cual es un buscador para cursos y capacitaciones en línea. Las demás páginas presentan características de Wikis o de Foros, con lo que se observa entonces como la cantidad de información pública, gratuita y de buen nivel proveniente de una fuente confiable no es tan fácilmente encontrarla en español, a diferencia del inglés. (44, 45)

## I. IMPLEMENTACIÓN DE UN SITIO WEB

Como implementación podemos entender el proceso que inicia con la idea de colocar un sitio web en Internet hasta que éste ya se encuentre disponible en la red. Se detallarán algunos pasos sugeridos para esta implementación, según la bibliografía consultada:

**Planificación:** Inicia con la determinación de los principales objetivos del portal. Esto se puede lograr a través de la obtención de la mayor cantidad de ideas posibles acerca del sitio, su contenido y su presentación, donde es común obtenerlas y organizarlas a través de una lluvia de ideas. Se debe de definir también la audiencia potencial del sitio, cuyas características ayudarían a determinar la forma adecuada en la que la información debe de ser presentada. Posteriormente deben de determinarse los requisitos de la página. Éstos son de distintos tipos: Requisitos de Contenido (Qué temas y como serán desarrollados estos), Técnicos (Software a utilizar para el desarrollo de la portal) y Visuales (Que herramientas visuales como gráficos, videos, animaciones, juegos interactivos, etc. pueden ser utilizados, y cómo se adaptarán estos al contenido). Finalmente, se establece un mapa del sitio, para tener un esquema básico de todo el trabajo a desarrollar

**Diseño:** En el diseño, se determina la manera en la que se presentará el contenido ya establecido, de una manera atractiva. Este proceso de diseño,

aunado a la posterior codificación de la información (Adaptación del contenido a los distintos lenguajes que existen para la creación de los portales, que permite unir el contenido con el diseño), es la que convertirá la idea de la página en una realidad.

**Implementación:** En pocas palabras, es subir el sitio web a un servidor. Sin embargo, el proceso en sí no es tan sencillo, pues deben de tomarse en cuenta muchos aspectos para elegir el servidor adecuado. En primer lugar, existe la opción de instalar un propio servidor web, que permita la publicación del portal en el mismo lugar donde se realizan. Pero debido a la gran inversión necesaria, lo más común es la renta de algún sitio que provea del espacio para subir el sitio a Internet. En el caso de los sitios educativos, existen servidores que prestan este servicio de forma gratuita. Estos servidores tienen diferentes características, y siendo gratuitos, presentan la ventaja de que no se debe de realizar un estudio coste-beneficio para su elección. Pero sí se deben de determinar sus características para así poder seleccionar el servidor en base a las necesidades del sitio a subir. Una vez ya elegido, y realizado el contacto respectivo, se nombra el sitio de acuerdo a la nomenclatura mundial que existe para los portales; Esto requiere un pago único, con la ventaja que otorga un nombre único que identificará y facilitará la búsqueda del sitio.

**Promoción, Administración y Mantenimiento del Sitio:** Luego de que el sitio ya se encuentra en Internet, se le debe de realizar una promoción, si se quieren lograr los objetivos planteados. La administración y mantenimiento permiten no sólo actualizar el sitio, sino que pueden ayudar a corregir errores u otros aspectos que luego de la evaluación del sitio sea necesario mejorar. (51, 52)

#### IV. JUSTIFICACIÓN

Los cursos de Bioquímica I y II forman parte del área fundamental del pensum de las cinco carreras de la facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Estos cursos se consideran importantes debido a que sientan las bases para cursos superiores, especialmente del área profesional.

Los cursos de Bioquímica, al igual que muchos cursos de formación superior, se caracterizan por una gran cantidad de contenidos que deben ser asimilados en poco tiempo. Añadido a lo anterior, por su definición de ciencia enfocada en procesos biológicos, los temas que la componen poseen un grado de complejidad considerable. Esto puede explicar el grado de dificultad que existe en su aprendizaje.

La comunidad estudiantil de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia se ha visto afectada en los últimos años por un desequilibrio en la relación estudiante-docente. Esto da lugar a que se le dificulte al catedrático el cubrir las necesidades y el explotar las características individuales de cada estudiante, evidenciando la necesidad de un cambio en los métodos de enseñanza, para corregir el desempeño poco satisfactorio de los estudiantes en su carrera universitaria.

Además, se ha observado en los últimos años que la población estudiantil cuenta con expectativas más amplias frente a los avances de la tecnología y la ciencia, gracias a que se ha facilitado el acceso a mucha información científica. Así, el estudiante puede fácilmente responder a sus inquietudes y curiosidades, incrementando su nivel de aprendizaje. Todos estos factores, ponen de manifiesto la necesidad de una ampliación y fortalecimiento cualitativo pedagógico y didáctico de la metodología de enseñanza – aprendizaje en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Por ello, ante estos problemas existentes en el proceso docente educativo y con el objetivo de facilitar la enseñanza de este tema, la Facultad debe adoptar nuevas herramientas en las cuales el estudiante sea el sujeto interactivo y de esta manera se pueda propiciar la creación de nuevos conocimientos y a su vez, estas herramientas motiven y faciliten su aprendizaje.

El uso del internet como medio educativo se ha extendido dadas las facilidades que propicia en el desarrollo del proceso docente educativo, así como por la necesidad de preparar a las nuevas generaciones para integrarse a una cada vez más sociedad virtual. El término b-learning, considerada una nueva modalidad de educación a distancia, es una alternativa económica y atractiva debido a su costo relativamente bajo y a que está disponible las 24 horas del día, los 7 días de la semana, adecuándose al horario de cada persona. Esto ha propiciado y popularizado la utilización de portales educativos, que faciliten y complementen los procesos de enseñanza y de aprendizaje, como es el caso del que se propone.

A través de esta propuesta se contribuirá a que los alumnos gestionen el conocimiento. Esto es debido a la interactividad que puede poseer un portal de este tipo, además de su carácter intrínsecamente motivante. Y así, permitirá que los estudiantes aprendan a su ritmo, acorde a sus necesidades, brindándole imágenes, animaciones y autoevaluaciones, que faciliten la asimilación del contenido objeto de estudio. Así mismo, esta propuesta encuentra lugar como una posible respuesta para apoyar a la Facultad en su empeño de formar profesionales que se enfrenten creativamente a la urgencia de una educación superior actualizada, continua y permanente.

Con el desarrollo e implementación del portal, se prevé aumentar el grado de desempeño del curso en general, favoreciendo tanto a estudiantes como a docentes. Así mismo, la propuesta puede llegar a apoyar la solución

de otros problemas de la facultad derivados de la falta de instalaciones, la sobrepoblación estudiantil, la falta de presupuesto para la contratación de personal docente, etc. Todo esto, a través de una herramienta económica, actualizada y atractiva como lo es un portal de internet, el cual puede servir de ejemplo para los demás cursos del departamento, de la facultad e incluso de la Universidad.

Según la declaración sobre la Educación Superior de la Unesco, dada en París, del 5-8 de Julio del 2009, los principales objetivos de una Institución que brinde este tipo de educación deben de estar enfocados hacia el acceso equánime para todos los estudiantes, a información educativa de calidad. Además, se debe promover la internalización, regionalización e incluso mundialización de la institución educativa, asegurando una transferencia de información ilimitada y segura, que pueda beneficiar no sólo a los estudiantes de una institución en sí, sino a muchos fuera de sus fronteras. (53)

La siguiente propuesta está encaminada como una innovación en la facultad, que permitiría alcanzar, si no todos, muchos de los objetivos planteados por la UNESCO en su declaración. Y, siendo la primera propuesta de este tipo en la facultad, puede ser tomada como base para el desarrollo de portales similares para los demás cursos del departamento. Con esto se lograría expandir el alcance de esta propuesta, la cual busca un beneficio para el estudiante ante los retos que enfrenta hoy en día, retos que han obligado a la modificación de los lineamientos pedagógicos habituales, expandiendo y aprovechando el uso de la tecnología con fines educativos.

## V. OBJETIVOS

---

### Objetivo General:

- A. Diseñar, Desarrollar e Implementar un portal para el aprendizaje-enseñanza de la Bioquímica.

### Objetivos Específicos:

- A. Establecer los contenidos de los cursos de Bioquímica I y II a ser incluidos en el portal.
- B. Definir las competencias para los cursos de Bioquímica I y II.
- C. Establecer el diseño adecuado para el portal.
- D. Desarrollar los contenidos para el portal.
- E. Implementar el portal para su acceso en línea.

## VI. HIPÓTESIS

---

No se plantea hipótesis debido a que es un estudio descriptivo.

## VII. MATERIALES Y MÉTODOS

---

### A. Universo y muestra de trabajo:

- Universo:  
Procesos de enseñanza-aprendizaje de Bioquímica.
- Muestra:  
Enseñanza-aprendizaje de los contenidos del curso de Bioquímica a través de un portal.

### B. Recursos:

- Humanos:
  - Investigadores:
    - Carmen Julia Mazariegos Herrera
    - Analucía Lemus Rosas
    - Isaac Hernández Campos
  - Asesor: Dr. Rubén Velásquez
  - Revisora: Licda. Jeanette Sandoval
  - Catedráticos del curso de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Químicas y Químicas.
  - Estudiantes del curso de Bioquímica durante el año 2010.
  - Catedráticos de los cursos superiores de las distintas carreras de la Facultad.
- Físicos
  - Computadoras
  - Impresoras
  - Hojas de Papel
  - Lapiceros
  - Cuadernos de Anotaciones
- Institucionales
  - Universidad de San Carlos de Guatemala
  - Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
  - Departamento de Investigación de la Universidad Galileo

### C. Metodología:

- Se desarrolló una matriz en la que se encuentran sintetizados y unificados los contenidos de los cursos de Bioquímica I y II de las 5 carreras de la Facultad.
- Se realizó una prueba diagnóstica a los estudiantes que ingresaron al curso de Bioquímica I en el 2010 y se estableció el nivel de conocimientos respecto a las bases necesarias para el aprendizaje de Bioquímica.
- Se realizó una entrevista de opinión, con preguntas en su mayoría abiertas, a los catedráticos de los cursos de Bioquímica I y II y se determinaron las áreas que presentan una dificultad considerable en los estudiantes.
- Se realizó una entrevista a los catedráticos de los cursos del área profesional para los cuales los conocimientos son de Bioquímica son utilizados como base, y se determinó su opinión respecto al contenido de los cursos y el desempeño de los estudiantes luego de haber aprobado los cursos de Bioquímica I y II.
- Se analizaron los resultados recabados en el Catálogo de Estudios de la Facultad, la prueba diagnóstica y de las entrevistas; se definieron los temas de mayor dificultad, se desarrollaron estos contenidos y se desglosaron en temas.
- Se establecieron las competencias adecuadas para el curso.
- Se diseñaron las actividades para alcanzar las competencias.
- Se desarrollaron las actividades establecidas en el inciso anterior.
- Se integraron los elementos y se establecieron los menús y submenús en el portal.
- Se estableció el diseño gráfico y estético del portal
- Se determinó la plataforma adecuada para el portal y su administración.
- Se alojó el portal en la plataforma seleccionada.

## VIII. RESULTADOS

---

### A. Selección de los contenidos de los cursos Bioquímica I y II a ser establecidos en el portal.

#### a. Revisión de los contenidos obligatorios para los cursos de Bioquímica I y II:

Se realizó una revisión de la siguiente documentación:

- Catálogo de Estudios para la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC). En este documento se seleccionaron los contenidos aprobados para los cursos de Bioquímica I y II para las carreras de: Licenciatura en Química Farmacéutica, Licenciatura en Química Biológica, Licenciatura en Biología y Licenciatura en Nutrición. Además, se revisaron los contenidos aprobados para el curso de Bioquímica de la carrera de Química. (Anexo I)
- Catálogo de Estudios para la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la USAC. En este documento se revisó el Perfil Profesional para las carreras de Licenciatura Química Farmacéutica, Licenciatura Química Biológica, Licenciatura en Biología, Licenciatura en Nutrición y Licenciatura en Química. (Anexo I)
- Programa de Cursos de Bioquímica del Departamento de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la USAC para las carreras de: Licenciatura en Química Farmacéutica, Licenciatura en Química Biológica, Licenciatura en Biología, Licenciatura en Nutrición y Licenciatura en Química. En estos documentos se revisó la subdivisión de cada uno de los contenidos para aprobados para los cursos de Bioquímica I y II. (Anexo I)

Con la revisión de estos documentos se realizó una Matriz de Contenidos en la que se logró observar los contenidos en común para las cinco carreras de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia (Anexo I). La matriz

se encuentra dividida en temas y subtemas, con un total de 213 ítems (contenidos de Bioquímica) en las filas y con cinco ítems (cinco Carreras de la Facultad) en las columnas. (54)

#### b. Entrevistas a Catedráticos que imparten los cursos de Bioquímica I y II

Se realizó una entrevista a los catedráticos que imparten los cursos de Bioquímica I y II. La entrevista constó de 19 preguntas abiertas y fue realizada a los cuatro catedráticos del bloque de Bioquímica. (Anexo II). De dichas entrevistas se recopiló la información contenida en la Tabla I:

Tabla I: RESULTADOS DE LA ENTREVISTA A CATEDRÁTICOS DEL BLOQUE DE BIOQUÍMICA (BQ) DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA, USAC

	Tema	Aspecto	Refuerzo a considerar
Contenido necesario para un inicio adecuado del Curso de BQ	Biología General	Células Eucariotas y Procariotas; Organelos Celulares.	Tipos de Transporte transmembranal.
	Química Orgánica	Nomenclatura; Grupos Funcionales Orgánicos; Reacciones Redox.	Estereoisomería; Interacciones Químicas; Reacciones Redox; Nomenclatura;
	Análisis Inorgánico	pH;	Características del Agua.
Contenido que presenta las mayores dificultades durante el desarrollo de	Aminoácidos y Proteínas	Estructura Proteica; Métodos de Análisis de Aminoácidos y Proteínas.	Aplicar los temas a Problemas Resueltos, Videos o Animaciones Explicativas, según sea el caso
	Enzimas	Cinética Enzimática.	

los cursos de Metabolismo BQ I y II	Bioenergética, Integración y Regulación del Metabolismo.	Uso de Mapas Conceptuales, Esquemas y otras herramientas visuales para la comprensión de rutas metabólicas.
-------------------------------------	----------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla I Información obtenida de las entrevistas a los catedráticos de BQ I y BQ

Como se puede observar, se pudo obtener información suficiente respecto a los temas del bloque de Bioquímica que los catedráticos consideran de dificultad considerable. Así mismo, se obtuvo información respecto a qué temas necesitan un refuerzo para lograr obtener un aprendizaje facilitado de los temas del bloque de Bioquímica. Para la pregunta abierta respecto a si los catedráticos consideraban adecuados los contenidos establecidos para el bloque de Bioquímica, todos los catedráticos coincidieron en una respuesta afirmativa.

#### **c. Entrevistas a Catedráticos de los cursos para los cuales Bioquímica I y II son requisitos.**

Se realizó una entrevista a los Catedráticos de cursos para los cuales el bloque de Bioquímica es requisito. La entrevista fue realizada a 12 catedráticos de las 5 carreras de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC. Esta entrevista estuvo distribuida de la siguiente manera:

- Biología (2): Fisiología Comparada I y Genética.
- Nutrición (2): Fisiopatología de Adultos y Nutrición III.
- Química Farmacéutica (2): Química Medicinal II y Anatomía y Fisiopatología I.
- Química (2): Tecnología en Alimentos y Tópicos Selectos de Química Inorgánica I.
- Química Biológica (4): Bacteriología, Inmunología y Inmunopatología, Biología y Patogenia Molecular y Química Clínica.

La entrevista constó de 4 preguntas de opinión y de 2 preguntas en las cuáles el catedrático debió calificar de 1 a 10 los conocimientos de Bioquímica con los cuales el estudiante ingresaba a su curso. La entrevista se encuentra en el Anexo III.

Los resultados se encuentran sintetizados en la Tabla II. Como se puede observar, la mayoría de los catedráticos consideró que los fundamentos bioquímicos son importantes para el desarrollo de su curso (8/10). Así mismo, indicaron que el desempeño de los estudiantes en los temas del bloque de Bioquímica no es satisfactorio (5/10).

Las preguntas de opinión lograron reflejar los temas que los catedráticos de cursos superiores consideran importantes para un correcto desempeño en el aprendizaje de su curso.

Tabla II: ENTREVISTA REALIZADA A LOS CATEDRÁTICOS DE CURSOS PARA LOS CUALES EL BLOQUE DE BIOQUÍMICA ES REQUISITO

	Tema	Opinión del Claustro
Preguntas de Calificación	de Importancia del curso de BQ I y II para los cursos de los que es requisito	Importante (Promedio 8/10)
	Desempeño que muestran los estudiantes de 7mo. Y 8vo. Ciclo en temas de Bioquímica I y II	No Satisfactorio (Promedio 5/10)
Preguntas de Opinión	de Temas indispensables para el adecuado desempeño en cursos del Área Profesional.	Relación Estructura-Función Proteica; Regulación Hormonal; Integración del Metabolismo
	Temas que deben ser	Membranas; Metabolismo

reforzados en el bloque de Bioquímica para el adecuado desempeño de los cursos del Área Profesional.	de Lípidos, Carbohidratos y Ácidos Nucleicos;
Temas que deben de ser reforzados para mejorar el desempeño profesional del estudiante.	Casos Clínicos de Enfermedades metabólicas.
Aspectos a aplicar en Laboratorios Virtuales	Profundizar en los principios y métodos de las técnicas de análisis; Agregar laboratorios demostrativos de las técnicas de última generación.

Tabla II Información obtenida de las entrevistas a los catedráticos de cursos superiores para los cuales BQ I y BQ II es requisito.

#### **d. Examen Diagnóstico a estudiantes a cursar el curso de Bioquímica I.**

Se realizó un análisis de la primera unidad del curso de Bioquímica I. Esta unidad es una introducción para el desarrollo adecuado del bloque de Bioquímica. Los fundamentos en esta unidad recaen en los requisitos del curso de Bioquímica I (Biología General y Química Orgánica II). Con la finalidad de evaluar los conocimientos respecto a los fundamentos esenciales para el desarrollo del curso, se realizó un examen diagnóstico a los estudiantes que ingresaron al curso de Bioquímica I en el año 2010. (Anexo V)

El examen diagnóstico consistió de 30 preguntas: 9 de selección múltiple, 6 de completación/apareamiento y 15 de falso y verdadero. Se evaluaron a un total de 85 estudiantes, que obtuvieron una media de 54.40; 24

estudiantes aprobaron el examen (28.23%) con una nota superior a 60.50. La máxima y mínima fueron de 81 y 18 puntos respectivamente.

Los temas seleccionados, su peso en el examen y el desempeño de los estudiantes se sintetizaron en la Tabla III de resultados:

<b>Tabla III: RESULTADOS PARA EL EXAMEN DIAGNÓSTICO DE LOS ESTUDIANTES QUE INGRESARON AL CURSO DE BIOQUÍMICA I EN EL AÑO 2010</b>			
	<b>No. Preguntas (%)</b>	<b>Media/100</b>	<b>Aprobados/ Reprobados</b>
<b>La Célula</b>	<b>5 (16.66%)</b>	<b>54.76</b>	<b>29/56</b>
<b>Membrana y Transporte transmembranal</b>	<b>4 (13.33%)</b>	<b>55.48</b>	<b>32/53</b>
<b>Ciclos Biológicos</b>	<b>4 (13.33%)</b>	<b>30.58</b>	<b>4/81</b>
<b>El Agua</b>	<b>4 (13.33%)</b>	<b>65.88</b>	<b>53/32</b>
<b>Carbono y Grupos Funcionales Orgánicos</b>	<b>9 (30%)</b>	<b>52.96</b>	<b>28/57</b>
<b>Reacciones e Interacciones Químicas</b>	<b>4 (13.33%)</b>	<b>65.58</b>	<b>52/33</b>

Tabla III Información obtenida de las entrevistas a los catedráticos de BQ I y BQ

**e. Plan de Contenidos Seleccionado para el Sitio.**

Luego del análisis de la matriz de contenidos, de las encuestas y del examen de diagnóstico, el Bloque de Bioquímica fue dividido en 13 unidades que se numeran en la siguiente tabla: (Tabla IV)

**Tabla IV: UNIDADES PARA SELECCIONADAS PARA EL BLOQUE DE BIOQUÍMICA (Bioquímica I y II)**

- I. Examen Diagnóstico
- II. Células, Agua y Soluciones Buffer
- III. Estructura y Función Proteínas
- IV. Biocatálisis
- V. Estructura y Función Carbohidratos
- VI. Estructura y Función Lípidos
- VII. Estructura y Función Ácidos Nucleicos
- VIII. Introducción al Metabolismo Bioenergética
- IX. Metabolismo de Carbohidratos
- X. Metabolismo de Lípidos
- XI. Metabolismo de Aminoácidos
- XII. Metabolismo de Nucleótidos
- XIII. Integración del Metabolismo

**B. Desarrollo de Competencias e Indicadores de logro para los cursos de Bioquímica I y II**

**a. Desarrollo de Competencias**

Se desarrollaron 14 competencias para el bloque de bioquímica (Cursos de Bioquímica I y II). Estas fueron producto de la revisión del Libro Blanco del Título de Grado en Bioquímica y Biotecnología (ANECA, 2005) y del proyecto TUNING América Latina. Las competencias que se presentan a continuación son una adaptación de las definidas por los dos anteriores proyectos. (55, 56)

## Competencias Genéricas

- Analiza y resuelve problemas utilizando conocimientos teóricos.
- Desarrolla la capacidad de razonamiento crítico y autocrítico.
- Saber leer textos científicos en inglés y poder abstraer información relevante.
- Sabe utilizar las herramientas informáticas básicas para la comunicación, la búsqueda de información y el manejo de datos. Conoce y utiliza el nivel de usuario de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICS).
- Sabe trabajar de forma colaborativa y con responsabilidad compartida
- Desarrolla la capacidad de trabajo autónomo

## Competencias específicas del Curso

- Conocer y entender las diferencias entre células procariotas y eucariotas, así como la estructura y función de los distintos tipos celulares (en organismos multicelulares) y de sus orgánulos subcelulares.
- Comprender los principios básicos que determinan la estructura molecular y la reactividad química de las biomoléculas sencillas.
- Comprender los principios que determinan la estructura de las macromoléculas biológicas (incluyendo proteínas y ácidos nucleicos), así como de los complejos supramoleculares biológicos, y ser capaz de explicar las relaciones entre la estructura y la función.
- Comprender los principios químicos y termodinámicos de la biocatálisis, así como el papel de los enzimas y otras proteínas en determinar el funcionamiento de las células y organismos.
- Comprender la estructura de las membranas celulares y su papel en el transporte de moléculas, transducción de energía y transducción de señales.
- Conoce y entiende procesos bioquímicos y moleculares en las reacciones de mantenimiento de la vida (metabolismo), así como sus

alteraciones que pueden ser causa de patologías humanas, explicando los mecanismos moleculares implicados en estas alteraciones.

- Comprender los aspectos esenciales de los procesos metabólicos y su control, y tener una visión integrada de la regulación y adaptación del metabolismo en diferentes situaciones fisiológicas.
- Tener una visión integrada del funcionamiento celular (metabolismo), abarcando su regulación y la relación entre los diferentes compartimentos celulares.

#### **b. Desarrollo de Indicadores de logro**

Se desarrollaron 189 indicadores de logro para las 14 Competencias adaptadas. Estos indicadores de logro fueron obtenidos a partir del análisis de evaluaciones del curso y evaluaciones disponibles virtualmente, del Libro Blanco del Título de Grado en Bioquímica y Biotecnología (ANECA, 2005), del proyecto TUNING América Latina, de la International Conference of the Association of Biochemistry Course Directors (ABCD) Biochemistry Learning Objectives And Competences y del proyecto Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL). (Anexo V.) (55, 56, 57)

### **C. Diseño de los cursos de Bioquímica I y II**

#### **a. Selección y diseño de experiencias de aprendizaje para el portal.**

Se realizó un recorrido a través de la Web para buscar las actividades interactivas existentes. Las búsquedas se realizaron en el motor de búsqueda [www.google.com](http://www.google.com) en inglés y en español e incluyeron los siguientes términos:

- Biochemistry/ Bioquímica
- .edu
- Animación/ Animation
- .ppt
- Video
- Lecciones/ Lessons

- Quiz
- Virtual lab
- .swf

Así mismo, se revisaron las páginas Web para los siguientes libros de texto:

- Lehninger Biochemistry (4ta 5ta edición) – WH Freeman
- Biochemistry: a short course – WH Freeman
- Biochemistry – WH Freeman
- Biochemistry: The molecular basis of life – McGraw-Hill
- Foundations of Biochemistry – National Science Foundation

Se realizó una búsqueda utilizando el motor de búsqueda [www.books.google.es/](http://www.books.google.es/), de google Inc. Se accedió a un formato virtual de los libros con mejor valoración y que no forman parte de los que son utilizados por la mayoría de universidades. El listado se encuentra a continuación:

- Biochemistry for dummies – Wiley Publishing, Inc
- Metabolism and Nutrition Crash Course – Elsevier
- Basic Concepts in Biochemistry: a student survival guide – McGraw-Hill
- Biochemistry free and easy - Department of Biochemistry and Biophysics at Oregon State University
- The Manga Guide for Biochemistry – Ohmsha
- Color Atlas of Biochemistry – Thieme
- Instant Notes in Biochemistry – Bios

Utilizando la información recopilada en todas estas fuentes, se seleccionaron el formato de actividades que podrían ser utilizadas en el portal. La tabla VI enumera las actividades que fueron realizadas, la periodicidad con las que estarían disponibles en el portal y la descripción de cada una de estas:

Tabla V: DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES VIRTUALES

Modalidad	Frecuencia	Descripción
<b>Clases Presenciales</b>	3 veces por semana	Clases presenciales a ser impartidas en la Facultad de CCQQ y Farmacia
<b>Lecciones</b>	De 1 a 2 vez por semana	Documentos de apoyo, prezis, animaciones, power points (.ppt), videos, problemas resueltos.
<b>Cuestionarios virtuales (Examen Corto)</b>	1 vez por semana	Cuestionarios de autoevaluación, sin ponderación en el curso, autoasignables. Pueden ser tomados más de una vez.
<b>Resolución de problemas / Estudio de casos</b>	1 a 2 veces por unidad	Hojas de trabajo virtuales.
<b>Evaluación (Quizzes)</b>	1 vez por unidad	Cuestionarios con ponderación para el curso.
<b>Análisis críticos</b>	De 1 a 2 veces por semana, a excepción de la I y II unidad.	Actividades virtuales basadas en la metodología POGIL.
<b>Revisiones de Literatura (wiki)</b>	1 por semestre	Se conformaran grupos de estudiantes para desarrollar y profundizar en un tema. El tema será desarrollado en la modalidad de un wiki.
<b>Facebiok</b>	2-5 por semestre	Se conformaran grupos de 5 estudiantes. Cada estudiante deberá desarrollar un perfil para una biomolécula. Las instrucciones detalladas se encuentran disponibles en el anexo X "Manual para el uso del portal".

Con ayuda de la tabla anterior, se realizó un índice de actividades. Se planificó la realización de 161 actividades virtuales para el Bloque de Bioquímica (Bioquímica I y II). Las actividades están divididas en: 30 Problemas de análisis crítico (POGIL), 2 Wikis, 17 Rutas Metabólicas, 5 Revisiones de Casos, 13 Quizzes, 16 Problemas Resueltos, 7 Lecturas, 16 Lecciones, 7 Perfiles de Moléculas (Facebiok), 26 Exámenes cortos, 2 Actividades de Refuerzo, 8 Canciones y 10 Animaciones. (Anexo VI).

#### **b. Desarrollo del programa para los cursos**

Se desarrolló un programa para el bloque de Bioquímica. En este se ingresaron cada una de las unidades desglosadas, en temas y subtemas, de acuerdo a los programas diseñados para Bioquímica I y II. Así mismo, se desarrolló una programación específica de actividades en la que se intercaló un periodo de clase con una actividad virtual.

La programación didáctica y el programa del curso se encuentran en disponibles en el Anexo VII.

### **D. Diseño del Portal**

#### **a. Selección de plataforma informática.**

Al iniciar el desarrollo del Portal, la USAC contaba con dos plataformas las cuales están disponibles para su uso en todas las Facultades. Se realizó una tabla comparativa para definir qué plataforma se acoplaba mejor al diseño del curso. La tabla se encuentra a continuación: (Tabla VI)

Tabla VI: COMPARACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE LAS PLATAFORMAS

EDUCATIVAS DOKEOS Y MOODLE.			
Característica	Dokeos		Moodle
Popularidad	Media-Baja		Alta
Rating entre LMS	Baja		Alta
Salida a la Red	2008		2002
Preferencia entre estudiantes	N/D		Alta
Preferencia entre catedráticos y otros usuarios	N/D		Alta
Open Source/Comercial	Sí/Sí		Sí/No
Sede	Francia		Australia
Áreas de Desempeño	Educativo		Educativo, Profesional y de Capacitación
Presencia en USAC	Sí		Sí
Presencia en CCQQFAR	No		Sí
Herramienta de VideoConferencias	Sí		No
Interfaz	Atractiva		Sencilla
Plantillas para Documentos	Sí		No.
Informes	Sí		Sí
Opción para Blended Learning	Sí		No
Asistencia (TroubleShooting)	Sí		Sí
Fácil Instalación	Sí		Sí
Manuales	Sí		Sí
SCORM	Sí		Sí (únicamente 1.2)
Backup y Copia de Curso	Sí		N/D
Lecciones	Formato amplia	continuo, con variedad	Formato seccionado, de Documentos Aislados

herramientas posibles		
Instituciones tienden a mudarse hacia este LMS	N/D	Sí
PHP-MySql	Sí	Sí
Otros LMS de los mismos desarrolladores	Chamilo	N/D
Informe de Tiempo de Sesión (Conexión)	Sí	No
Red Social	Sí	Sí
Personalización de perfiles	Moderada	Alta
Manejo de Multimedia	Inteligente	Complicada

#### b. Diseño del mapa del portal.

Se realizó un mapa para el portal utilizando el software de uso libre mind, de DOKEOS. El mapa del portal se encuentra en el Anexo VII.

#### E. Desarrollo de experiencias de aprendizaje para el portal.

Se desarrollaron las experiencias de aprendizaje para el portal. Los software utilizados para el desarrollo de las experiencias de aprendizaje se encuentran descritos en la tabla VIII.

Tabla VIII: DESCRIPCIÓN DE SOFTWARE UTILIZADO PARA EL DESARROLLO DE EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE.

Tipo de Software	Descripción
Actividad	
Quizzes	Hot Potatoes
	Software gratuito para la edición de quizzes. Tiene variedad de plantillas. Fácil de utilizar, herramienta

		de exportación a SCORM, que permite en ciertas LMS (Como Moodle por ejemplo) la creación de informes y estadísticas con los resultados. Disponible en: <a href="http://hotpot.uvic.ca/">http://hotpot.uvic.ca/</a>
	iSpring Quiz Maker	Software de licencia comercial que puede ser descargado separado o como parte de un paquete llamado iSpring Suite, que incluye iSpring Pro e iSpring Kinetics. Es muy fácil de utilizar, permite insertar multimedia y tiene una gran variedad de plantillas para preguntas, que se pueden mezclar en un solo quiz. Permite la descarga de versión demo. Más información en: <a href="http://www.ispringsolutions.com/">http://www.ispringsolutions.com/</a>
<b>Lecciones</b>	Prezi	Software especializado en la realización de presentaciones y lecciones, cuyo principal atractivo es la capacidad de crear áreas interactivas con capacidades amplias de zoom in y zoom out, además de soporte a muchos formatos de documentos. Se puede adquirir por licencia gratuita, comercial y una gratuita especial para catedráticos. Más información en: <a href="http://prezi.com">http://prezi.com</a>
	Xerte	Desarrollador de lecciones a través de lenguajes diferentes a los de Moodle y Dokeos (Apache y MySql). Posibilidad de una gran cantidad de plantillas, adición de elementos multimedia, amplias herramientas de interactividad. Cuenta con compatibilidad SCORM y puede ser utilizada tanto on-line (Xerte Sandpit, <a href="http://www.techdisplayxerte.info/">http://www.techdisplayxerte.info/</a> ) como off-line. Es de instalación difícil. Y cuenta con muy pocos tutoriales y asistencia al usuario muy pobre. No trabaja con editores WYSIWYG, y sólo a través de previews se puede evaluar el trabajo. Dificulta el

		trabajo cooperativo y las opciones de exportación son complicadas. Más información en <a href="http://www.nottingham.ac.uk/xerte/index.aspx">http://www.nottingham.ac.uk/xerte/index.aspx</a>
LCDS		LMS gratuito de Microsoft, tiene opción de trabajo off-line y una gran variedad de herramientas interactivas. Incluye generador de cuestionarios y manejo de multimedia, Flash Cards, Juegos. Cuenta con editor WYSIWYG. Teóricamente es compatible con SCORM, pero aun así presenta incompatibilidades con otros LMS, por lo que la única forma de uso ha sido a través de la exportación de un archivo HTML que se puede abrir únicamente con Internet Explorer. Más información en: <a href="http://www.microsoft.com/learning/en/us/lcnds-tool.aspx">http://www.microsoft.com/learning/en/us/lcnds-tool.aspx</a>
<b>Animaciones y Canciones</b>	Macromedia Flash 8 + Flash Player	<p>Aplicación comercial dedicada al desarrollo de animaciones de uso universal de formato .swf, o flash. Se pueden reproducir únicamente con "Flash Player", el cual es gratuito y se encuentra disponible en:</p> <p><a href="http://www.adobe.com/support/flashplayer/downloads.html">http://www.adobe.com/support/flashplayer/downloads.html</a></p> <p>El programa para la realización de las animaciones es parte de un paquete llamado Adobe Suite, pero puede ser adquirido por separado. Es muy versátil para la realización de animaciones y actividades de aprendizaje. Más información en: <a href="http://www.adobe.com/la/products/flash.html">http://www.adobe.com/la/products/flash.html</a></p>
	Power Point + iSpring Free & iSpring Pro	Se pueden crear animaciones a partir de una plantilla de Power Point. Luego, la herramienta iSpring los convierte a un formato compatible con un reproductor de video. Este programa también

			es parte de iSpring Suite, y también puede utilizarse con cierta parte de sus opciones a partir del iSpring Free, el demo. Más información en <a href="http://www.ispringsolutions.com">www.ispringsolutions.com</a>
<b>Videos</b>	Windows Movie Maker		A través de esta herramienta incluida en el SO Windows, se pueden realizar ediciones sencillas de videos. Específicamente para este caso, hemos utilizado este software para la traducción y edición de videos así como la creación de videos a partir de fotografías e imágenes. Más información en: <a href="http://windows.microsoft.com/es-419/windows-live/movie-maker-get-started">http://windows.microsoft.com/es-419/windows-live/movie-maker-get-started</a>
<b>Hojas de Trabajo y Guías de Estudio</b>	Word y de Adobe Reader	+	Para la realización de los diferentes documentos descargables se utilizó Word, de Office. Luego, estos documentos se exportan a formato .pdf para su uploading al LMS. Para la apertura de éstos el usuario necesita del adobe reader, el cual se encuentra disponible en su última versión acá: <a href="http://get.adobe.com/es/reader/">http://get.adobe.com/es/reader/</a>
<b>Mapas Mentales</b>	Mind		Software gratuito para usuarios de Dokeos que permite la realización de Mapas Mentales y Diagramas de Flujo. Es muy sencillo de utilizar, permite la adición tanto de imágenes prediseñadas como de imágenes propias. El mapa del sitio para el aula virtual fue desarrollado en ésta aplicación. Más información en: <a href="http://www.dokeos.com/es/node/863">http://www.dokeos.com/es/node/863</a>
	CMaps		Software diseñado para la creación de complejos mapas mentales. Visualmente no presenta muchas herramientas para la creación de contenido visualmente atractivo. Es gratis, descargable en: <a href="http://cmap.ihmc.us/">http://cmap.ihmc.us/</a>
<b>Varios</b>	Win 7 &		La totalidad de actividades se realizó en Windows,

Vista, la mayor parte en Windows 7. Como explorador se Chrome y utilizó Google Chrome. Para el desarrollo de Office 2007 documentos se utilizó Office 2007-2010.

Se desarrollaron 161 actividades virtuales para el Bloque de Bioquímica (Bioquímica I y II). Las actividades están divididas en: 30 Problemas de análisis crítico (POGIL), 2 Wikis, 17 Rutas Metabólicas, 5 Revisiones de Casos, 13 Quizzes, 16 Problemas Resueltos, 7 Lecturas, 16 Lecciones, 7 Perfiles de Moléculas (Facebiok), 26 Exámenes cortos, 2 Actividades de Refuerzo, 8 Canciones y 10 Animaciones. (Anexo VI).

#### F. Implementación del portal en línea.

Se implementó el portal en línea utilizando la Plataforma Educativa DOKEOS 2.0. En la Tabla IX se describen las fases de implementación del portal y la descripción de las mismas. Se desarrolló un manual para el uso del portal. Este manual se encuentra disponible en el Anexo IX.

**Tabla IX: FASES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PORTAL EN LÍNEA**

<b>Fase de Implementación</b>	<b>Descripción</b>
<b>Obtención de Plataforma en Dokeos y Correo electrónico de dominio @usac.edu.gt</b>	Ambas fueron tramitadas y otorgadas por la unidad de Informática de la USAC.
<b>Creación de Lecciones y otras Actividades en Dokeos</b>	El diseño de la creación de la mayoría de actividades en Dokeos es intuitivo. Algunas lecciones generaron mayor dificultad que otras por la cantidad de herramientas y formatos que se manejaron, pero todas quedaron implementadas de forma satisfactoria, según las revisiones y previews realizados.

<p><b>Pruebas con la generación de Informes y otras estadísticas con Dokeos</b></p>	<p>Los Quizzes inicialmente se habían considerado para ser realizados en iSpring (pues presentaron compatibilidad con Moodle en previas pruebas realizadas), sin embargo con Dokeos presentaron problemas de formato. Se descartó la idea y se inició su realización con la herramienta “Ejercicios” de Dokeos, sin embargo la sincronización entre las bases de datos de dokeos y los resultados de estos quizzes generaron problemas de compatibilidad. Se comunicaron estos problemas al departamento de Informática de la USAC, quienes actualmente se encuentran en mantenimiento de la plataforma, para su pronta resolución.</p>
<p><b>Uploading de Actividades realizadas en otros Software a Dokeos</b></p>	<p>La mayoría de actividades subidas presentaron compatibilidad adecuada con Dokeos. Sin embargo, los exámenes cortos realizados en iSpring y la lección de enzimas realizadas en LCDS resultó incompatible. Por ello, se decidieron colocar links para su descarga o consulta en línea.</p>
<p><b>Adición de links de páginas externas a Dokeos y prueba de los mismos</b></p>	<p>La mayoría de links agregados a Dokeos rutean a las actividades deseadas de manera adecuada. Unos cuantos sufrieron desactualización y/o actualmente no se encuentran disponibles, por lo que tuvieron que ser reemplazados por otros que sí lo estuvieran.</p>

<b>Creación de Usuarios Predeterminados</b>	Se crearon los usuarios de Catedráticos (con sus respectivas limitaciones y permisos) para cada una de las 4 carreras de la facultad involucradas en el seminario. Se cedió el usuario de Admin (administrador) al asesor de este seminario.
<b>Creación del Manual para Catedráticos</b>	Se desarrolló un manual para la distribución entre los catedráticos que utilicen el aula virtual y necesiten asistencia para el desarrollo de actividades en la plataforma.

## IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

---

Se desarrolló un portal para el aprendizaje de Bioquímica basado en el modelo constructivista de educación utilizando una combinación de las metodologías b-learning y Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL). La discusión al igual que los resultados se encuentra dividida en secciones acorde a las fases en el desarrollo del portal.

### A. Selección de los contenidos de los cursos Bioquímica I y II a ser establecidos en el portal.

Se seleccionaron los contenidos de los cursos del Bloque de Bioquímica a ser incluidos en el portal. Con esta finalidad se realizó una revisión del Catálogo de Estudios para la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC. Con la recopilación de los contenidos aprobados para las cinco carreras de la Facultad se desarrolló una Matriz de Contenidos. Los resultados reflejados por la Matriz indican que de 213 contenidos, habían en común 67 (31.45%) temas y subtemas para las cinco Carreras de la Facultad. Para no excluir más del 60% de temas y subtemas del bloque de Bioquímica, se decidió trabajar con los contenidos aprobados para la Carrera de Licenciatura de Química Biológica, la cual coincide con la mayoría de contenidos para todas las Carreras, 174 ítems de 213 (81.69%). (54)

Para lograr una selección objetiva y significativa de los contenidos se tomó en cuenta la opinión de los cuatro catedráticos encargados de los cursos de Bioquímica y de los catedráticos encargados de cursos del Área Profesional de las cinco carreras de la Facultad para los cuales el bloque de Bioquímica es requisito.

Los resultados reflejan que los catedráticos del Bloque de Bioquímica están de acuerdo con los requisitos para los cursos, Biología General I y II y Química Orgánica. Sin embargo, Análisis Inorgánico no es requisito para el Bloque de Bioquímica, y existe un tema importante “Agua y pH” que es considerado a profundidad en este curso. De acuerdo a la opinión de los catedráticos este contenido ocasiona dificultad en la unidad introductoria del Bloque de Bioquímica. Otros de los contenidos que ocasionan dificultad son los contenidos de Biología General, Membranas Biológicas; y los contenidos de Química Orgánica, Nomenclatura y Grupos Funcionales, Reacciones Redox y Estereoisomería.

Para los catedráticos de Cursos superiores Bioquímica es un tema importante para el adecuado desarrollo de su curso (80%), además señalaron que el desempeño de los estudiantes en temas del Bloque de Bioquímica, no es satisfactorio (50% de rendimiento), y los temas que estos consideran debería de ser reforzados durante el desarrollo de los cursos son: Relación estructura-función proteica, Enzimología, Regulación Hormonal, Integración del Metabolismo, Membranas Biológicas, Carbohidratos, Lípidos y Ácidos nucleicos. Además sugieren que estos temas deberían de fortalecerse mediante el uso de metodologías tales como: Casos Clínicos, Animaciones u otras metodologías visuales y Laboratorios Virtuales

Al contestar la entrevista, catedráticos de los cursos del Bloque de Bioquímica señalaron que los contenidos que presentaban una mayor dificultad durante el desarrollo del curso son: Aminoácidos y Proteínas, Cinética Enzimática, Bioenergética e Integración del Metabolismo. Entre las sugerencias que arrojaron los resultados respecto a actividades que podrían ser incluidas en el portal se encuentran: Problemas Resueltos, Animaciones u otras metodologías visuales, Mapas Mentales y Esquemas.

Finalmente, se realizó un examen diagnóstico con la finalidad de evaluar las bases con las que los estudiantes ingresan al Bloque de Bioquímica. Los resultados este examen diagnóstico están resumidos en la tabla IV. Como se puede observar, la media de los estudiantes no es satisfactoria para los contenidos base para los cursos de Bioquímica, 54.4%. Así mismo, únicamente un 28.23% de los estudiantes aprobó el examen. Los temas que presentaron mayor dificultad son los que corresponden al Bloque de Biología General, Ciclos biológicos, Célula y Membranas biológicas con un desempeño de 31 y 55% respectivamente. Los temas con mejor desempeño fueron los que pertenecen al Bloque de Química (Agua y Reacciones Biológicas con un desempeño de 66%) a excepción del tema del Carbono con un desempeño de 53%.

Como se puede observar, existe coherencia entre los temas señalados por los docentes y el arrojado por los resultados del examen diagnóstico. Estos resultados permitieron que se desarrollara una Unidad virtual, la que se nombró "Examen Diagnóstico". Esta unidad consiste en la realización de un examen diagnóstico, no ponderado y obligatorio, el cual arrojará resultados desglosados para cada uno de los contenidos necesarios para un correcto desempeño en los cursos del Bloque de Bioquímica. Cuando cada estudiante tenga el resultado de su prueba podrá acceder a links que tengan contenido de refuerzo para los temas en los que haya presentado un bajo rendimiento.

Las sugerencias de los catedráticos del Bloque de fueron tomadas en cuenta para la búsqueda de actividades didácticas con las características que estos creyeron necesarias. Así mismo se procedió para los contenidos que los catedráticos de cursos del Área profesional reportaron deficientes.

### **B. Competencias Desarrolladas para los Cursos de Bioquímica I y II.**

Se seleccionó la metodología constructivista para desarrollo de los cursos del Bloque de Bioquímica. En el contexto de las teorías del

aprendizaje, la palabra constructivismo se relaciona con la idea de la construcción de propio conocimiento y del significado de éste, por parte de la persona que realiza cualquier tipo de aprendizaje, ya sea individualmente o socialmente. (58)

La metodología Constructivista de aprendizaje no trabaja con objetivos sino más bien con competencias, lo cual se traduce en capacidades, es decir conocimiento transferible. Con el uso del portal se pretende entonces que los estudiantes construyan su propio conocimiento de una forma activa y responsable. (58, 59)

Para lograr trabajar bajo esta metodología, fue necesario el desarrollo de competencias y sus respectivos indicadores de logro. Teóricamente, es imposible evaluar Capacidades, por lo que los indicadores de logro, no son más que indicadores de que tan cerca o lejos está un estudiante de alcanzar una competencia. (58)

Como se mencionó anteriormente, fueron adaptadas 14 Competencias a partir del Libro Blanco de Título de Grado en Bioquímica y Biotecnología (ANECA, 2055), del proyecto TUNING América Latina, de la International Conference of the Association of Biochemistry Course Directors (ABCD) Biochemistry Learning Objectives And Competences y del proyecto Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL). La adaptación consistió en la selección y edición de las competencias sugeridas por estos proyectos para que se lograran adecuar al tipo de curso que se desarrolló. Así mismo, utilizando las mismas fuentes de información, y con el uso de evaluaciones de los cursos del Bloque de Bioquímica y de evaluaciones disponibles virtualmente, se logró el desarrollo de 189 indicadores de logro para evaluar las 14 competencias. (55, 56, 57).

Estas competencias e indicadores de logro condicionaron el diseño del portal y por tanto, de los cursos de Bioquímica I y II. Es por esto, que se concluyó que la mejor manera para el desarrollo de este Seminario de Investigación, era la reedición de los programas para el Bloque de Bioquímica.

Cabe mencionar, que las Competencias que fueron adaptadas se dividen en dos grupos, Competencias Genéricas y Competencias Específicas de los Cursos de Bioquímica. Las Competencias Genéricas son por definición todas aquellas competencias que constituyen una parte fundamental del perfil profesional y del perfil formativo de todas o de la mayoría de las titulaciones. Las Competencias específicas, por el otro lado son aquellas específicas al bloque de Bioquímica. Son aquellas que se pueden alcanzar únicamente con los cursos de Bioquímica I y II; y que, para el caso de la carrera de Química Biológica, sirven como eje fundamental para los cursos de formación profesional.

A manera de comentario, las Competencias Genéricas deberían de ser producto de un estudio detallado del perfil profesional de la Carrera de Química Biológica. Sin embargo, el perfil profesional se encuentra diseñado en objetivos. Se incluyen en este Seminario de Investigación porque son aspectos que pueden llegar a ser cubiertos con el uso de plataformas de aprendizaje virtual (autónomo). Así mismo, por la manera en la que se plantea el desarrollo de este curso, la investigación y el aprendizaje propio y significativo del alumno, puede llegar a tener un impacto en el desarrollo de estas destrezas.

(60)

### **C. Diseño de los cursos de Bioquímica I y II basado en b-learning.**

Se diseñaron los cursos de Bioquímica I y II. La metodología utilizada fue un modelo de aprendizaje semipresencial (b-learning). Se diseñó un programa del curso que intercalaba sesiones presenciales y virtuales. En este

apartado se pretende principalmente justificar el diseño y desarrollo de las experiencias de aprendizaje.

Las experiencias de aprendizaje son definidas como todo aquel conjunto de actividades, diseñadas en función del estudiante cuya finalidad es el alcanzar una competencia de manera significativa. En base a esta premisa, se desarrollaron actividades virtuales como apoyo a las sesiones de clase presencial para los cursos del Bloque de Bioquímica. (61, 62)

Para el desarrollo de estas actividades se realizaron numerosas revisiones, principalmente en la World Wide Web (www), de contenidos didácticos y libros de Bioquímica.

En primer lugar, cabe considerar uno de los modelos pedagógicos que imperó para el desarrollo de la parte virtual de los cursos de Bioquímica. Este modelo es conocido como POGIL (por su acrónimo de *Process Oriented Guided Inquire Learning*) y es un proceso de aprendizaje basado en una indagación orientada y guiada. El POGIL utiliza como herramientas base: la investigación guiada, un ciclo de aprendizaje de exploración, la invención del concepto y la aplicación del mismo. Esta herramienta es netamente constructivista, permite que los estudiantes a través del desarrollo del POGIL puedan construir nuevos conocimientos. Está diseñada para que los estudiantes trabajen en pequeños grupos con roles individuales para asegurar que todos los estudiantes participen plenamente en el proceso de aprendizaje. (70)

Las actividades diseñadas en base al método POGIL se centran en los conceptos básicos y fomentan el conocimiento de los materiales del curso a profundidad, así como también se encargan de desarrollar el pensamiento crítico de habilidades de orden superior. El POGIL desarrolla habilidades tales como la resolución de problemas y la comunicación a través de la cooperación y la reflexión, de esta manera se estimula al estudiante a ser autodidacta de

por vida y al mismo tiempo lo prepara para ser más competitivo en el campo laboral. (70, 71)

En términos generales, la actividad del POGIL consiste en formar grupos de estudiantes de 3 a 5 personas los cuales trabajan con materiales especialmente diseñados para la indagación guiada y orientada. Estos materiales proporcionan al estudiante datos o información claves, seguido de una serie de preguntas capciosas que están diseñadas para guiarlos hacia la formulación de sus propias conclusiones válidas; éstas en esencia son una recapitulación del método científico.

El POGIL se basa en investigaciones que indican que la enseñanza únicamente hablada no funciona para todos los estudiantes; éstos, al formar una comunidad interactiva, tienen más posibilidades de ser exitosos, se divierten más y desarrollan con mayor propiedad el material cuando se les da la oportunidad de construir su propio aprendizaje. (70)

Así mismo, este método afirma que el trabajo en un ambiente basado en el descubrimiento en equipo; es energizante para los estudiantes y provee a los docentes de retroalimentación constante e inmediata de lo que sus estudiantes están o no están entendiendo. Esto enfatiza que el aprendizaje efectivo no es solamente una actividad individual memorística, sino que es un proceso interactivo de perfeccionar la comprensión y el desarrollo de otras actividades. (72, 73)

Se adaptaron 30 lecciones tipo POGIL a la plataforma virtual. Las instrucciones para la realización de las mismas se encuentran en el Anexo X, Manual para uso del Portal.

Además del uso del POGIL, se utilizaron otras herramientas para el diseño y la selección de actividades. Uno de estas herramientas es la opción que tiene la plataforma para el desarrollo de wikis. Un wiki (del hawaiano *wiki*, 'rápido') es un sitio web cuyas páginas pueden ser editadas por múltiples

usuarios a través de un navegador. Los usuarios pueden crear, modificar o borrar un mismo texto que comparten. Uno de los ejemplos más famosos del uso de wikis es la enciclopedia Wikipedia. Los wikis en la educación pueden promover la comunicación entre estudiantes de una misma clase; desarrollar habilidades de colaboración; mejorar la redacción con la elaboración de textos; facilitar y enriquecer la presentación de trabajos en grupo; permitir la creación de glosarios; llevar a cabo proyectos colaborativos; y quizá la más interesante, permiten una re elaboración de libros de texto. Los wikis posibilitan que al momento de cursar una asignatura, los estudiantes rescriban colectivamente parte de su libro de texto, lo que permite una visión personal y colectiva del mismo, situándolo en contexto y apropiándose de las ideas principales. Las instrucciones para la realización de wikis, al igual que los temas sugeridos para la realización de los mismos se encuentran en el Anexo IX, Manual para el uso del Portal. (74)

Otras de las actividades diseñadas se basan en el concepto de interactividad. Cuando se habla de interactividad respecto al internet, y en este caso respecto a plataformas virtuales, se dice de una interacción a modo de diálogo entre una computadora y el usuario. Aparte de los medios de interactividad propios de la plataforma (chats y foros), se decidió utilizar animaciones virtuales. Existe una gran cantidad de sitios en internet de uso gratuito en los cuales se comparten estas actividades, sin embargo, en estos sitios son utilizadas paralelamente a un libro de texto. Lo que se propuso en este caso fue un uso contextualizado de las animaciones anclado al desarrollo del curso en su modalidad presencial. Para esto, se descargaron 70 animaciones en formato *.swf* (*shockwave flash*), un complemento para navegadores web que permite la reproducción de contenidos interactivos como juegos, presentaciones, aplicaciones de formación, etc. De estas animaciones únicamente se incluyeron 10 obligatorias para el desarrollo del curso. El resto de animaciones estarán disponibles para su uso en una sección denominada "Recursos interactivos extra" dentro del portal. (75, 76, 77)

Siguiendo la misma línea y concepto de interactividad, se desarrollaron 17 Rutas Metabólicas utilizando el software iSpring Pro. Las rutas metabólicas fueron recopiladas de distintos libros de texto y se seleccionaron las que fueron consideradas más didácticas. Además, se utilizó una animación en formato .dcr (Macromedia Shockwave). Esta animación es parte de un proyecto que fue desarrollado por la Universidad Erasmus, Rotterdam Holanda, y su distribución es gratuita.

Se han realizado numerosos estudios respecto a la efectividad educacional de las animaciones. Los resultados de estos estudios son controversiales, mientras que algunos presentan resultados positivos en el aprendizaje, algunos otros no han encontrado diferencia entre las animaciones y las presentaciones estáticas. Lo que permite pensar, que las características individuales de las animaciones y cómo son estas utilizadas juega un papel clave en los efectos que estas puedan tener en el aprendizaje. Su uso se justifica por el hecho de que la Bioquímica es un tema difícil. La dificultad de los temas es mayor cuando involucra matemáticas o imaginación. Por ejemplo, el funcionamiento de un enzima no es visible, pero con la ayuda de animaciones, el aprendizaje y la enseñanza pueden volverse más fáciles y rápidos, y pueden lograr captar la atención del estudiante. (78, 79, 80, 81, 82)

Otra de las metodologías utilizadas en menor grado fue la Resolución de Casos. Los casos fueron adaptados a partir de las versiones disponibles en la página web del National Center for Case Study Teaching in Science de la Universidad de Búfalo, Nueva York. Se adaptaron cinco casos para ser resueltos en el portal de manera obligatoria, el resto de casos fueron colocados en una sección extra dentro del portal. Estos casos se encuentran diseñados bajo la metodología pedagógica Aprendizaje Basado en Problemas (por sus siglas en inglés PBL). Al igual que el POGIL, el PBL es netamente constructivista. Los estudiantes aprenden un contenido a través de la experiencia de resolución de problemas. Los estudiantes aprenden pensando en estrategias y combinando esto al dominio de un conocimiento. Los objetivos

del PBL son ayudar a los estudiantes a desarrollar conocimiento flexible, habilidades para resolver problemas y autoaprendizaje. (83, 84)

Una de las principales características de los casos adaptados es su semejanza a situaciones cotidianas. Esto permite que se cumpla una de las premisas del modelo constructivista de aprendizaje al confrontar nuevos conocimientos con los anteriores, lo que permite una relación que producirá la formación de nuevos conceptos fundamentados y logrará un aprendizaje significativo. (84, 85)

Otra actividad desarrollada en el portal es la creación de un perfil de Facebook. Las características de dicho perfil serán similares a las que presentan los perfiles de la red social Facebook, gracias a las herramientas que se encuentran dentro de la plataforma Dokeos. Por definición las redes sociales son estructuras compuestas por personas u otras entidades humanas las cuales están conectadas por una o varias relaciones que pueden ser de amistad, laboral, intercambios económicos o cualquier otro interés común.

Se incorporaron las redes sociales al portal debido a la familiaridad que tienen los estudiantes con las mismas dado su fácil uso. La mayor fortaleza de las redes sociales y lo que las hace interesantes para un posible uso educativo de carácter colaborativo, es su alta tasa de penetración en la población mundial. Sin duda alguna, el grado de penetración de uso que tienen las redes sociales en América Latina y la facilidad para compartir contenidos, son dos de las mayores ventajas que éstas ofrecen. Además, es una herramienta de fácil manejo y conocida por la mayoría de los estudiantes y facilitadores.

En perfil creado se persigue que el estudiante presente información relevante y de calidad de manera creativa a través de datos, imágenes, enlaces, etc. Integrándose así con los conocimientos teóricos dados en clase. Este tipo de actividades favorecen al aprendizaje informal ya que se establecen relaciones a través de los perfiles, chat, foros y la publicación de imágenes y enlaces. Otro beneficio de esta actividad es que puede ofrecer a

los estudiantes la oportunidad de presentar sus ideas con eficacia, mantener debates en línea y colaborar entre sí. Por otro lado esta actividad puede ayudar al docente a sacar provecho de los estilos de aprendizaje digital de sus alumnos. (73)

Respecto a la resolución de problemas, se adecuaron y resolvieron problemas del libro de texto utilizado para el curso, Bioquímica de Lehninger. Estos problemas se desarrollaron en Power Point, tratando de ser explicados paso a paso, utilizando formatos e imágenes llamativas que captaran la atención del estudiante.

El resto de actividades diseñadas son actividades que se diseñaron gracias a las características de la plataforma virtual. Estas actividades son básicamente actividades de e-learning (Evaluaciones, Lecciones y Lecturas). Las evaluaciones fueron recopilación de cuestionarios disponibles en la web confrontados a los indicadores de logro. Las lecciones y lecturas fueron seleccionadas tomando en cuenta las sugerencias de los catedráticos que fueron entrevistados y las características didácticas de libros de texto, aquellos recuadros y preguntas que pretenden despertar la curiosidad del estudiante.

#### **D. Implementación del portal en línea.**

Al inicio del desarrollo de éste seminario, el tema de las plataformas informáticas educativas era un tema del que no se encontraba tanta información. En ese entonces, no todas las Universidades en el mundo se encontraban inmersas en el mundo de los campus virtuales. Por ejemplo, fue apenas en el 2008 que la primera Universidad de Australia (Charles Sturt University, CSU) consiguió implementar un LMS en su campus, Sakai. Para ese entonces, el conocimiento respecto a las plataformas educativas en Guatemala era escaso, con excepción de la Universidad Galileo, que ya contaba con su propia plataforma, denominada GES. Sin embargo, en la actualidad existen una gran cantidad de LMS (tanto comerciales como

OpenSource) disponibles en toda la web. El tipo de tecnologías y formatos que manejan es vasto, La información que se puede obtener sobre ellas en internet es muy amplia, y mucha información otrora restringida a ingenieros y programadores es accesible a todo público. (86, 87)

Toda esta evolución acelerada de la tecnología complicó en cierta forma la selección de la plataforma. La complicó en el sentido de que las opciones ahora son simplemente demasiadas. Encontrar el LMS perfecto sería imposible, pues todos son diferentes. Y la mayoría cumple con los requisitos del diseño del curso. Se decidió utilizar únicamente las opciones con las que trabaja la Universidad de San Carlos, Moodle y Dokeos. Ambas Plataformas cuentan con un gran número de usuarios y de buenas referencias a nivel mundial, a pesar de que sus características son bastante distintas. (88)

Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment), cuya base se encuentra en Australia, inició con su primera versión en Agosto del 2,002. Hasta la fecha, su número de usuarios ha aumentado muchísimo, hasta llegar a tener 73,037 sitios registrados en 225 países del mundo según el apartado de estadísticas de su sitio. En esta misma página se pudo determinar que el número de usuarios en el mundo asciende a 64 millones. Moodle, en esa misma página, también muestra las instituciones afiliadas por país, y en Guatemala se pueden observar que tanto colegios (IGA), Universidades (Mariano Gálvez, InterNaciones, Panamericana y San Pablo) y/o facultades de algunas otras universidades (Arquitectura de la del Valle) confían en Moodle el hosting de su Campus Virtual. A pesar de que la Facultad de Farmacia y unas cuantas más facultades de la USAC también utilizan Moodle, este dato no es visible desde la página de estadísticas de Moodle. (88)

Moodle es una herramienta muy versátil, fácil de instalar y popular, y no sólo es utilizada desde educación primaria hasta para cursos universitarios, sino además también se le elige para su uso en carreras técnicas y

capacitaciones profesionales. A pesar de ser gratis, tienen mucha gente pendiente de las dudas y problemas de los usuarios, por lo que hay buenos comentarios acerca de la asistencia en línea de este LMS. Tan así que muchas instituciones educativas se han mudado de varias LMS a Moodle. (88)

Un artículo desarrollado por la Universidad de Butler en Indianapolis como parte de un proyecto comparativo entre Moodle, Blackboard (El LMS Comercial no. 1) y otros LMS para decidir el futuro del campus virtual de la universidad, enumera algunas de las posibles razones por las cuales muchas instituciones se han mudado a Moodle, entre ellas un mayor rango efectividad/costo, además que permite mayor control y flexibilidad. El hecho de que sea uno de los LMS más utilizados en los Estados Unidos, ha recibido recomendaciones de organizaciones como NITLE (National Institute for Technology in Liberal Education) y EDUCAUSE. (89)

De la experiencia en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, se puede decir que Moodle es muy completa y amplia en herramientas y su compatibilidad con formatos SCORM y con otros tipos de archivos (en especial multimedia) es buena. Sus últimas versiones permiten actividades de reciente aplicación a la enseñanza en línea, como Chats, Wikis, Intercambio de Documentos, etc. Con todas estas características, no es de extrañar porqué es tan conocido y tan utilizado a nivel mundial.

Además, el estudiante parece gustar de Moodle. Varios estudios desarrollados en diferentes universidades como Cantenbury, North Carolina (Charlotte), North Carolina (Pembroke), destacan que los estudiantes parecen no encontrar diferencia entre Moodle y Blackboard. Otros de los fuertes de Moodle es la personalización de los perfiles, un aspecto en lo que varios LMS presentan deficiencias o infelxibilidades. (89)

Sin embargo, Moodle presenta debilidades que sus competidores aprovechan para atraer usuarios. Casi todas radican en la sencillez de su interfaz, ya que no posee muchas opciones para la personalización del formato y no es tan intuitiva para su edición. Generalmente estas opiniones vienen de catedráticos/administradores que ya han tenido contacto con otras LMS. Los muchos usuarios para los que la imagen de su área de trabajo es muy importante seguramente buscan otras opciones. La última versión de Moodle, 2.4, parece haber empezado a mejorar en este sentido, pero en la versión que utiliza la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la USAC en estos momentos evidencia lo poco llamativo del portal, si se compara con las interfaces de los sitios web más visitados por los estudiantes (Redes Sociales, Correo Electrónico, etc).

Dokeos, por su parte, es una plataforma educativa de e-Learning con base en Francia. Como se mencionó, no es un LMS muy conocido en Norteamérica, pero sí lo es en Europa. Cuenta con muchas características similares a Moodle, como su fácil instalación, su servicio de Open Source, su tecnología PHP-MySQL (el lenguaje en el cual se han diseñado tanto Moodle como Dokeos, el cual permite el uso de contenido dinámico que cambia a solicitud del usuario, por ejemplo el acceso a un listado, el cual es almacenado por un sistema de gestión de base de datos, llamado MySQL) y su amplio número de desarrolladores que también permiten una efectiva asistencia al usuario. Sin embargo, las comparaciones que a lo largo del internet se pueden encontrar entre Moodle y Dokeos Open Source, parecen no demostrar una verdadera competencia y escoger Moodle es lo más lógico. (90)

Entre los fuertes de Moodle está el hecho de que es preferido vastamente en Estados Unidos, Dokeos no es muy conocido allí. En Europa Dokeos tiene muchos más usuarios que en los Estados Unidos, y allí el uso de Moodle no es

tan amplio. Ahora bien, la mayoría de artículos educativos disponibles en inglés provienen de los Estados Unidos y esto puede causar sesgo. Además Moodle se ha abierto mercado no sólo al plano educativo sino también al corporativo y de capacitación, mientras Dokeos permanece estático como una plataforma exclusivamente dedicada a la educación. Esto hace que Dokeos no pueda llegar al número de usuarios que utiliza Moodle. Estas razones podrían haber causado de que Dokeos ha dejado sin actualizar su Open Source por mucho tiempo, encontrándose más ocupado en desarrollar una nueva estrategia ante Moodle y otros LMS. En los últimos años, los desarrolladores de Dokeos han descuidado la evolución del Dokeos Open Source para darle prioridad a la versión pagada de Dokeos y en un nuevo LMS de Open Source, Chamilo, el cual se describe como muy similar a Dokeos, pero con nuevas características (Este LMS aparentemente también se encuentra en uso en la USAC, específicamente en los cursos de la División de Desarrollo Académico, DDA).

(90)

Cabe destacar que hay muy pocos artículos o investigaciones que comparen Moodle a Dokeos, por ser Dokeos un LMS de bajo perfil. La mayoría de comparativas que se encuentran en la red son de autoría de usuarios de ambos en internet, pero por lo general son documentos no científicos.

A pesar de esto, la decisión de montar el portal de los cursos de Bioquímica I y II fue tomada favorablemente para Dokeos, la versión comercial. Esta es la versión que se utiliza actualmente en la Universidad de San Carlos de Guatemala. Ésta versión es mucho más completa que la Open Source, y presenta mejoras en los rubros de herramientas, flexibilidad y control del Usuario. Su interfaz es mucho más moderna e intuitiva, en especial para el estudiante. Puede que para el catedrático tome más tiempo aprender a usar las diferentes herramientas de creación de contenidos, pero el alumno tiene todas las herramientas a su disposición con un muy buen nivel de organización y

estética. Destacan de Dokeos su chat y su red social, sus herramientas de tareas y lecciones que son muy versátiles, así como otras menos comunes como la de mapas mentales (que incluye el free-software Mind, para el desarrollo de mapas conceptuales), podcast y screencast (Clases en vivo a través de Streaming), mediabox y su manejo inteligente de archivos multimedia, sus variadas plantillas para documentos, sus informes (en especial los relacionados con el tiempo que permanece cada estudiante conectado) y su capacidad de exportar y hacer back-up general del curso, entre otras. (92)

Otro de los factores determinantes para la selección de Dokeos es la posibilidad que tiene de adaptarse a Blended Learning. Esto es a través de su herramienta de evaluaciones, en la cual se pueden ingresar notas de actividades tanto presenciales como virtuales. Esto hace que el estudiante pueda llevar control de sus notas generales de curso. Desde el momento en el que el catedrático empiece a llevar toda su información en Dokeos, está se volverá la forma principal de comunicación con el estudiante, lo que permitirá un aprovechamiento total del curso a través de otras herramientas como wikis, anuncios, encuestas, agenda, y otros. (92)

Finalmente, debemos mencionar que la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia es de las pocas facultades de la USAC que tiene Moodle como su LMS principal y no Dokeos. Como ya habíamos mencionado, la versión actual con la que se cuenta de Moodle para la facultad no es de las más modernas, lo que se evidencia en su interfaz. Entonces esta es una buena oportunidad para que algunos estudiantes de la facultad tengan la oportunidad de conocer una alternativa más moderna e interesante que Moodle.

Una vez seleccionada la plataforma, se evaluó cada una de las herramientas de la misma para determinar el tipo de actividades que se podrían desarrollar, así como los distintos temas que podrían ser cubiertos en éstas. Se observó que casi la totalidad de las herramientas de creación de

contenidos son las que tienen mayor potencial pues las herramientas de interacción y las de administración son más dependientes de la calendarización y del desarrollo del curso, así como del criterio del catedrático.

Al haber determinado las herramientas a aprovechar de Dokeos, los temas a reforzar de la BQ I y II, las competencias e indicadores de logro del curso, y las diferentes actividades a sugerir y a poner a disposición del catedrático, así como la calendarización y programa del curso, se procedió a armar el mapa del curso, que encierra estos aspectos de una forma resumida, concisa y lógica. Cabe destacar que este mapa fue desarrollado en el software para mapas mentales de Dokeos, Mind, que se encuentra disponible en la página web de la plataforma para todos los usuarios de Dokeos.

Como último paso, se procedió a la implementación del portal. En primer lugar, se procedió a solicitar al departamento de Procesamiento de Datos de la USAC, el permiso respectivo para la utilización del campus virtual de Dokeos de la USAC. Ésta solicitud fue realizada con el consentimiento de uno de los catedráticos del bloque de Bioquímica. Ésta fue aprobada, y fue otorgado el dominio [http://aulavirtual.usac.edu.gt/aulavirtual\\_bioquimica\\_qb/index.php](http://aulavirtual.usac.edu.gt/aulavirtual_bioquimica_qb/index.php). Luego, durante la búsqueda de actividades y herramientas en la red, se observaron las ventajas que se podían obtener de una dirección de correo con sufijo “.edu” para el seminario y para el curso virtual. Muchas empresas de software comercial o sitios de educación en línea presentan planes especiales de sus productos y contenidos a catedráticos, y como único requisito solicitan el registro al sitio con un correo de sufijo “.edu”, de education. Así que se procedió a la solicitud del mismo, al área de Redes y Comunicaciones de la USAC. Esta solicitud también fue realizada con el consentimiento de un catedrático del bloque de Bioquímica, que quedó como responsable del correo, cuya dirección es [bioquimica@usac.edu.gt](mailto:bioquimica@usac.edu.gt).

Una vez habilitado el sitio para el portal, al desarrollo de las actividades. Como ya se mencionó, sólo una parte de éstas serían realizadas dentro de las herramientas de Dokeos. Las de mayor relevancia serían las lecciones y los ejercicios o quizzes.

Durante este proceso se aprovecharon la mayor cantidad de posibilidades y plantillas que otorgan estas herramientas de creación de contenidos en Dokeos. Un pequeño número de las lecciones no fue realizado dentro de Dokeos, ya que durante el desarrollo de todo el seminario se realizaron diferentes actividades, que se consideraron aptas para su implementación en el formato que se encontraban. Estas actividades fueron subidas al portal luego de la finalización de las lecciones y de los ejercicios, y se hablará de ellas en detalle más adelante.

Los quizzes, cuya nota se ha considerado como relevante para la nota final del curso, iban a ser realizados originalmente con la herramienta iSpring Quiz Maker. Sin embargo, al efectuar pruebas de uploading a Dokeos, se detectó cierta incompatibilidad entre el formato de éstos y la importación de SCORM de Dokeos. Luego de varias pruebas fallidas, se decidió descartar la idea y utilizar la herramienta "Ejercicios" de Dokeos. Ésta herramienta es menos intuitiva y versátil que la de iSpring, sin embargo presenta características mejores que otros software para quizzes como Hot Potatoes, por ejemplo, que fue utilizado durante ciertas actividades de prueba en el transcurso de la realización del presente trabajo. Además, se evitaría de forma directa la posibilidad de que aparecieran problemas similares al ocurrido con iSpring. Se realizaron 2 ejercicios sencillos y pequeños de prueba, detectándose un nuevo problema durante la revisión de los mismos, específicamente durante la obtención de feedback durante los ejercicios y la generación de informes.

Entre las características de los ejercicios está la posibilidad de presentar un feedback determinado si la respuesta dada a determinada pregunta es buena, parcialmente buena y mala. Durante las primeras pruebas de los quizzes realizados con esta herramienta, se observó que a pesar de que para ciertos formatos de ejercicio ya se habían determinado las respuestas correctas y su respectivo feedback, una vez resueltas con un usuario de alumno ficticio, el feedback recibido y el conteo de respuestas correctas e incorrectas no se estaba realizando del modo esperado. Se revisó de varias formas este problema y se pudo determinar que con una configuración de evaluación específica, se obviaba el error.

Sin embargo, se detectó un nuevo error a la hora de generar informes para los quizzes, ahora en relación al conteo de cada una de las respuestas dadas a determinado quiz. Ante esta cantidad de errores inesperados de Dokeos se decidió concertar una cita con el departamento de Procesamiento de Datos de la USAC para comunicar los errores y resolver dudas. Luego de la exposición de las observaciones y dudas, se notificó que se le daría mantenimiento al sitio y que estarían pendientes del funcionamiento de estas herramientas de Dokeos.

Luego de la realización de las demás actividades dentro de Dokeos, se procedió a subir las actividades que fueron realizadas en otros sitios. La mayoría de archivos y formatos funcionaron adecuadamente, a excepción de la lección de una unidad determinada del curso de Bioquímica I, que ya había sido realizado como prueba dentro de LCDS, el LMS de Microsoft. Este LMS presenta la gran desventaja de una incompatibilidad casi completa con cualquier otro LMS. Su forma de uso es a través de la generación de un archivo de formato “.rar”, el cual contiene un archivo de formato HTML, que se puede abrir únicamente con el explorador de Internet, también propiedad de Microsoft.

A pesar de que la lección fue del gusto del estudiantado (pues se realizó una actividad de prueba a principios del 2012 con alumnos QB de Bioquímica), debido a esta incompatibilidad se desistió de montar todas las lecciones con este formato. Sin embargo, se decidió dejar esta actividad de la misma forma a como se había usado, dejándola como una descarga en Dokeos y no como una lección embebida en el sitio.

A pesar de la incompatibilidad iSpring-Dokeos, se decidió utilizar iSpring para los exámenes cortos pues de éstos no se considerará la nota para la zona del curso.

Luego se procedió a agregar enlaces de otras páginas al contenido ya subido al portal. Debido a que se tomó mucho contenido de la red, y no todo era descargable, se procedió a insertar links en diferentes herramientas de Dokeos (Especialmente en las Lecciones y en la herramienta Enlaces) para dirigir al estudiante a las actividades. La mayoría se observaron adecuadamente, a excepción de algunas que fueron recolectadas hacía tiempo y que ahora no se encontraban disponibles en la red. La medida a tomar fue buscar nuevos links de temas parecidos y reemplazarlos por los que ya no eran funcionales.

Finalmente, luego de que el mapa del sitio ya era una realidad y todas las actividades se encontraban accesibles a Dokeos, se procedió a crear los usuarios necesarios de Catedráticos, uno por carrera. Esto se hizo con el fin de proveerlos a los mismos lo antes posibles para que se familiaricen con el sitio. Se borraron además todos los perfiles de prueba, con lo que el sitio se entregaría con el usuario de Administrador, y 4 usuarios de catedráticos con sus respectivas limitaciones.

Como actividad extra, se observó la necesidad de proveer a los catedráticos de un manual que sirviera de guía para la realización de

actividades y para el aprovechamiento de las herramientas por parte del catedrático. Éste manual fue realizado en base a las experiencias tomadas durante la implementación del portal y se pone a disposición de los mismos, así como una copia del manual de Dokeos, que es más extenso pero menos detallista que el que hemos realizado.

Breve nota respecto al Copy Right: El uso del software descrito anteriormente incluye únicamente para las actividades creadas por los desarrolladores de este seminario. Estas actividades se ponen a disposición libre y gratuita de las personas que quieran utilizarlas, siempre y cuando declaren a favor del grupo de seminario la autoría de las mismas. Sin embargo, el seminario incluye una gran cantidad de material disponible de la red, del cual los desarrolladores no reclaman ninguna autoría sino la ceden a los respectivos autores de cada una de éstas actividades. El uso de estas actividades cuyo autor no es alguno de los desarrolladores del seminario, no tiene un fin comercial, sino únicamente pedagógico, y sólo se han adjuntado a las actividades creadas o se les han redirigido desde el seminario con el fin de ensamblar lecciones y otras actividades con un orden lógico y con cometido amplio e interactivo. El grupo de seminario no se hace responsable del uso que terceros le puedan dar tanto a las actividades desarrolladas por ellos como a las actividades tomadas de la red.

## X. CONCLUSIONES

---

- Se establecieron los contenidos para colocar en el portal a través de un examen diagnóstico a estudiantes enterantes a BQ I, entrevistas a catedráticos del curso y de cursos posteriores así como también a través de un análisis de los programas de los cursos de BQ de las 5 carreras de la Facultad.
- Se adaptaron 14 competencias (genéricas y específicas) para los cursos del Bloque de Bioquímica, Bioquímica I y II .
- Se definieron 189 indicadores de logro para las 14 competencias adaptadas para los cursos de Bioquímica I y II.
- Se estableció el diseño de un portal para el aprendizaje de Bioquímica utilizando el modelo de educación semipresencial (b-learning).
- Se realizó una búsqueda extensa de material didáctico virtual disponible en la World Wide Web y se seleccionaron todas las actividades que se consideraron pertinentes.
- Se desarrollaron los contenidos para el portal a través de la plataforma Dokeos 2.0, y software para creación de elementos SCORM.
- Se implementó el portal para su acceso en línea a través de la Plataforma Dokeos. Se incluyó material hecho con las herramientas de la misma así como con otro tipo de software, además de links de otras páginas tomadas de la web. Se crearon los primeros usuarios y se realizaron pruebas de funcionamiento. Se realizó un manual sobre su uso dirigido a los catedráticos de los cursos de Bioquímica.

## XI. RECOMENDACIONES

---

- Se sugiere la revisión del pensum de las carreras de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia y evaluar la posibilidad de que este se enfoque en el modelo Constructivista de educación.
- Se sugiere la formación de equipos multidisciplinarios para realizar estas actividades en otros cursos de la Facultad. Los mejores cursos educativos y de e-learning son diseñados, desarrollados e implementados por grupos multidisciplinarios, todos profesionales y especialistas en un área específica de la misma.
- Se sugiere mantener capacitación continua hacia los catedráticos respecto al manejo de programas, software y plataformas de gestión de actividades educativas (LMS).
- Se recomienda la evaluación del sitio por parte de los estudiantes, así como la evaluación cronológica del desempeño de los mismos con el uso del portal.
- Se sugiere motivar a las autoridades al mantenimiento, ampliación y mejoramiento de los servidores universitarios
- Se recomienda una actualización constante del portal para evitar que se convierta en un portal estático y que logre cumplir las expectativas tanto de estudiantes como de catedráticos.

## XII. REFERENCIAS

---

1. David L. Nelson, Michael M. Cox, Lehninger Principios de Bioquímica 4ta Edición Ediciones Omega 2006
2. Murray, Robert *et al.* Bioquímica de Harper. 17<sup>a</sup>. Edición El Manual Moderno, México D. F. 2,007.
3. X. Fuentes, M. J. Castiñeiras *et al.* Bioquímica Clínica y Patología molecular. Segunda Edición. Volumen II. Reverte. México 1999. 531 pags.
4. J. W. Baynes. Marek H. Dominiczak. Bioquímica Médica. 2da Edición. Elsevier España 2005. 703 pags.
5. Mergel, B. Diseño instruccional y Teoría del Aprendizaje. Mayo de 1998. Visitado por última vez el 12/01/2010. Disponible en la World Wide Web:  
<http://www.usask.ca/education/coursework/802papers/mergel/espanol.pdf>
6. Esteban, M. Diseño de entornos de aprendizaje constructivista. Visitado por última vez el 23/11/2009. Disponible en la World Wide Web:  
<http://www.um.es/ead/red/6/documento6.pdf>

7. Gonzalez, R. Un estudio sobre constructivismo en educación. Visitado por última vez el 23/11/2009. Disponible en la World Wide Web:  
[http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod\\_sevilla/archivos/revistaense/n21/nivel\\_infantil\\_titulo\\_un\\_estudio\\_sobre\\_constructivismo\\_en\\_educacion\\_autora\\_rocio\\_gonzalez\\_pascual.pdf](http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod_sevilla/archivos/revistaense/n21/nivel_infantil_titulo_un_estudio_sobre_constructivismo_en_educacion_autora_rocio_gonzalez_pascual.pdf)
8. Sánchez, L. Constructivismo y la formación profesional en la educación superior. Visitado por última vez el 23/11/2009. Disponible en la World Wide Web: <http://www.lajornadamorelos.com/especiales/la-uaem-en-la-jornada-morelos/80480?task=view>
9. Reyes, R. Constructivismo y Educación Superior. Visitado por última vez el 23/11/2009. Disponible en la World Wide Web: [http://www.ime.edu.mx/Constructivismo\\_y\\_Educacion\\_Superior.pdf](http://www.ime.edu.mx/Constructivismo_y_Educacion_Superior.pdf)
10. Anónimo. Curso Internet, ¿Qué es Internet?. Visitado el 21 de Noviembre de 2009. Disponible en: <http://www.aulafacil.com/CursoInternet/Clase1a.html>
11. Ferreiro, R. Desarrollo de competencias básicas en primaria y secundaria: Constructivismo. Visitado por última vez el 05/01/2010. Disponible en la World Wide Web: <http://competenciasbasicas.webnode.es/news/constructivismo/>

12. Frade, L. Matices: las diferencias entre el enfoque por competencias y el constructivismo. Calidad Educativa consultores. Mayo 2009. Visitado por última vez el 05/01/2010. Disponible en la World Wide Web: <http://www.calidadeducativa.com/laura-frade/matices.html>
13. Díaz, F. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. México. Editorial Mc GrawHill. 1998.
14. Chávez, U. *Las Competencias en la Educación para el trabajo*. Seminario sobre Formación Profesional y Empleo. México D.F., 1998
15. Xavier Roegiers. Jean-Marie De Ketele. Pedagogía de la integración, Competencias e integración de los conocimientos en la enseñanza, Vietnam 1996
16. Monreal, M. Aprendizaje por competencias, su incidencia en la enseñanza superior en el marco de convergencia europeo. Visitado por última vez el 23/11/2009. Disponible en la World Wide: <http://www2.uca.es/orgobierno/rector/jornadas/documentos/114.pdf>
17. Díaz, M. Modalidades de la enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. Orientaciones para promover un cambio metodológico en el espacio europeo de enseñanza superior. Visitado por última vez el

- 23/11/2009. Disponible en la World Wide:  
[http://www.ub.edu/oce/documents/pdfes/mec/mec\\_2005\\_comp.pdf](http://www.ub.edu/oce/documents/pdfes/mec/mec_2005_comp.pdf)
18. García, G. Definición de competencias genéricas y específicas de las titulaciones. Visitado por última vez el 23/11/2009. Disponible en la World Wide:  
[http://www.psico.uniovi.es/Fac\\_Psicologia/paginas\\_EEEs/competencias/Def-compet-e-gener-especi.pdf](http://www.psico.uniovi.es/Fac_Psicologia/paginas_EEEs/competencias/Def-compet-e-gener-especi.pdf)
19. Anónimo. El Concepto de Sitio Web. Informática Millenium. Visitado el 21 de Noviembre de 2009. Disponible en:  
<http://www.informaticamilenium.com.mx/paginas/espanol/preguntas/concepto.htm>
20. Abrioux, D; et al. Theory and Practice of Online Learning. Estados Unidos. 2007. 454 pags.
21. Koohang, A; et al. E-Learning and Constructivism: From Theory to Application. Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects Volume 5, 2009
22. Paurelle, S. E-learning and constructivism. Learning & Teaching Enhancement Unit (LTEU) Canterbury Christ Church University College. Octubre de 2003

23. Rodríguez C. ¿A dónde va el acento en la e-ducación? Tesis de licenciatura. UNSAM, Escuela de Humanidades. Mayo de 2009
24. Bustos, A. Un modelo para blended-elearning. Un caso aplicado a la formación en el trabajo. UNAM Barcelona. Revista digital: Virtual Educa.
25. OSF (2003) *Blended learning*. OSF N.º 01 - diciembre 2003. Consultado el 04-10-2004 [Disponible en: [www.santillanaformacion.com](http://www.santillanaformacion.com)]
26. Simon Neil. Delivering e-Learning . . . is CD-ROM dead, consultado el 05/01/2010. Disponible en: <http://www.tnanet.com/papers/Is%20the%20CD%20Dead.pdf>
27. Kruse, Kevin. CD-ROMs for e-Learning: Advantages and Disadvantages. Consultado el 05/01/2010. Disponible en [http://www.e-learningguru.com/articles/art1\\_8.htm](http://www.e-learningguru.com/articles/art1_8.htm)
28. Lackerbauer, I. Internet. Editorial Boixareu editores. Barcelona, España 2001
29. Eck, M. La internet por dentro y por fuera. editorial Rosen Book Works. 2002, Estados Unidos.

30. Amaral, L; Leal, D. FROM CLASSROOM TEACHING TO E-LEARNING: THE WAY FOR A STRONG DEFINITION. Universidade do Minho, Braga, Portugal.

31. The Biology Project – Biochemistry, Sitio Web. Visitado el 14 de Diciembre de 2009, Disponible en: <http://www.biology.arizona.edu/biochemistry/biochemistry.html>

32. Biochem, Topics, Sitio Web. Visitado el 14 de Diciembre de 2009, Disponible en: <http://library.med.utah.edu/NetBiochem/titles.htm>

33. The RNA World Website. Visitado el 14 de Diciembre de 2009, Disponible en: <http://www.imb-jena.de/RNA.html>

34. Cell & Molecular Biology Online, An informational resource for Cell and Molecular Biologists. Visitado el 14 de Diciembre de 2009, Disponible en: <http://www.cellbio.com/>

35. ExPASy (**Expert Protein Analysis System**) Proteomics Server, Sitio Web. Visitado el 14 de Diciembre de 2009, Disponible en: <http://www.expasy.ch/>

36. Terra Viva, Sitio Web. Visitado el 14 de Diciembre de 2009, Disponible en: <http://www.terravivida.com/vivida/>

37. Molecular Visualizations Freeware and RasMol Classic Site. Visitado el 14 de Diciembre de 2009, Disponible en: <http://www.umass.edu/microbio/rasmol/>

38. Home Page for RasMol and OpenRasMol, Molecular Graphics Visualisation Tool. Visitado el 14 de Diciembre de 2009, Disponible en: <http://rasmol.org/>

39. The Online Macromolecular Museum, Sitio Web. Visitado el 14 de Diciembre de 2009, Disponible en: [http://www.callutheran.edu/Academic\\_Programs/Departments/BioDev/mm/gallery.htm](http://www.callutheran.edu/Academic_Programs/Departments/BioDev/mm/gallery.htm)

40. Cells Alive!, Sitio Web. Visitado el 14 de Diciembre de 2009, Disponible en: <http://www.cellsalive.com>

41. The Biology Project – Biochemistry, Sitio Web. Visitado el 14 de Diciembre de 2009, Disponible en: <http://www.kumc.edu/biochemistry/bioc800/siglofra.html>

42. Cell Signaling Technology, Sitio Web. Visitado el 14 de Diciembre de 2009, Disponible en: <http://www.cellsignal.com>

43. OncoLink, Abramson Cancer Center of The University of Pennsylvania. Visitado el 14 de Diciembre de 2009, Disponible en: <http://www.oncolink.upenn.edu>

44. Sociedad Argentina de Terapia Intensiva, Sitio Web. Visitado el 14 de Diciembre de 2009, Disponible en: <http://www.sati.org.ar>

45. Ar.emagister.com, La Guía inteligente de la Educación, Sitio Web. <http://ar.emagister.com>

46. Meridian, Sitio Web. Visitado el 22 de noviembre de 2009. Disponible en: <http://www.meridianksi.com/>

47. Cornerstone, Sitio Web. Visitado el 22 de noviembre de 2009. Disponible en: <http://www.cornerstoneondemand.com/>

48. Blackboard, Sitio Web. Visitado el 22 de noviembre de 2009. Disponible en: <http://www.blackboard.com/>

49. E-learning Consulting, Sitio Web. Visitado el 22 de noviembre de 2009.

Disponible en: <http://www.e-learningconsulting.com/products/lms-hosting.html>

50. Atutor, Sitio Web. Visitado el 22 de noviembre de 2009. Disponible en:

<http://www.atutor.ca/>

51. Guerrero, Javier. Implementar un Sitio Web. Visitado el 21 de Noviembre

de 2009. Disponible en:

<http://www.scribd.com/doc/6491562/Implementar-Un-Sitio-Web>

52. Anónimo. Implementación de Sitios Web. . Informática Millenium.

Visitado el 21 de Noviembre de 2009. Disponible en:

<http://www.informaticamilenium.com.mx/Paginas/espanol/preguntas/implimentacion.htm>

53. Lobos, Luis. Conferencia Mundial Sobre Educación Superior 2009: Las

Nuevas Dinámicas de la Educación Superior y la Investigación para el

Cambio Social y El Desarrollo (Traducción al Español). UNESCO, París

2009

54. Catálogo de Estudios. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia,

USAC. Disponible en:

<http://www.usac.edu.gt/catalogo/quimicayfarmacia.pdf>

55. Libro Blanco de Bioquímica y Biotecnología. ANECA. Madrid, 2005.  
Disponible en:  
[http://www.aneca.es/var/media/150236/libroblanco\\_bioquimica\\_def.pdf](http://www.aneca.es/var/media/150236/libroblanco_bioquimica_def.pdf)
56. Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina.  
Informe Final-Proyecto Tuning- Universidad de Deusto, España.
57. International Conference of the Association of Biochemistry Course Directors (ABCD). Biochemistry Learning Objectives And Competences. 22:1. USA, 2012.
58. Villardón, L. Evaluación del aprendizaje para promover el desarrollo de competencias. Educatio siglo XXI. Universidad de Deusto. 2006.
59. Clark, R.C., & Mayer, R. E. (2008). e-Learning and the Science of Instruction. San Francisco, CA: Pfeiffer.
60. Diaz, M. Modalidades de enseñanza centrada en el desarrollo de competencias. Programa de estudios y análisis destinado a la mejora de calidad de enseñanza superior y de la actividad del profesorado universitario. Universidad de Oviedo. 2005
61. Brencht, D. Enabling a Comprehensive Teaching Strategy: Video Lectures. Journal of Information Technology Educacion. California State University Innovations in practice. Volume 7. California, 2008.

62. Cámara, M. El Uso de una Plataforma Virtual como Recurso Didáctico en la Asignatura Filosófica. Universidad Autónoma de Barcelona. Bellaterra, 2006.
63. Omer, S. Applying Innovate Educational Principles When Classes Grow and Resources are Limited. Muhimbili University. The International Union of Biochemistry and Molecular Biology. Vol. 36. No. 6. San Francisco, California. 2008.
64. Armstrong, GR., Tucker, JM., Massad, VJ. Interviewing the Experts: Student Produced Podcast. Journal of Information Technology Education: Innovation in Practice. Pennsylvania, 2009.
65. Ruzic-Dimitrijevic, L., Dimitrijevic, M. Challenges IT Instructors Face in the Self-Education Process. Journal of Information Technology Education: Innovation in Practice. Serbia, 2010.
66. Murray, MC. Database Security: What Students Need to Know. Journal of Information Technology Education: Innovation in Practice. Estados Unidos, 2010.
67. Miliszewska, I., Venables, A., Tan, G. Didactic of Information Technology (IT) in Science Degree: Conceptual Issues and Practical Application. Journal of Information Technology Education: Innovation in Practice. Australia, 2010.

68. Fischback, C. Improving student achievement and acquisition of 21st century skills through implementation of inquiry-based learning strategies. School of Education Concordia University. Irvine, California. Julio 2011
69. Kumar, P. Designing and Development of Biochemistry Subject Portal using Bluevoda Web Building Software: A Practical Approach. International CALIBER. India 2011.
70. Pham, D., Higgs, A., Statham A. Implementation And Assessment of a Molecular Biology and Bioinformatic Undergraduate Degree Program. The International Union of Biochemistry and Molecular Biology. Wisconsin 2007.
71. White, H. Problem-based Learning, Commentary: Critiquing Final Examination Practices. The International Union of Biochemistry and Molecular Biology. University of Delaware. Delaware, 2008.
72. Arcos, F., Ortega, P., Amilburu, A. Integrating the communicative componente into b-learning instruction. Universidad de Alicante. Consultado por última vez el 13/01/2012. Disponible en: <http://web.ua.es/es/ice/jornadas-redes-2011/documentos/comunicaciones/175855.pdf>
73. Sé, A., Passos, R., Ono, A. The use of multiple tools for teaching medical biochemistry. Advan in Physiol Edu. Universidad de Brasilia. Brasil, 2008.

74. Wikis in Higher Education. University of Delaware. Disponible en: [http://www.udel.edu/sakai/training/printable/wiki/Wikis\\_in\\_Higher\\_Education\\_UD.pdf](http://www.udel.edu/sakai/training/printable/wiki/Wikis_in_Higher_Education_UD.pdf)
75. Mathews, J. Intermeshing Passive and Active Learning Strategies in Teaching Biochemistry. American Journal of Pharmaceutical Education. Mississippi, 1997.
76. Metz, A. The effect of Access Time on Online Quiz Performance in Large Biology Lecture Courses. The International Union of Biochemistry and Molecular Biology. Montana State University. Montana, 2008.
77. Fong, J., Wang, F. Blended Learning: Workshop on Blended Learning 2007. The HongKong Web Society. City University of Hong Kong. 2007.
78. Soriano, M.R. Método de indagación guiada en cursos de Química General. Análisis de Casos. Facultad Regional de Buenos Aires. Facultad de Ingeniería. Buenos Aires Argentina. 2006
79. Arsham, H. Interactive Education: Impact of the Internet on Learning & Teaching. Disponible en: <http://home.ubalt.edu/ntsbarsh/interactive.htm>
80. Pagliano, O., Brown, W., Rule, G., Bajzek, D. Improving Animation Tutorials by Integrating Simulation, Assessment, and Feedback to Promote Active Learning. Disponible en:

[http://www.cmu.edu/bio/undergraduate/current\\_students/academics/degree\\_programs/images/elearn07\\_final.pdf](http://www.cmu.edu/bio/undergraduate/current_students/academics/degree_programs/images/elearn07_final.pdf)

81. Su, B., Bonk, C., Magjuka, R., Liu, X., Lee, Seung. The Importance of Interaction in Web-Based Education: A Program-Level Case Study of Online MBA Courses. *Journal of Interactive Online Learning*. 2005. Disponible en: <http://www.ncolr.org/jiol/issues/pdf/4.1.1.pdf>
82. Goode, W. Implementation of Online Forums in Graduate Education. Disponible en: <http://www.istec.org/wp-content/gallery/ebooks/ace/docs/ace-seminar09-final9.pdf>
83. Lowe, R.K. (2004). Interrogation of a dynamic visualization during learning. *Learning and Instruction*, 14, 257-274.
84. National Center for Case Study Teaching in Science. Case Study Collection. University of Buffalo. Disponible en: [http://sciencecases.lib.buffalo.edu/cs/collection/results.asp?subject\\_headings=Biochemistry](http://sciencecases.lib.buffalo.edu/cs/collection/results.asp?subject_headings=Biochemistry)
85. Hmelo-Silver, Cindy E. (2004). "Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn?". *Educational Psychology*: 235–266.
86. Uys, M. Phillip. Implementing an open source learning management system: A critical analysis of change strategies. Charles Strut Univerity,

- Australia. Australasian Journal of Educational Technology, 2010, 26(7), 980-995. Disponible en: <http://ascilite.org.au/ajet/ajet26/uys.html>
87. Anónimo. Historia. Galileo Educational System. Disponible en: [http://ges.galileo.edu/geswiki/pag\\_menu\\_historia](http://ges.galileo.edu/geswiki/pag_menu_historia)
88. Anónimo. Registered Moodle Sites: Guatemala. Disponible en: <https://moodle.org/sites/index.php?country=GT>
89. Graf, S. Adaptivity in Learning Management Systems Focussing on Learning Styles. Vienna University of Technology. 2007.
90. White, Brandon, and Johann Ari Larusson. "Strategic Directives for LMS Planning" (Research Bulletin 19, 2010). Boulder, CO: EDUCAUSE Center for Applied Research, 2010
91. Anónimo. The Top 20 LMS – Infographic by Capterra. Disponible en: <http://e-learningcentre.co.uk/blog/2012/10/the-top-20-lms-infographic-by-capterra/>
92. Pecquet, E. Manual del docente. Creando y publicandocursos virtuales con Dokeos 1.8. Disponible en: [http://www.dokeos.com/doc/teacher\\_manual\\_spanish.pdf](http://www.dokeos.com/doc/teacher_manual_spanish.pdf)
93. Tymoczko, J., Berg, M., Stryer, Lubert. Biochemistry: A Short Course. 1era. Edición. W. H. Freeman, 2011. Disponible en:

[http://bcs.whfreeman.com/tymoczko1e/default.asp?s=&n=&i=&v=&o=&n  
s=0&uid=0&rau=0](http://bcs.whfreeman.com/tymoczko1e/default.asp?s=&n=&i=&v=&o=&n<br/>s=0&uid=0&rau=0)

94. McKee, T., McKee, J., Biochemistry: The Molecular Basis of Life. 5ta. Edición. Oxford University Press, Incorporated, 2012. Disponible en: <http://www.oup.com/us/companion.websites/9780199730841/>
95. Williams, D., Marks, V. Scientific foundations of biochemistry in clinical practice. 2da Edición. Butterworth-Heinemann, 1994. Versión digitalizada 2008.
96. Moore, J., Langley, R. Biochemistry For Dummies. 2da Edición. John Wiley & Sons, 2011. Disponible en: <http://www.dummies.com/how-to/content/biochemistry-for-dummies.html>
97. O'Neale, J. Crash Course: Metabolism and Nutrition. 2da Edición. Elsevier Health Sciences. 2003. Disponible: <http://bookos.org/book/491224>
98. Gilbert, H. Basic Concepts in Biochemistry: A Student's Survival Guide. McGraw Hill Profesional, 1999. Disponible en: <http://www.studymode.com/essays/Basic-Concepts-In-Biochemistry-A-Students-1010289.html>
99. Ahern, K., Rajagopal, I. Biochemistry Free & Easy. 1era. Edición. Department of Biochemistry and Biophysics. Oregon State University,

2012. Disponible en: <http://biochem.science.oregonstate.edu/biochemistry-free-and-easy>
100. Takemura, M., Sawa, O. The Manga Guide to Biochemistry. No Starch Press, 2011.
101. Koolman, J., Roehm, K. Color Atlas of Biochemistry. 2da Edición. Thieme, 2005. Disponible en: <http://www.bionica.info/biblioteca/Koolman2005ColorAtlasOfBiochemistry.pdf>
102. Hamen, D., Hooper, N. Instant Notes: Biochemistry. 2da Edición. Garland Science, 2000. Disponible en: [http://www.ebook3000.com/BIOS-Instant-Notes-in-Biochemistry--3rd-edition-\\_174488.html](http://www.ebook3000.com/BIOS-Instant-Notes-in-Biochemistry--3rd-edition-_174488.html)
103. POGIL Process Oriented Guided Inquiry Learning, consultado por última vez el 11/01/2013. Disponible en: <http://www.pogil.org/about>

### **XIII. ANEXOS**

Por la cantidad de información que corresponde a esta sección y por el tipo de diseño de este estudio, los anexos de este informe se encuentran recopilados en el CD adjunto. A continuación se muestra la tabla de contenidos de dicho CD.

<b>ANEXOS</b>
<b>TABLA DE LOS CONTENIDOS DEL CD</b>
<b>INSTRUMENTOS DE OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN</b>
<b>ENCUESTAS Y ENTREVISTAS</b>
<p>Anexo I: Matriz de Contenidos para el Bloque de Bioquímica para las cinco carreras de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC</p> <p>Anexo II: Entrevista a Catedráticos de los cursos de Bioquímica I y II de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC</p> <p>Anexo III: Entrevista a Catedráticos de los cursos del Área Profesional de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC para los cuales el Bloque de Bioquímica es requisito.</p> <p>Anexo IV: Examen Diagnóstico realizado a los estudiantes a cursar Bioquímica I.</p>
<b>DISEÑO DEL CURSO:</b>
<p>Anexo V: Competencias e Indicadores de logro desarrollados para los cursos de Bioquímica I y II.</p>

Anexo VI: Índice y Descripción de Actividades Virtuales

Anexo VII: Programa sugerido para los cursos de Bioquímica I y II.

Anexo VIII: Mapa del Portal

### **DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL PORTAL**

Anexo IX: Índice y Actividades virtuales desarrolladas

Anexo X: Manual para el uso del portal destinado a la enseñanza de Bioquímica.