

TEORÍAS DEL DISEÑO INSTRUCCIONAL Y LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE: EL
CASO DEL EQUILIBRIO QUÍMICO DINÁMICO

ANGELA GARAY TALERO

JAIME JR REINA GAMBOA

UNIVERSIDAD DEL VALLE

INSTITUTO DE EDUCACIÓN Y PEDAGOGÍA

ÁREA DE EDUCACIÓN EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

LICENCIATURA EN EDUCACIÓN BÁSICA CON ÉNFASIS EN CIENCIAS
NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL (3467)

SANTIAGO DE CALI

2016

TEORÍAS DEL DISEÑO INSTRUCCIONAL Y LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE: EL
CASO DEL EQUILIBRIO QUÍMICO DINÁMICO

ANGELA GARAY TALERO

JAIME JR REINA GAMBOA

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
LICENCIADOS EN EDUCACIÓN BÁSICA CON ÉNFASIS EN CIENCIAS NATURALES
Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

TUTORES:

ROBINSON VIAFARA ORTIZ

BORIS FERNANDO CANDELA RODRÍGUEZ

UNIVERSIDAD DEL VALLE

INSTITUTO DE EDUCACIÓN Y PEDAGOGÍA

ÁREA DE EDUCACIÓN EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

LICENCIATURA EN EDUCACIÓN BÁSICA CON ÉNFASIS EN CIENCIAS
NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL (3467)

SANTIAGO DE CALI

2016

Tabla de contenido

Resumen.....	6
Introducción.....	7
1. El Problema.....	10
1.1. Identificación del Problema	10
1.2. Justificación	12
2. Antecedentes	14
3. Marco Teórico.....	19
3.1. Teorías de Diseño Instruccional.....	19
3.1.1. Teorías de diseño instruccional de primera y segunda generación.....	20
3.1.1.2. Principales características de las teorías de diseño instruccional de segunda generación	21
3.1.2. Teoría de diseño instruccional: la enseñanza y aprendizaje para la comprensión desde la perspectiva Perkins y Unger	27
3.1.2.1. Principios para el diseño desde la teoría instruccional de Perkins y Unger.....	30
3.1.2.1.1. Los tópicos generativos.....	30
3.1.2.1.2. Propósitos para la comprensión.....	31
3.1.2.1.3. Desempeños de Comprensión	32
3.1.2.1.4. Evaluación continua	33
3.1. Objetos de Aprendizaje.....	34
3.1.2. Conceptualización del constructo de objeto de aprendizaje desde el contexto nacional para el diseño del OA.....	38
3.1.3. Comportamiento de los Objetos de Aprendizaje	40
3.1.3.1. Metáfora de LEGO.....	41
3.1.3.2. Metáfora del Átomo	41
3.1.4. Teorías de diseño instruccional y Objetos de Aprendizaje: Secuencia.....	42
3.1.5. Teorías de diseño instruccional y Objetos de Aprendizaje: Alcance	43
3.3. Problemas de la Enseñanza y Aprendizaje del Equilibrio Químico.....	45
4. Objetivos	48
4.1. Objetivo General.....	48

4.2.	Objetivos Específicos.....	48
5.	Metodología	49
5.1.	Primer momento: Contexto de Diseño del Objeto de Aprendizaje	50
5.1.1.	<i>Organización del componente de producción de materiales educativos digitales.</i>	50
5.1.1.1.	<i>Equipo de diseño pedagógico: perspectiva general del proceso de diseño.</i>	52
5.1.2.	<i>Estructura genérica de los objetos de aprendizaje en el CIER-SUR.</i>	53
5.1.3.	<i>Instrumentos curriculares para el diseño de un objeto de aprendizaje.</i>	54
5.1.3.1.	<i>La malla curricular</i>	54
5.1.3.2.	<i>Documentos complementarios de los objetos de aprendizaje</i>	56
5.1.4.	<i>Segundo momento de diseño</i>	61
5.2.	Segundo momento: Planteamiento de los Principios de Diseño	61
5.3.	Tercer momento: Desarrollo de los Principios de Diseño en el OA	62
5.3.1.	<i>Selección del tópico generativo o contenido de la lección.</i>	63
5.3.2.	<i>Propósitos para la comprensión u objetivo de aprendizaje.</i>	73
5.3.3.	<i>Desempeños de Comprensión</i>	75
5.3.4.	<i>Evaluación continua.</i>	79
6.	Resultados	80
6.1.	El manuscrito	80
6.2.	Objeto de Aprendizaje (Interfaz)	81
6.3.	Material del estudiante.	81
6.4.	Manual Conceptual y Metodológico de los Objetos de Aprendizaje.....	82
7.	Conclusiones, aportes y recomendaciones finales	83
8.	Referencias Bibliográficas	88

Lista de tablas

	Pág.
Tabla N°1. Formato y Organización del Manuscrito.....	58
Tabla N°2. Información suministrada en la malla curricular.....	63
Tabla N°3. Articulación de las habilidades y conocimientos (H/C) a las ideas que configuran el tópico generativo del equilibrio químico.....	71
Tabla N°4. Contenidos procedimentales para el aprendizaje de la química.....	77

Lista de imágenes

	Pág.
Imagen N°1. Organización del componente de producción de materiales educativos digitales.....	51
Imagen N°2. Organización de la unidad de aprendizaje (UA) y Objeto de Aprendizaje (OA) en la malla curricular	56
Imagen N°3. Ejemplo de material del estudiante.....	60
Imagen N°4. Ejemplo de Story Board.....	61
Imagen N°5. Estructura conceptual sobre el equilibrio químico.....	68

Resumen

Este estudio presenta el diseño del Objeto de Aprendizaje (OA) *¿En qué se parece el equilibrio químico y el equilibrio físico?* dentro del proyecto CIER SUR teniendo en cuenta la Teoría de Diseño Instruccional de la “*Enseñanza y Aprendizaje para la Comprensión*” de Perkins y Unger (1999), en el tópico generativo de equilibrio químico dinámico para estudiantes de educación media.

Ahora bien, la teoría de diseño instruccional señalada brinda los principios de diseño para informar las decisiones instruccionales y curriculares sobre cómo enseñar dicho contenido científico específico. Para ello, se desarrolla cada uno de los principios teniendo en cuenta las investigaciones del campo educativo, los conocimientos científicos, pedagógicos, didácticos, creativos y experienciales de los expertos y asesores pedagógicos; de esta manera, se obtienen elementos que brindan una perspectiva general sobre la enseñanza y aprendizaje del equilibrio químico. Cabe señalar, que tal procedimiento es propio de la metodología de carácter cualitativo circunscrita a la perspectiva de los estudios de diseño, la cual direcciona el presente trabajo de investigación.

En este sentido, el anterior conocimiento específico generado a partir del desarrollo de los principios de diseño informaron e iluminaron dentro del contexto de investigación del CIER SUR el desarrollo de los siguientes productos: manuscrito, material del estudiante e interfaz del objeto de aprendizaje. Sin embargo, este trabajo anexa un cuarto resultado, un manual conceptual y metodológico de los objetos de aprendizaje. En efecto, estos materiales instruccionales podrán ser utilizados para que profesores en formación y en ejercicio, educadores de profesores, diseñadores instruccionales puedan orientar la enseñanza y el aprendizaje con el fin de tener mayores probabilidades para que ocurra una comprensión conceptual del tópico generativo en consideración.

Palabras claves: Objeto de Aprendizaje, Teorías de Diseño Instruccional, material instruccional, equilibrio químico, CIER SUR.

Introducción

En la actualidad, muchos de los diseños que se realizan para Objetos de Aprendizaje no se hacen con un fundamento teórico pedagógico, didáctico y tecnológico. En efecto, no tienen en cuenta las teorías de diseño instruccional que como menciona Wiley (2000a) ayudan a que estos materiales tengan una secuencia y un alcance, es decir, una coherencia curricular.

Por tanto, en el presente trabajo de investigación se describe el diseño del Objeto de Aprendizaje, *¿En qué se parece el equilibrio químico y el equilibrio físico?*, fundamentado en los marcos teóricos de las teorías de diseño instruccional, específicamente en la de Perkins y Unger (1999) *“Enseñanza y Aprendizaje para la comprensión”*. Dicha teoría, brinda los principales elementos de diseño, los principios instruccionales, a saber: tópicos generativos, propósitos para la comprensión, desempeños de comprensión y evaluación continua.

Cabe destacar, que el desarrollo y representación de estos principios instruccionales se realiza teniendo en cuenta el contexto de diseño dentro del marco del proyecto CIER SUR. En este sentido, los conocimientos específicos producto de dicho proceso informan e iluminan la construcción del material instruccional del equilibrio químico (Objeto de Aprendizaje), el cual se materializa por medio de los siguientes elementos: interfaz; manuscrito y material del estudiante, que se encuentran disponibles en la red.

En el manuscrito, se representa y documenta de manera resumida del conocimiento construido acerca de la enseñanza y aprendizaje del tópico del equilibrio químico, una propuesta generada a partir del desarrollo de los cuatro principios de diseño de Perkins y Unger (1999). Además el conocimiento específico que subyace este material, ilumina la construcción de la interfaz del OA y el material del estudiante, donde en últimas, se materializa la propuesta de diseño. En otras palabras, estos tres materiales se encuentran entrelazados de manera sistémica para poder ser de ayuda tanto a estudiantes como profesores para la enseñanza y el aprendizaje del equilibrio químico.

Adicionalmente, cabe señalar que existe un cuarto material resultado de la investigación, un manual conceptual y metodológico de los objetos de aprendizaje. Éste se produce al percibir las posibles necesidades de los usuarios del OA, acerca de tener una claridad de lo que es un OA y desde qué marcos teóricos provienen. Así mismo, con este manual se puede tener

acceso a información que podrá ser útil para que los profesores y estudiantes tengan elementos de juicio para valorar la propuesta de diseño que en éste se expone, y de esta manera sacar más provecho cuando se implemente y evalúe.

Finalmente, el informe de este estudio presenta la siguiente estructura lógica:

1. **Problema:** se desarrollan los elementos investigativos que conciernen a la presentación del problema de investigación (identificación, formulación y sustentación).
2. **Antecedentes:** se presentan a manera de antecedentes la revisión de la literatura a cerca de las teorías de diseño instruccional y de los Objetos de Aprendizaje.
3. **Marco teórico:** se divide en tres apartados principales: Teorías del diseño instruccional, Objetos de Aprendizaje y Problemas de la enseñanza y aprendizaje de la química. El primero (3.1), brinda información acerca de las teorías de diseño instruccional en general pero también caracteriza la de Perkins y Unger (1999) en particular, además con la descripción de cada uno de los principios instruccionales que la subyacen. El segundo (3.2) se conceptualizan los OA, se presentan los aspectos más relevantes para describir cómo se comportan, la secuencia y el alcance que deben de tenerse en cuenta a la hora de su diseño. El tercer y último apartado (3.3), se da a conocer las principales conclusiones de las diferentes investigaciones sobre la enseñanza y aprendizaje del equilibrio químico y recomendaciones que se hacen al respecto para tener un proceso de enseñanza y aprendizaje con mayores probabilidades de ser efectivo.
4. **Objetivos:** se presentan el objetivo general y los objetivos específicos que busca alcanzar la investigación.
5. **Metodología:** para desarrollar la metodología, se disponen de tres momentos. En el primer momento (5.1) se describe el contexto del proyecto CIER SUR que permea y determina en muchos aspectos la propuesta de diseño del OA en consideración. En el segundo momento (5.2) se plantean los principios instruccionales que informan el diseño. Y en el tercer momento (5.3) se desarrollan los principios teniendo en cuenta la investigación del campo, los conocimientos disciplinares, pedagógicos y prácticos de los diseñadores.

6. **Resultados:** se presentan y describen los cuatro resultados producto de la investigación, a saber: Manuscrito, Material del estudiante, Objeto de Aprendizaje (interfaz) y Manual conceptual y metodológico.
7. **Conclusiones, aportes y recomendaciones finales** a las que se ha llegado a través de este estudio.

1. El Problema

1.1. Identificación del Problema

Actualmente, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) están influyendo de manera importante en el proceso de enseñanza y aprendizaje en todas las áreas de conocimiento y niveles académicos. En vista de que han logrado convertirse en uno de los recursos fundamentales para producir nuevos ambientes de aprendizaje, han dado paso a nuevos métodos, estrategias de enseñanza y enfoques de comunicación entre profesores y estudiantes.

Además, las TIC han abierto el panorama y las posibilidades en lo relativo con el diseño, desarrollo y entrega de materiales educativos tecnológicos y/o materiales instruccionales (Wiley, 2000a) que enriquecen y fortalecen el proceso educativo. En efecto, han surgido una gran diversidad y cantidad de ellos que en la medida de que sean bien diseñados, desarrollados e implementados, pueden propiciar aspectos como: aprendizaje de conceptos abstractos; aumento de la motivación hacia el aprendizaje de las ciencias; recreación contextos reales y cercanos para los estudiantes; confrontación de las ideas previas a través de recursos digitales; presentación de información diversa; personalización de la enseñanza; generación de autonomía y trabajo colaborativo; entre otros.

En este sentido, hay que mencionar que uno de los materiales instruccionales que ha comenzado a ser considerado por la comunidad de educadores de profesores nacionales e internacionales como un buen mediador del aprendizaje, son los Objetos de Aprendizaje (Wiley, 2000a). Considerando que, el movimiento de los OA ha traído muchas expectativas y esperanzas sobre la posibilidad de generar nuevas propuestas que ayuden a mejorar los materiales educativos que se utilizan en el aula de clases para mediar el proceso de formación, como mencionan De Roux (2009), Callejas, Hernández y Pinzón (2010), mediante los OA se puede obtener una combinación eficaz del contexto educativo con el contexto tecnológico. Así mismo, por su potencial de reutilización, generatividad y adaptabilidad (Hodgins, 2000; Urdan & Weggen, 2000; Gibbons, Nelson, & Richards, 2000, citado por Wiley, 2000a).

Sin embargo, hay que mencionar que los OA a pesar de que brindan un futuro esperanzador para mediar el proceso educativo de manera efectiva y eficaz, no están cumpliendo con las expectativas previamente establecidas por dicha comunidad de práctica (Wiley, 2000). Esta situación, es causada porque en muchas ocasiones su diseño no se concibe bajo fundamentos de las teorías del diseño instruccional. Así pues, éstos aunque utilizan recursos digitales que tienen un alto potencial para mediar el aprendizaje de tópicos específicos, continúan reforzando una perspectiva de enseñanza centrada en el profesor y los contenidos, pero esta vez, en un formato distinto de interacción (Treviño, 2011). Como consecuencia de ello, los OA pueden en lugar de ayudar a comprender los tópicos enseñados, propiciar el surgimiento de dificultades para aprender y el fortalecimiento de concepciones alternativas en los estudiantes. Así mismo, toda esta problemática ayuda a que se acentúe la separación que menciona Klopfer (1983), entre la teoría educativa producto de la investigación y la práctica educativa.

En efecto, Wiley (2000a) plantea que el diseño de los OA debe estar fundamentado por las teorías de diseño instruccional que le permiten tener alcance, secuencia y coherencia curricular. Ya que, ellas brindan principios instruccionales que informan el cómo facilitar el aprendizaje mediante elementos conceptuales y metodológicos para ayudar a los agentes educativos a mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje, debido a que sus esfuerzos investigativos están centrados en ofrecer los medios para alcanzar y desarrollar los objetivos de aprendizaje. En otras palabras, estas teorías guían cómo lograr que el proceso educativo y su desarrollo sea más efectivo identificando métodos de instrucción (formas de apoyar y facilitar el aprendizaje) y las situaciones en las que deben y no deben utilizarse esos métodos.

Por otro lado, cabe destacar que en el contexto internacional se desarrollan diversos proyectos con el propósito de disponer de los OA al servicio de la comunidad académica para ayudar a la transformación de las dinámicas en las aulas, y Colombia no ha sido ajena a esta tendencia teniendo en cuenta que desde hace ya más de una década el Ministerio de Educación Nacional (MEN), ha dirigido varios procesos de producción, incorporación, uso y apropiación de OA como estrategia al proceso educativo (Ministerio de Educación Nacional, 2005).

Es así como, en medio de todo este proceso en nuestro país el Ministerio de Educación Nacional y el Economic Development Cooperation Found (EDCF) de la República de Corea

del Sur crearon los Centros de Integración Educativa Regionales (CIER) y específicamente en el caso del suroccidente colombiano, se crea el CIER-SUR. Igualmente como los demás CIER, el CIER SUR adelanta diferentes proyectos entre ellos el diseño y la producción de contenidos educativos digitales a manera de objetos de aprendizaje en las áreas de lenguaje, matemática y ciencias naturales, pero cabe destacar, que los producidos en él están dirigidos y enfocados a la educación media.

Hay que mencionar además, que el CIER SUR fundamentó su diseño teniendo en cuenta las indicaciones del convenio anteriormente mencionado. Sin embargo, de manera particular en el área de ciencias naturales algunos diseños orientados por un asesor pedagógico en especial, fueron iluminados bajo los principios instruccionales formulados desde la teoría del diseño instruccional propuesta por Perkins y Unger (1999) llamada *“Enseñanza y Aprendizaje para la Comprensión”*.

Ahora bien, teniendo en cuenta la anterior situación, se formula la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo diseñar un Objeto de Aprendizaje informado por la Teoría de Diseño Instruccional de la *“Enseñanza y Aprendizaje para la Comprensión”*?

Sin embargo, a pesar de la gran diversidad de OA que se produjeron, este trabajo solo tiene el propósito de exponer el cómo se elaboró la propuesta de diseño de uno de los objetos de aprendizaje en particular, denominado, *¿En qué se parecen el equilibrio físico y el equilibrio químico?* Naturalmente, dicha propuesta está informada por la teoría instruccional de la enseñanza y aprendizaje para la comprensión de Perkins y Unger (1999).

Respecto a lo anterior, es importante tener en cuenta que tal decisión se toma porque no todos los OA fueron diseñados bajo esta perspectiva de diseño. Por lo tanto, el presente trabajo no pretende comprometerse a generalizar el diseño de todos los OA producidos en el área de ciencias naturales.

1.2. Justificación

El panorama actual deja entrever que los Objetos de Aprendizaje están teniendo un papel importante como parte de los diferentes recursos que se utilizan en el proceso de generación

de nuevos contenidos educativos (Chiappe, Segovia & Rincón, 2007). Por tanto, es necesario que el diseño de éstos esté sustentado por aspectos pedagógicos, didácticos y tecnológicos, que brinden elementos para que los OA tengan una coherencia curricular y de esta manera poder desarrollar una profunda comprensión de las ideas más importantes de la ciencia.

De ahí que, para iluminar e informar el diseño de los OA y que estos cuenten con una coherencia curricular y tengan éxito en la facilitación del aprendizaje, las teorías de diseño instruccional, en este caso en particular con la teoría de Perkins y Unger (1999) “*Enseñanza y Aprendizaje para la Comprensión*”, juegan un papel muy importante en dar una secuencia y alcance a este tipo de materiales. Teniendo en cuenta que, estas teorías brindan elementos conceptuales y metodológicos para ayudar a los agentes educativos a mejorar el proceso, ya que sus esfuerzos investigativos están centrados en ofrecer los medios para alcanzar y desarrollar los objetivos de aprendizaje.

En otras palabras, son teorías que guían cómo lograr que el proceso educativo y su desarrollo sea más efectivo identificando métodos de instrucción (formas de apoyar y facilitar el aprendizaje) y las situaciones en las que deben y no deben utilizarse esos métodos. Como resultado de lo anterior, éstas orientaciones representadas en unos principios de instrucción, guían el diseño de los OA; que a la vez no dejan de tener en cuenta el nuevo paradigma del diseño instruccional, el cual es que los estudiantes sean el ente principal.

Teniendo en cuenta esto, hay que señalar que la teoría de diseño instruccional de Perkins y Unger (1999) “*Enseñanza y Aprendizaje para la Comprensión*” tiene cuatro principios instruccionales que iluminan el proceso de diseño en pro del aprendizaje por parte de los estudiantes de un tópico específico por comprensión conceptual. Hay que tener en cuenta, que estos autores mencionan que la comprensión no solo es vista desde el alcance de un conocimiento que permita comprender un solo fenómeno, sino también que permita que este conocimiento sea implementado en otros escenarios de la vida cotidiana. Por ello, los principios de diseño que plantean van desde la búsqueda de aspectos del tópico en cuestión tanto de carácter disciplinar como pedagógicos, para así poder diseñar actividades que desarrollen a través de ellas desempeños por comprensión progresivamente de manera coherente.

2. Antecedentes

Los objetos de aprendizaje, a pesar de que prometen un panorama lleno de expectativas por brindar alternativas de diseño y desarrollo de materiales educativos de carácter tecnológico para el trabajo independiente, auto-estudio o como complemento en la enseñanza presencial o virtual, siguen reflejando la pedagogía tradicional, pero esta vez, en un formato distinto de interacción (Treviño, 2011).

Además la mayoría de OA, en su diseño no han sido concebidos bajo las dimensiones curriculares, pedagógicas y didácticas. Por tanto, esto produce que no haya coherencia entre los propósitos de aprendizaje, las grandes ideas de la ciencia, los conocimientos y prácticas científicas, y los resultados de la investigación en el campo educativo acerca de las dificultades en la enseñanza y aprendizaje del concepto; provocando que estos materiales en lugar de ser una alternativa instruccional para mediar el proceso de enseñanza y aprendizaje, puedan ser un obstáculo debido que pueden propiciar el surgimiento de dificultades para aprender y el fortalecimiento de concepciones alternativas en los estudiantes.

En el siguiente apartado de manera sucinta se presenta los aportes teóricos y metodológicos de los estudios de objetos de aprendizaje que diferentes grupos han hecho al desarrollo y consolidación de este marco teórico.

Wiley (2000a) hace una revisión de la literatura para dar bases a su propia definición del término objeto de aprendizaje brindando elementos de caracterización como: “es un recurso digital”, “reutilizable” y “apoya el aprendizaje”, dando una visión diferente de los OA que otros investigadores y organizaciones habían señalado hasta el momento. Además, realiza un breve análisis de las teorías de diseño instruccional -TDI- para conectarla con los OA resaltando la importancia que éstas tienen para que ellos puedan tener éxito en la mediación del proceso de enseñanza y aprendizaje, otorgándole un alcance una secuencia. Así mismo, resalta la característica de reutilización de los OA, examinando de manera crítica la metáfora del LEGO y proponiendo una nueva, llamada la Metáfora del Átomo. De esta manera, busca así suplir algunas falencias de su antecesora en la descripción de esta característica y propone que para que la reutilización se pueda llevar a cabo de manera efectiva y significativa, los metadatos no solo debe de recopilar información de carácter tecnológico sino que ellos deben

de contener las decisiones instruccionales que tomó el diseñador y así lograr informar la combinación coherente de los OA para un nuevo diseño.

Esta investigación es de mucha importancia, ya que brinda elementos conceptuales que destacan la importancia de las teorías instruccionales en brindar un alcance y una secuencia en el diseño de los OA como materiales educativos tecnológicos que ayudan a mediar el proceso educativo. También ayuda a este trabajo, el planteamiento de la metáfora del átomo donde se logra ver las falencias de la metáfora de LEGO que tanto es nombrada y destacada en otros estudios, estableciendo una nueva definición de reutilización más acorde a lo que pretenden los OA. Y para finalizar, al brindar el autor elementos de caracterización de los OA, sirven de referencia a la hora de analizar otras definiciones y la toma de una postura.

Treviño (2011) realiza un trabajo arduo y completo alrededor de los objetos de aprendizaje ya que aborda tanto aspectos teóricos como metodológicos, ahondando en las dificultades que actualmente tienen los OA. En primer lugar, relaciona el diseño instruccional con los OA brindando información acerca de: qué es diseño instruccional- DI, las características comunes de las TDI y sus generaciones, relación del DI y las teorías del aprendizaje, de dónde el DI tomó la idea para establecer los OA y la propuesta de modelo estándar aludiendo a las características que deben de tener un OA a la hora de ser diseñado; contribuyendo a contrarrestar lo que ella misma llama carencia de conceptualización que tienen los OA.

En segundo lugar, Treviño propone una metodología de diseño de OA para la individualización y personalización, donde tiene en cuenta entre otras cosas: la determinación de los requerimientos instruccionales, planeación de los objetivos de aprendizaje, diseño de situaciones de aprendizaje, selección y elaboración de materiales didácticos, selección de medios de comunicación, organización de contenidos, desarrollo de las actividades y situaciones a evaluar en el diseño.

El contenido de esta obra ayuda a tener un panorama de las necesidades y requerimientos de los OA desde su marco teórico y metodológico. Por tanto, esta publicación muestra el panorama problemático que debe de ser superado a la hora de realizar nuevos diseños de OA, cuestión que es importante a la hora del desarrollo del diseño del OA *¿En qué se parece el equilibrio físico y el equilibrio químico?*

Por otro lado, Treviño recopila que muchos de las dificultades que rodea al diseño y desarrollo de los OA como materiales educativos tecnológicos ha sido que a pesar que es un tema muy investigado, muchos fueron los grupos de investigadores que discutieron la idea de forma contemporánea, provocando diversidad de calificativos y significados. Tener el anterior aspecto claro, permite ganancia a la hora de analizar otros trabajos investigativos y saber que muchas de las características que se sugieren a los OA son muy variadas y como consecuencia de ello, se debe discernir cuáles de ellas son las que están en consenso entre la comunidad académica instruccional.

En última instancia, la labor que hace la autora para proponer su metodología de diseño a pesar que es teniendo en cuenta la individualización y personalización, ayudan para tener fundamentos a la hora de desarrollar los principios de diseño del OA.

Perkins y Unger (1999), desarrollan una importante investigación para dar sustento teórico a su idea de lo que significa e implica una educación para la enseñanza y aprendizaje por comprensión, trabajo que se enmarca en la segunda generación de las teorías del diseño instruccional. Estos investigadores consideran que el diseño de la enseñanza debe de estar con base a una pedagogía de perspectiva constructivista que está enfocada a una pregunta fundamental ¿Qué es la comprensión? Por tanto, proponen que la comprensión debe de ser considerada un valor clave para el proceso de enculturación de los estudiantes y un interés central de la educación para que se represente de manera práctica en las aulas.

Por consiguiente, los autores consideran como una piedra angular para este enfoque de enseñanza y aprendizaje, el vínculo estrecho entre el desempeño y la comprensión. Dicho de otra manera, el estudiante comprende un tópico cuando es capaz de pensar y actuar creativa y competentemente con lo que ya conoce acerca de él. Es decir, toda actividad aprendizaje que demande del sujeto un pensamiento reflexivo es llamada desempeño por comprensión. Desde luego, un desempeño por comprensión recoge el tópico que se desea que el estudiante internalice, además, representa el conjunto de acciones inteligentes que debe llevar a cabo; por ejemplo: resolver problemas, tomar decisiones, relacionar las ideas nuevas con las viejas, extrapolar la comprensión a otros contextos. En este sentido, el aprendizaje por comprensión llega a ser un proceso progresivo donde se va alcanzando diferentes niveles del desempeño por comprensión, es decir, que gradualmente se expande la capacidad del desempeño flexible del aprendiz.

Teniendo en cuenta los planteamientos señalados, Perkins y Unger (1999) mencionan que la esencia del aprendizaje es comprometer a los aprendices en los desempeños por comprensión. Por lo tanto, sugieren dar respuesta a interrogantes, tales como: ¿Cómo debería seleccionar los tópicos o ajustar los establecidos para asistir a los estudiantes en el aprendizaje por comprensión? ¿Qué principios gobiernan la selección de los desempeños por comprensión? ¿Cómo pueden los aprendices ser ayudados para refinar y adelantar los desempeños por comprensión? Ahora bien, proponen para ello un marco teórico esencial para el diseño y la implementación de ambientes de aprendizaje de tópicos específicos desde una perspectiva por comprensión, que serán direccionados a partir de los siguientes principios instruccionales: tópicos generativos, propósitos para la comprensión, desempeños de comprensión y evaluación continua.

Los planteamientos que Perkins y Unger sustentan en esta investigación, son de suma importancia para el desarrollo de la propuesta de diseño del Objeto de Aprendizaje en consideración. Debido a que, direccionan y orientan a los profesores diseñadores y diseñadores instruccionales en la toma de decisiones curriculares e instruccionales para conseguir una planificación y ejecución efectiva de la enseñanza en pro de la comprensión que busca desarrollar desempeños. Así pues, los principios instruccionales que ellos proponen dan directrices de cómo lograr un diseño que logre obtener un conocimiento de la enseñanza y aprendizaje de un conocimiento de un contenido específico. De esta manera, la investigación es fundamental para dar respuesta a la pregunta de investigación formulada.

Reigeluth (1999), busca en su trabajo dar respuesta a la pregunta ¿Qué es el diseño instruccional? Y para ello, desarrolla cada una de los aspectos que caracteriza las teorías de diseño instruccional (TDI) a la vez que las distingue y relaciona con las teorías de aprendizaje y del currículum. En consecuencia, logra dar aspectos que son comunes a todas las TDI, tales como: están orientadas al diseño; poseen métodos y situaciones; métodos y sus componentes; y los métodos son de carácter probabilísticos. Esta última característica marca una total distinción de las TDI a otro tipo de teorías, ya que deja claro que no son de carácter determinista. En otras palabras, su naturaleza es prescriptiva en el sentido de que guían en la selección de qué método o métodos utilizar para alcanzar un determinado objetivo de manera más efectiva, no considerando éste como el único. De modo que, esta característica de prescripción, hace ser a las teorías de diseño muy útiles para los educadores, ya que brindan

una orientación explícita de cómo lograr los objetivos propuestos, caso contrario de las teorías como las de aprendizaje y currículo que tienden a ser descriptivas, centradas en los resultados del proceso.

El contenido de este trabajo en especial, ya que contribuye a la comprensión de las teorías de diseño instruccional y del cómo éstas en aspectos tan específicos pueden ayudar a mediar el proceso de enseñanza y aprendizaje. En efecto, la comprensión de su caracterización puede iluminar y nutrir el diseño del OA, debido a que se pueden tomar elementos puntuales que ayudan a interpretar la teoría de diseño “Enseñanza y Aprendizaje para la comprensión” de Perkins y Unger (1999).

3. Marco Teórico

Para tener un marco conceptual sólido y claro sobre los objetos de aprendizaje es necesario en primera medida tener conocimiento sobre las teorías de diseño instruccional. Debido a que, son los marcos teóricos que iluminan e informan la construcción de estos materiales de carácter tecnológico. Hay que señalar, que los objetos de aprendizaje en un inicio eran ateóricos, es decir, no contaban con teorías que iluminaban su diseño y mucho menos su reutilización, pero actualmente se han convertido en el recurso de elección para la generación del diseño instruccional, y son ellas las que ofrecen los principios para su elaboración (Wiley, 2000a). Por lo anterior, el primer apartado que se encontrará es sobre las teorías de diseño instruccional, para entender qué son y qué las caracteriza.

Seguido, dentro del mismo apartado llamado “Teorías del diseño instruccional” se encontrará una teoría particular, Enseñanza y Aprendizaje para la Comprensión de Perkins y Unger (1999), que es la que brinda los principios instruccionales de diseño con los que se elabora el objeto de aprendizaje *¿En qué se parece el equilibrio físico y el equilibrio químico?* En el marco de CIER SUR. Estos principios son los que informan el cómo facilitar el aprendizaje mediante del OA, determinando su alcance y secuencia que son fundamentales a la hora de su elaboración.

El segundo apartado es el titulado “Objetos de aprendizaje” y es en él donde se encontrará acerca de dónde provienen, cómo se definen y qué los caracteriza. Para ello, se desarrollan las dos metáforas que tradicionalmente se han utilizado para definir su significado y comportamiento. De esta manera, se da paso a sus principales características que deben de ser iluminadas por las teorías de diseño instruccional (Wiley, 2000a).

En conclusión, se busca que el marco conceptual ilumine el marco metodológico del objeto de aprendizaje en cuestión. Y poder así, diseñar un objeto de aprendizaje coherente curricularmente, con una alta probabilidad de que pueda mediar el proceso de enseñanza y aprendizaje de forma significativa.

3.1. Teorías de Diseño Instruccional

En las últimas décadas se ha generado en el campo de la educación en ciencias, la ciencia del diseño educativo, entre ellas el diseño instruccional (DI). El DI con sus teorías de diseño, los procesos y métodos de instrucción, han tenido una gran evolución que no ha sido aislada del contexto social. Por el contrario, ésta se ha realizado desde un punto de vista sistémico, ya que gracias a las transformaciones de perspectivas teóricas desde campos como la psicología, pedagogía y las tecnologías de la información y la comunicación, las comunidades científicas del DI han podido buscar alternativas para representar los contenidos a enseñar (Treviño, 2011).

De esta manera, las ciencias del diseño han generado una serie de teorías instruccionales las cuales han venido estando alineadas a las necesidades de la sociedad. Es por esto que, cuando la sociedad industrial necesitaba trabajadores que tuvieran unas habilidades específicas para operar maquinaria, la escuela tenía la misión de prepararlos para ello y se apoyó en las teorías instruccionales de primera generación y en las teorías de aprendizaje de carácter conductual. Por otra parte, el panorama actual es muy diferente, en la sociedad de la información y de conocimiento en que se vive, se requiere de la formación de sujetos con competencias para aprender a aprender a lo largo de la vida; logrando de esta manera enfrentar los problemas complejos e inciertos de su cotidianidad, siendo reflexivos y propositivos frente a lo que sucede.

Es así como desde las necesidades señaladas, la escuela debe de diseñar ambientes de aprendizaje que les brinden la oportunidad a los estudiantes de comenzar a desarrollar las competencias del siglo XXI. Para alcanzar dicha meta, el diseñador de estos ambientes se ha venido apoyando en las teorías del diseño instruccional de segunda generación (ver sección 3.1.2) en conjunto con las del aprendizaje y el currículo, para orientar el diseño de artefactos curriculares y/o materiales educativos.

3.1.1. Teorías de diseño instruccional de primera y segunda generación

Para comprender mejor, las teorías de diseño instruccional están divididas por dos generaciones, primera generación del diseño instruccional (DI₁) y segunda generación del diseño instruccional (DI₂). La DI₁ tenía un enfoque principalmente de corte conductista por estar bajo el marco de las teorías de aprendizaje de carácter conductual, aunque en sus últimas versiones los planteamientos teóricos fueron permeados por el cognitivismo; bajo

este marco se hicieron los primeros acercamientos del diseño instruccional con autores como Gagné que es considerado el padre de esta nueva línea del diseño (Treviño, 2011). A causa de lo mencionado, fueron muchas las limitaciones en herramientas y metodologías que se encontraron en DI₁ para soportar el diseño y desarrollo de materiales instruccionales, es por este motivo que se da apertura a un nuevo paradigma, la DI₂.

Las teorías DI₂ están enmarcadas en un contexto educativo diferente, pues son otras las necesidades formativas y avances en el campo de la educación en ciencias. Éstas al contrario de las DI₁, las permea en una mayor proporción las teorías de aprendizaje de orden constructivista. Adicionalmente, se considera que el desarrollo de estas teorías cognitivistas y socio-culturales han ejercido una fuerte influencia en la transformación de las DI₁ a las DI₂.

Es necesario dejar claro que es desde las DI₂ que se toma el marco teórico para orientar e informar el diseño de los objetos de aprendizaje. Es decir, el marco de éstas brindan los elementos de aprendizaje y enseñanza para poder representar contenidos de manera coherente a través de los principios de diseño. Es por ello, que a continuación se abordan éstas con más profundidad, explicando cada una de sus características.

3.1.1.2. Principales características de las teorías de diseño instruccional de segunda generación

Una teoría de diseño instruccional de segunda generación tiene el potencial de prescribir una serie de métodos instruccionales, los cuales estarían alineados con la situaciones que encarnan unos resultados de instrucción deseados junto con las condiciones de ésta. Por tanto, tienen en cuenta los tipos de aprendizaje que se quieren fomentar para ofrecer orientaciones de cómo debe de ser la enseñanza con el fin de lograr los objetivos de aprendizaje que se tengan propuestos (Reigeluth, 1999). Por ejemplo, como señala el mismo autor, para Perkins (1992) en la Teoría One la enseñanza para un aprendizaje cognitivo requiere de:

- Información clara de las descripciones, objetivos, conocimientos a aprender y de los resultados esperados.
- Una práctica reflexiva que brinde la oportunidad para que los estudiantes participen de manera activa y lleven a cabo proceso de razonamiento que le permitan aprender un contenido específico.

- Retroalimentación informativa, con el fin de monitorear el nivel de comprensión, confusión y compromiso.
- Fuerte motivación intrínseca o extrínseca. Es decir, actividades que sean ampliamente significativas, ya sea porque son muy interesantes y atractivas en sí mismas, o bien, porque tuvieron en cuenta logros obtenidos por el o los estudiantes.

En pocas palabras, las teorías de diseño instruccional de segunda generación son el resultado de investigaciones que buscan encontrar nuevas alternativas de cómo apoyar a los agentes educativos a mejorar el proceso de formación. No obstante, para una mayor comprensión de éstas, hay que tener en cuenta que ellas comparten cinco características en común (Reigeluth, 1999): 1. Son teorías orientadas al diseño, 2. Se componen de métodos y situaciones, 3. Descomposición de los métodos en unos específicos 4. Sus métodos son de carácter probabilísticos. 5. Reconocen la importancia del sistema de creencias y valores. A continuación se desarrollan cada una de ellas:

1) Están orientadas al diseño. Como primera característica, a diferencia de otras teorías (teoría del currículo, teoría de aprendizaje), las teorías de la ID están orientadas al diseño. Es decir, estas teorías están centradas en los medios para poder alcanzar los objetivos que se han propuesto; el cómo facilitar el aprendizaje. De ahí que, estas teorías sean de naturaleza prescriptiva en el sentido de que guían en la selección de qué método o métodos utilizar para alcanzar un determinado objetivo de manera más efectiva, sin embargo, no de manera determinista. De modo que, esta característica de prescripción, hace ser a las teorías de diseño muy útiles para los educadores, ya que brindan una orientación explícita de cómo lograr los objetivos propuestos.

Por otro lado en cambio, teorías como las de aprendizaje y currículo tienden a ser descriptivas, centradas en los resultados del proceso. Dicho de otra manera, las teorías descriptivas no dicen cómo facilitar el aprendizaje, sino que por el contrario su uso proporciona es la predicción y explicación. Ésto quiere decir, que dado un evento las teorías descriptivas solo podrán predecir los efectos que tendrá el evento, lo que probablemente se pueda en consecuencia dar, o dado un efecto que se ha producido, dar explicación de qué pudo haberlo generado.

Para entender mejor lo expuesto, veamos un ejemplo que menciona Reigeluth (1999) desde teorías de carácter descriptivo y las teorías de carácter prescriptivo, teniendo en cuenta qué clase de información podría proporcionar cada una. Primero, una de las teorías descriptivas es la teoría de procesamiento de información, que puede comunicarle entre otras cosas, que la nueva información entra en la memoria a corto plazo antes de que entre a la memoria de largo plazo; con esto se puede ver que, solo describe la secuencia en la que ocurren este evento, aunque también podría en su momento describir o explicar algunos efectos que se producen en determinados instantes, como por ejemplo, puede explicar los efectos que tendrá si se satura la memoria de trabajo del estudiante o describir por qué se saturó. En segundo lugar, en cambio si lo que se quiere es ayudar a la retención a largo plazo de una nueva información (un objetivo de instrucción), las teorías prescriptivas ofrecen al diseñador orientación explícita para lograrlo, por ejemplo, ayudar al estudiante a relacionar esa información con el conocimiento previo relevante (un método de instrucción). Es decir, estas últimas ofrecen directrices de cómo facilitar el aprendizaje para lograr un objetivo de enseñanza y/o aprendizaje, mientras que las primeras sólo describen y explican procesos, no proponen cómo hacerlos más efectivos.

Antes de finalizar este punto es importante aclarar y tener en cuenta, que a pesar de que estas dos teorías tienen objetivos muy diferentes, las teorías de diseño requieren de diferentes metodologías de investigación y para ello necesita de las teorías descriptivas. Puesto que, las teorías de diseño están en la constante búsqueda de qué métodos puede ayudar con mayor probabilidad a alcanzar los objetivos propuestos en determinados ambientes de aprendizaje y por supuesto, son las teorías del aprendizaje y del currículo que lo informan.

2) Métodos y situaciones. Las teorías de diseño instruccional requieren al menos dos componentes básicos, que son: métodos y situaciones de instrucción. Los primeros, son los que ayudan a dar apoyo, facilitan el aprendizaje y el desarrollo. Las segundas, las situaciones de instrucción, son las que proporcionan indicaciones de cuándo usar esos métodos.

Hay que tener en cuenta, que esos métodos son de naturaleza situacional en lugar de universal. Esto es, que un método puede funcionar mejor en una situación, sin embargo, puede ser usado en otra con el mismo objetivo y quizá no se obtengan los mismos resultados, no se logre que éste funcione. En consecuencia, se debe de tener en cuenta dos aspectos muy importantes para cualquier situación de instrucción: 1. Las condiciones en las que la

enseñanza se llevará a cabo y 2. Los resultados esperados de la enseñanza y/o instrucción. Veamos cada una de ellas:

1. **Condiciones de la enseñanza.** Las condiciones de enseñanza o instrucción, pueden influir en la toma de decisiones en cuanto a qué o cuáles métodos funcionan mejor para alcanzar los objetivos deseados, estas condiciones de instrucción comprenden: a. La naturaleza de lo que se debe aprender (del concepto, de la habilidad a desarrollar...) que varía para cada una de las actividades planeadas. b. La naturaleza del estudiante (concepciones previas, dificultades de aprendizaje...). c. La naturaleza del ambiente de aprendizaje (número de estudiantes, hora de clase, trabajo en casa, trabajo en grupo...) y d. La naturaleza de las limitaciones para el desarrollo de instrucción (tiempo requerido, materiales necesarios...).

Las condiciones señaladas se tienen que tener en cuenta a la hora de seleccionar los métodos de instrucción, debido a que son ellas las que pueden influir que a través de ellos, se alcance o no los resultados esperados del proceso educativo. Conviene resaltar, que en ocasiones una situación requiere no solo de un método de instrucción, sino de varios, ya que una buena enseñanza exige métodos diferentes para distintas ocasiones (Perkins & Unger, 1999).

2. **Los resultados de la instrucción.** Cabe aclarar que éstos difieren de las metas de aprendizaje, es decir, no incluye los aprendizaje específicos que se buscan, recordemos que este punto va guiado a la primera de las características de la enseñanza que se abordó en la naturaleza de lo que se debe de aprender. Ahora bien, este segundo aspecto indica en su nombre, es el resultado de toda la instrucción, de los resultados educativos deseados donde se incluye los niveles efectividad, eficiencia y motivación, en concreto:

Nivel de efectividad: logro de los objetivos de aprendizaje, qué también se alcanzaron.

Nivel de eficiencia: es el nivel de efectividad de la instrucción dividido por el tiempo y/o el costo de la instrucción.

Nivel de motivación: Es el nivel de interés que demuestra los estudiantes de la instrucción, por ejemplo, que interroguen en dónde podrían encontrar más información para aprender más sobre algún tema.

Es de gran importancia tener en cuenta estos niveles para poder diseñar y desarrollar con mayor probabilidad una enseñanza exitosa.

3) Métodos y sus componentes. La tercera de las características principales de las teorías de la DI tienen en común, hace alusión a que los métodos de instrucción pueden ser desarrollados de diversas formas y por tanto, se componen de diferentes características. Pongamos por caso, los componentes del método de información clara, de la teoría Uno de Perkins (se mencionó al inicio de este apartado y que se definía como las descripciones y ejemplos de los objetivos, los conocimientos necesarios, y los resultados esperados) a saber:

- Identificación de los objetivos de aprendizaje;
- Seguimiento y orientación en el logro de los objetivos;
- Ejemplificación de los conceptos tratados;
- demostración;
- Relación de los conocimientos nuevos con los antiguos desde la contextualización.
- legitimar un nuevo concepto o procedimiento por medio de principios que los estudiantes ya conocen, con confrontaciones entre las representaciones.

Es decir, las anteriores características son las partes del método más general y además hay que tener en cuenta que éstas se pueden desarrollar de diferentes maneras a la hora de utilizarlas en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Por ejemplo, la contextualización del conocimiento a enseñar se puede hacer desde una situación problemática, desde la observación y escucha de un diálogo; las demostraciones se pueden hacer con diferentes recursos, entre otros. De manera que, se debe de conocer muy bien las condiciones y los resultados de instrucción deseados para tener criterios claros y coherentes a la hora de seleccionar los métodos, ya que la efectividad de éstos depende de la situación en la que se van a desarrollar.

En definitiva teniendo en cuenta lo anterior, las teorías instruccionales pueden variar mucho en función del nivel general o detallado de los métodos que ofrecen. Respecto a esto, Reigeluth (1999) señala que las teorías de diseño instruccional deberían no irse a los extremos a la hora de exponer sus métodos y/o principios, para que de esta manera el diseñador tenga una guía que pueda direccionar sus decisiones; es decir, no dejándolo en la

generalidad donde puede proponer infinidad de alternativas para desarrollarlos, ni tampoco en la especificidad donde restringe las posibilidades.

d) Los métodos son de carácter probabilísticos. La cuarta característica y una de las más importantes a resaltar ya que genera una fuerte distinción entre las teorías de la DI respecto a teorías de aprendizaje o currículum, es que los métodos de instrucción que las orientan son de carácter probabilísticos. En otras palabras, los métodos no son deterministas, no garantizan el logro de los objetivos, pero sí estos métodos aumentan las posibilidades de alcanzar los objetivos.

Para ser más específico, los métodos instruccionales solo aumentan la probabilidad de que se produzcan los resultados instruccionales deseados. Pero, no se puede determinar la eficacia de un método de instrucción, ya que hay muchos factores que influyen en ello. Por este motivo, el objetivo de las teorías de diseño instruccional en general, es orientar dar ruta para poder alcanzar con una mayor probabilidad de los objetivos propuestos.

e) Sistema de creencias y valores: Para las teorías de diseño instruccional el sistema de valores y creencias juegan un rol muy importante la toma de decisiones de los modelos instruccionales y de los objetivos de aprendizaje. En primer lugar, este sistema es parte importante en las decisiones que toma el profesor o diseñador sobre cuáles objetivos de aprendizaje son los más convenientes para el desarrollo del estudiantes. Las TDI reconocen que no solo se debe de tomar dicha decisión sólo apoyándose en el conjunto de necesidades del contexto educativo, sino que se debe de ser consciente de la importante función que cumplen el sistema de creencias y los valores quienes diseñan el ambiente de aprendizaje en cuestión, dado que, son ellos los que le realizan una transformación al currículum prescripto por el estado a un currículum planeado. Y en segundo lugar, cuando se tienen unos objetivos de aprendizaje no cabe duda que se pueden proponer varios métodos para desarrollarlos y para seleccionar uno u otro depende de los criterios que se utiliza para juzgarlos y estos criterios reflejan los valores de la persona que realiza el proceso.

En conclusión, las teorías de diseño instruccional de segunda generación tienen como característica fundamental el interés marcado por direccionar un proceso educativo efectivo. Esto se evidencia, en vista que son teorías que toman en cuenta aspectos como el contexto, la naturaleza del contenido, el aprendizaje de los estudiantes, el sistema de creencias y valores

del docente o diseñador instruccional a la hora de orientar la selección de los métodos de instrucción más ajustados a la situación en cuestión. Naturalmente, que las decisiones de diseño no se realizan de manera aleatoria, sino que vienen fundamentada por los anteriores marcos teóricos en conjunción con las teorías del aprendizaje. Adicionalmente, esta especie de teorías resaltan que el resultado del diseño es un probabilístico en lugar de determinista, demostrando con esto que el proceso educativo es dinámico.

Ahora bien, como ya se ha señalado los OA para que sean considerados materiales de instrucción que faciliten el aprendizaje por comprensión, éstos deben de estar sustentados por las teorías de diseño instruccional provenientes de la investigación del campo de la educación. En efecto, el cuerpo de conocimiento que configuran a estas teorías que iluminan la toma de decisiones curriculares e instruccionales, las cuales se traducen en una serie de actividades de aprendizaje debidamente secuenciadas y temporalizadas de manera coherente (Wiley, 2000a).

Ahora bien, dentro del marco de investigación del CIER SUR en el área de ciencias naturales, el experto pedagógico en compañía del asesor pedagógico y el diseñador instruccional toman la decisión de apoyarse en las teorías del diseño instruccional de segunda generación, titulada “Enseñanza y Aprendizaje para la comprensión” (Perkins & Unger, 1999), con el fin de informar del OA *¿En qué se parece el equilibrio físico y el equilibrio químico?* A continuación, se expone los elementos centrales de esta teoría.

3.1.2. Teoría de diseño instruccional: la enseñanza y aprendizaje para la comprensión desde la perspectiva Perkins y Unger

Una de las teorías del diseño instruccional de segunda generación que han recibido notable atención por la comunidad de diseñadores de ambientes de aprendizaje mediados por los recursos digitales, es la “Enseñanza y Aprendizaje para la comprensión” de David Perkins y Chris Unger (1999). A esta teoría la funda la necesidad imperante de direccionar el diseño de artefactos curriculares que asistan a los estudiantes en el aprendizaje de un tópico específico

por comprensión conceptual¹, dado que, ésta juega un papel crítico dentro de la actual sociedad de la información y la economía del conocimiento.

Dando sustento al anterior planteamiento, se destaca que si bien la adquisición y retención de información sin duda son propósitos importantes todo proceso educativo, de cierto modo no es suficiente, debido a que el conocimiento no se desarrolla en su totalidad sino ha sido comprendido. Dicho de otra manera, puede que el estudiante en la clase de química sea capaz de realizar ejercicios algorítmicos manera eficiente sobre la constante de equilibrio, sin embargo, en el momento de enfrentarse a interpretar el valor de dicha constante dentro del marco del principio de Le Chetalier, quizás presenta muchas dificultades.

Perkins y Unger (1999) afirman que muchos estudiantes de todos los contextos socioeconómicos saben mucho más de lo que comprenden. Es decir, si bien la instrucción les permite a ellos internalizar una serie de hechos, datos, eventos que caracterizan las disciplinas, no les están proporcionando los instrumentos de pensamiento que le permite comprender los diferentes fenómenos naturales y sociales de su entorno. Por tanto, la perspectiva de instrucción memorística en lugar de asistir a los estudiantes en el proceso de evolución progresiva de sus concepciones alternativas, en muchos casos las refuerza.

Por ende, estos eruditos destacan que la comprensión debe ser un objetivo fundamental para la educación en todo el mundo. Teniendo en cuenta que ésta, ayuda a que el estudiante internalice de manera significativa los currículos disciplinares junto con el desarrollo de esquemas de pensamiento de orden superior que los prepara para ser ciudadanos quienes aprenden a lo largo de la vida. Por tanto, para alcanzar esta aspiración de la educación, Perkins y Unger aluden que se necesitan enfoques instruccionales de carácter sistémicos organizados en pro de la pedagogía para la comprensión.

Avanzando con el razonamiento formulado por estos autores sobre la comprensión como una característica fundamental para la educación, se asumen que ésta no solo hace referencia a alcanzar un conocimiento que permita comprender un fenómeno, sino, que este conocimiento debe de ser implementado en otros escenarios cotidianos. De ahí que, se considere al conocimiento adquirido por comprensión como una acción reflexiva, en palabras de los

¹La comprensión es uno de los tipos de aprendizaje que se pasan por alto en gran medida por las teorías de instrucción de la era industrial (primera generación).

autores: “la comprensión de un tema es una cuestión de ser capaz de pensar y actuar de forma creativa y competente, con lo que se sabe sobre el tema” (Perkins & Unger, 1999, p.79). Así pues, para ellos, un estudiante comprende los tópicos en la medida que pueda explicarlo con sus propias palabras provenientes de la escuela, resolver un problema de manera independiente, encontrar otras situaciones donde se puede aplicar ese conocimiento, etc.

Cabe resaltar, que las anteriores actividades mentales llevadas a cabo por los estudiantes en su interés de aprender por comprensión un contenido específico, han sido rotuladas por los autores en mención como desempeños por comprensión. En este sentido, estos desempeños deben de ser graduados de acuerdo con los antecedentes cognitivos de los estudiantes, con el fin de que vayan superando sus dificultades/limitaciones y concepciones alternativas del contenido de manera progresiva cuando se mueven a lo largo del corredor conceptual que subyace a la lección diseñada.

Por otro lado, los autores resaltan que si bien tienen en cuenta una pedagogía constructivista a la hora de plantear el marco para su teoría, su propuesta no es del todo de esta naturaleza. Debido a que consideran, que el descubrimiento constructivista tiene consideraciones que no siempre pueden realizarse, a saber: no siempre se pueden crear modelos o representaciones mentales por parte de los estudiantes del tópico en cuestión; no en todas las ocasiones los modelos mentales pueden ser contruidos de manera autónoma por el aprendiz, además a veces no son hábiles para poder mejorarlos o simplemente no quieren hacerlo; es por ello, que en estas instancias las representaciones proporcionados por los docentes pueden ser de mucha ayuda para superar estas dificultades. Por último, el descubrimiento constructivista menciona que una vez alcanzado el modelo mental, le permitirá al estudiante tener la facultad de mostrar una serie de entendimientos, no obstante, los autores de esta teoría de diseño instruccional, citan que la consecución de un modelo razonable no siempre puede capacitarlos para que desde allí desarrollen una gama de desempeños por comprensión.

Teniendo en cuenta lo anterior, Perkins y Unger (1999) consideran que así como se puede involucrar a los estudiantes en un proceso de investigación para desarrollar la comprensión de un tópico, también se puede introducirlos directamente por medio de la instrucción directa. Es decir, el marco de la enseñanza y aprendizaje por comprensión considera y por tanto permite, que existan una gama de estilos pedagógicos, incluyendo la instrucción directa, eso sí, siempre y cuando los desempeños por comprensión reciban atención en el desarrollo del

proceso. En pocas palabras, la selección de una u otra estrategia de enseñanza dependerá de la situación en que se encuentre el profesor, por ejemplo, muchas veces la naturaleza abstracta del tema no permite crear un ambiente de aprendizaje representado desde una situación real y/o contextual, en este tipo situaciones el profesor debe de buscar otras formas de representación y en ocasiones realizar una enseñanza directa para dar entrada al tema, sin embargo, en la continuación del proceso se debe de desarrollar progresivamente desempeños por comprensión para que sea significativo.

Finalmente, es por esto que para orientar a los profesores diseñadores y diseñadores instruccionales en la toma de esta clase de decisiones y con el fin de conseguir una planificación y ejecución efectiva de la enseñanza, la teoría de diseño instruccional, Enseñanza y Aprendizaje para la comprensión, brinda cuatro principios claves para el diseño de ambientes de aprendizaje efectivos y eficientes (llamados métodos desde Reigeluth (1999)).

3.1.2.1. Principios para el diseño desde la teoría instruccional de Perkins y Unger

Queda claro en esta instancia, que el núcleo de esta teoría de diseño instruccional es la comprensión como la capacidad de desempeño. No obstante, Perkins y Unger consideran que para apoyar una planificación de la enseñanza eficiente, se deben de brindar principios explícitos de diseño, que puedan guiar acerca de ¿Cómo se debe seleccionar temas o ajustar los temas establecidos para apoyar el aprendizaje? ¿Qué se debe tener en cuenta para la selección de los desempeños por comprensión? ¿Cómo se puede ayudar a los estudiantes a perfeccionar y avanzar en los desempeños?, estas preguntas orientan el planteamiento y fundamento de los siguientes principios de diseño: Los tópicos generativos “Generative Topics”, propósitos para la comprensión “Understanding Goals”, desempeños para la comprensión “Understanding Performances” y Evaluación Continua “Ongoing Assessment”. A continuación, se presentan las características y fundamento de cada uno de estos principios es los que se apoya el diseño del objeto de aprendizaje en cuestión.

3.1.2.1.1. Los tópicos generativos.

Uno de los retos de la enseñanza para la comprensión es que muchos temas escolares no parecen ofrecer grandes oportunidades significativas para el proceso. Por este motivo, uno de

los primeros asuntos que tanto los educadores y diseñadores deben de tener en cuenta, es la importancia, pertinencia y valor que tiene la enseñanza y aprendizaje de ciertos conceptos.

Ahora, ¿cómo seleccionar un buen tópico generativo? Perkins y Unger (1999) indican cuatro atributos básicos que pueden ayudar a valorar si una temática o tópico es apropiado o no para el proceso de enseñanza y aprendizaje:

1. Central para una disciplina: un buen tópico generativo es fundamental para la disciplina a la que hace parte.
2. Accesible e interesante para los estudiantes: un buen tema generativo tiene que ser atractivo y de fácil acceso, de esta manera poder propiciar el ambiente para que los estudiantes sean partícipes activos.
3. Interesante para el profesor: este criterio puede salirse un poco de lo convencional, ya que los intereses de los profesores rara vez figuran como elementos importantes en las guías de diseño instruccional. Sin embargo, para estos autores es importante que el docente disfrute del proceso con temáticas que valore y a lo motive.
4. Conectable: Un buen tópico generativo puede conectarse a diversos temas dentro y fuera de la disciplina en cuestión. Por ejemplo, con las situaciones y experiencias cotidianas de los estudiantes, siendo ésto, un factor motivante ya que toma sentido y relevancia en la vida de los aprendices.

3.1.2.1.2. Propósitos para la comprensión.

Los propósitos deben de ser seleccionados rigurosamente. Considerando que, ellos deben de orientar el desarrollo del tópico generativo elegido y las actividades que se diseñen para alcanzar los desempeños por comprensión.

Por otro lado, lo que suele pasar normalmente es que la selección de objetivos son dados por el diseñador. Pero se recomienda, que los educadores tengan en cuenta la participación de los estudiantes para este asunto, estableciendo un diálogo con ellos y obteniendo como algunos resultados: que los estudiantes sugieran objetivos, que creen un compromiso y la comprensión de los objetivos expuestos por el profesor.

Para este principio los autores también sugieren algunos atributos para ayudar a la escogencia de los propósitos adecuados:

1. Explícitos y públicos: una característica clave de los propósitos para la comprensión, es su carácter público. En la mayoría de ocasiones, los estudiantes en el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje no son conscientes hacia dónde se dirigen, cuál es la intención del docente en la enseñanza.
2. Anidado: se destaca que los propósitos por comprensión de una lección particular se encuentran relacionados estrechamente dentro y a través de los grados de escolaridad. Es decir, que un propósito de una lección debe de estar empacado en uno de los pocos propósitos que configuran las metas de aprendizaje que sustentan al currículum de la de la disciplina bajo consideración, esta característica es denominada coherencia intercurricular.
3. Central a la disciplina: el desarrollo de los objetivos para la comprensión deben de contribuir al entendimiento de la disciplina para que el estudiante pueda aplicarlo a las diferentes esferas de su vida.

3.1.2.1.3. Desempeños de Comprensión

Un tópico generativo y los propósitos para la comprensión preparan el escenario para los eventos principales de aprendizaje, que buscan desarrollar en el estudiante desempeños por comprensión². Con respecto a este punto, el reto para el diseñador es la organización de la secuencia de estos desempeños que permitan a los estudiantes una entrada accesible al tema, avanzar en la comprensión a un ritmo adecuado y razonable, y lograr que los estudiantes alcancen un nivel de comprensión apropiado respecto a los propósitos que se tengan.

En relación con lo anterior, Perkins y Unger (1999) resaltan que a medida que el proceso educativo se desarrolla, esta secuencia podría estar compuesta por diversas estrategias de enseñanza y también variedad de formas de gestión de clase. Sin embargo, en términos generales señalan que docentes y desarrolladores han encontrado útil la siguiente sucesión: iniciar con una fase de exploración y/o introducción al tema, donde se pueden formar grupos de discusión y detectar las concepciones previas de los aprendices con las especulaciones que pueden llegar a tener por ejemplo, al estar en contacto con el organizador programado

²Recordar que los desempeños por comprensión son las actuaciones que el estudiante puede realizar en la medida que aprende por comprensión, como: explicar el tópico con sus propias palabras, resolver un problema de manera independiente con los conocimientos comprendidos, encontrar otras situaciones donde se puede aplicar ese conocimiento, etc.

(manipulación de objetos, lectura de una situación problema...); después se daría paso a una fase de investigación guiada, avanzado en el desarrollo de los propósitos por comprensión con la ayuda del educador, exigiendo constantemente la reflexión por parte de los estudiantes ya sea de forma grupal o individual. Por último, una fase de aplicación del conocimiento aprendido, por ejemplo, con la propuesta de un proyecto.

En definitiva, estos autores guían al profesor o diseñador instruccional a través de los siguientes criterios para seleccionar y secuenciar actividades (con sus estrategias de enseñanza, gestión de clase, recursos...) con la intención de desarrollar desempeños por comprensión, tales criterios son:

1. Relación directa con las metas para la comprensión: las actividades para la comprensión deben de abordar y estar diseñadas en favor del desarrollo de los objetivos establecidos para la comprensión.
2. Desarrollar y aplicar la comprensión a través de la práctica: las actividades que se diseñen deben de permitir el progreso hacia una comprensión por parte del estudiante. Las actividades para la comprensión deben avanzar cada vez más a entendimientos más amplios y más profundos.
3. Involucrar a múltiples estilos de aprendizaje: las estrategias de enseñanza y gestión de clase, deben involucrar diferentes estilos de aprendizaje y formas de expresión. De cierta forma, deben de ser flexibles para que los estudiantes puedan expresar sus conocimientos de diferentes maneras.
4. Fomentar la participación reflexiva: en tareas desafiantes, que exijan que el estudiante piense y actúe.
5. Demostrar públicamente la comprensión: muchos estudiantes no comparten sus ideas al respecto de lo que se discuten y otros no dan opiniones sobre lo que otro compañero plantea, es necesario que se diseñen actividades que permitan ampliar el panorama en este punto y poder contribuir así, a que todos sean agentes activos del proceso de enseñanza y aprendizaje.

3.1.2.1.4. Evaluación continua

El último principio de diseño de la teoría de la enseñanza y aprendizaje para la comprensión propuesto por Perkins y Unger, es el de evaluación continua, ellos reconocen que la

retroalimentación y valoración es uno de los aspectos fundamentales en el aprendizaje de los estudiantes. Por tanto, hacen énfasis de la importancia que tiene que la evaluación se realice a lo largo de todo el proceso de enseñanza y aprendizaje, y no solo al inicio o final de él, cuando quizá ya no hay tiempo para mediar la situación y poder tratar de darle solución. Otro punto importante que ellos consideran relevante y donde hacen énfasis, es que no es suficiente concebir la evaluación como una nota a entregar, sino que también, que se reconozca que es un proceso que debe de dar los elementos para la mejora del aprendizaje de los estudiantes.

En resumen, la evaluación continua exige que profesores y diseñadores realicen con frecuencia una valoración cuantitativa y cualitativa a lo largo de todo el proceso de enseñanza y aprendizaje, en cada una de las actividades desarrolladas donde podría ser más valiosa la valoración en pro de la comprensión.

En conclusión, el núcleo de esta teoría de diseño instruccional es la comprensión, de hecho, su preocupación está centrada en las situaciones donde ésta es la prioridad; además, algunos valores que la subyacen son:

- Ser capaz de desarrollar el conocimiento a través de la comprensión.
- Selección de temas de aprendizaje que sean centrales para la disciplina.
- Motivación intrínseca y extrínseca.
- Uso activo y transferencia de conocimientos a otros contextos.
- Retención del conocimiento.
- Enfoques sistemáticos para la enseñanza constructivista.
- Una amplia y flexible gama de estilos pedagógicos, incluyendo la instrucción directa.
- Estudiantes que proporcionan retroalimentación entre sí.

3.1. Objetos de Aprendizaje

Actualmente, las tecnologías de la información y la comunicación-TIC están influyendo de manera importante en el proceso de enseñanza y aprendizaje en todas las áreas de conocimiento y niveles académicos. En vista que, han logrado convertirse en uno de los recursos fundamentales para producir nuevos ambientes de aprendizaje, dando paso a nuevos métodos y estrategias de enseñanza, nuevos enfoques de comunicación entre profesores y

estudiantes, y más específicamente el avance que ellas han permitido y el panorama tan amplio que brindan, en lo relativo con el diseño, desarrollo y entrega de materiales educativos tecnológicos y/o materiales instruccionales (Wiley, 2000a) que enriquecen y fortalecen el proceso educativo.

En este sentido, una de las tecnologías que está siendo considerada como uno de los materiales instruccionales de elección en la segunda generación de diseño instruccional para generar contenidos educativos, son los llamados objetos de aprendizaje. Debido a, su potencial de reutilización, generatividad y adaptabilidad (Gibbons *et al.*, 2000; Hodgins, 2000; Urdan & Weggen, 2000 citado por Wiley, 2000a).

En consecuencia, autores como Chiappe, Segovia y Rincón (2007) se han atrevido a señalar, que:

...los objetos de aprendizaje tendrán un papel principal en el fortalecimiento de la calidad de la educación, ya sea como núcleo o eje de articulación a nuevas políticas y estrategias institucionales, o como parte de diferentes recursos para ser utilizado en el proceso de generación de nuevos contenidos educativos (p.672).

Hay que recordar, que Colombia no ha sido ajena a este planteamiento. Teniendo en cuenta que, desde hace una década el Ministerio de Educación Nacional ha direccionado proyectos de producción, incorporación, uso y apropiación de OA como estrategia al proceso educativo (MEN, 2005; De Roux, 2009). Cabe señalar además, que en un inicio el MEN fomentó esta iniciativa en las instituciones de nivel educativo superior, pero actualmente se pretende que no solo ellas estén vinculadas, sino que por el contrario, las instituciones educativas de nivel básico y medio también sean parte. Respecto a este último punto, los CIER juegan un papel importante ya que uno de los objetivos por los que fueron creados, fue el de producir OA con el fin de generar nuevos contenidos educativos de primero a once grado en las áreas de matemáticas, lenguaje y ciencias naturales.

Ahora bien, conviene subrayar que el constructo de Objetos de Aprendizaje ha recibido diferentes acepciones dentro de la comunidad del diseño instruccional. Puesto que en la idea de diseñar pequeñas piezas de información que podían utilizarse y reutilizarse para construir unidades de aprendizaje, muchos grupos empresariales y de investigación trabajaron de forma aislada, provocando diversidad de calificativos para referirse a los OA. Por tanto, en la

literatura se pueden encontrar una abundante cantidad y variedad de calificativos y de términos que referencian el mismo concepto (Astudillo, 2011; Wiley, 2000b; Callejas *et al.*, 2011). Wiley (2000b) destaca algunos, tales como:

- *Componentes de instrucción* (Components of Instruction).
- *Objetos de conocimiento* (Knowledge objects).
- *Documentos pedagógicos* (Pedagogical documents).
- *Componentes de software educativos* (Educational software components).
- *Material de aprendizaje en línea* (Online learning materials).
- *Recursos* (Resources).

Pero hay que subrayar que a pesar de que en una época ningún calificativo se impuso categóricamente, Treviño (2011) indica que en la actualidad el término objeto de aprendizaje es el más utilizado.

Por otro lado, esta falta de acuerdo en sus calificativos no se le aleja de la variedad de significados que también se le asignan a los OA. Hay que tener en cuenta que el movimiento de OA es relativamente nuevo y que pesar de que se puedan encontrar referencias desde finales del siglo XIX en relación con la enseñanza asistida por un ordenador y los materiales educativos computarizados (Chiappe *et al.*, 2007), y de que se hayan desarrollado gran cantidad de estos materiales educativos y sean muy investigados, aún no se tiene una respuesta única a la pregunta ¿Qué es un objeto de aprendizaje? (Astudillo, 2011, Wiley, 2000b; Treviño, 2011; Chiappe *et al.*, 2007; Leal, 2009). Una de las consecuencias de esta situación, como señala Wiley (2000a) es que “la proliferación de definiciones para el término “objeto de aprendizaje” hace la comunicación confusa y difícil” (pág. 5). De ahí, que no se pueda valorar si es o no totalmente un OA, la gran cantidad de producción de material instruccional que así se autodenomina, ya que no existen bases sólidas, un marco de referencia consolidado que brinda criterios para hacerlo (Astudillo, 2011).

Teniendo en cuenta este panorama, se toma la decisión que en este documento se desarrollen tres acepciones para conceptualizar los OA, dos a nivel internacional y una nacional, las cuales que han venido jugando un papel clave en el desarrollo de este enfoque de instrucción,

a saber³: Institute of Electric and Electronical Engineers (IEEE, 2002 citado por Treviño, 2011), Wiley (2000a) y MEN (2006). Pero antes de definir cada una, conviene hacer un paréntesis, ya que es necesario tener conocimientos acerca un poco sobre el origen de los objetos de aprendizaje.

Es de resaltar, que la principal característica que brinda una naturaleza particular a esta clase de materiales es la reutilización, pero esta idea no es propia del paradigma de los OA, sino que proviene de la ingeniería del software (Astudillo, 2011; Treviño, 2011). El origen de los objetos de aprendizaje subyace de los principios de la Programación Orientada a Objetos (POO) donde los objetos son representados con características esenciales que cuentan con parámetros estándares, es así como los desarrolladores informáticos producen objetos que pueden ser lo suficientemente genéricos como para ser utilizados en otras aplicaciones; esta noción fue la que se trasladó al ámbito educativo a través del paradigma de objetos de aprendizaje, con el propósito de que este material educativo pueda ser reutilizado en varios contextos de instrucción y plataformas tecnológicas (Wiley, 2000a).

Ahora bien, la conceptualización del Institute of Electric and Electronical Engineers (IEEE) define al objeto de Aprendizaje como cualquier entidad digital o no digital que puede ser usada, reusada o referenciada durante aprendizajes soportados por la tecnología (IEEE, 2002 citado por Treviño, 2011). Respecto a esta definición se ha pronunciado que es demasiado genérica y esto hace que no sea un buen referente para identificar y caracterizar un OA. Entre las razones que sustentan lo anterior, se encuentran que mencionar la palabra entidad que incluye personas, animales, ideas o cosas, es decir, todo puede ser OA (Wiley, 2000a). Además, esto genera que la definición sea considerada de carácter general e impracticable, en parte, porque objetos no digitales como equipamiento informático u objetos digitales como imágenes, gozan del mismo estatus conceptual provocando la imposibilidad de usar el término OA de forma significativa (Polsani, 2003, citado por Astudillo, 2011).

Por otro lado, Wiley (2000a) partiendo de la anterior definición propone que un OA es cualquier recurso digital que pueda ser reutilizado para apoyar el aprendizaje. Él afirma que esta definición captura las características críticas de los OA: reusable, digital y recurso; y que

³Vale la pena destacar que, las anteriores definiciones son tan solo tres referencias de la alta gama de conceptualizaciones que existen en la línea de investigación del diseño instruccional sobre el OA.

éstas las conecta con el aprendizaje a través de la palabra “apoyar”. Además, el autor intenta especificar la definición del IEEE restringiéndola a solo objetos “digitales”, sin embargo, aunque esta definición favorece más a aquellos recursos digitales que se pueden utilizar para dar soporte al proceso de aprendizaje, sigue siendo muy amplia porque incluye a todo aquel material que no fue diseñado con una intencionalidad pedagógica, como un procesador de texto, un video musical, una foto o cualquier otro material digital que pueda ser reutilizado en diferentes actividades (Astudillo, 2011).

3.1.2. Conceptualización del constructo de objeto de aprendizaje desde el contexto nacional para el diseño del OA

Teniendo en cuenta el Ministerio de Educación Nacional el panorama controversial anterior y sus intenciones de direccionar proyectos de producción, incorporación, uso y apropiación de OA como estrategia al proceso educativo, elaboraron y asumieron su propia definición con el propósito de facilitar el desarrollo de estos proyectos y la comprensión del concepto por parte de la comunidad educativa colombiana (MEN, 2012). En este sentido, la conceptualización de OA que direcciona el diseño de los contenidos en el marco del proyecto del CIER es la siguiente:

Un Objeto de Aprendizaje es un conjunto de recursos digitales, autocontenible y reutilizable, con un propósito educativo y constituido por al menos tres componentes internos: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización. El Objeto de Aprendizaje debe tener una estructura de información externa (metadatos) que facilite su almacenamiento, identificación y recuperación (MEN, 2006, párr. 2).

Esta definición resulta ser muy interesante ya que menciona varios conceptos fundamentales del constructo de OA, que son recogidos en muchas de las acepciones propuestas a nivel internacional, tales como: son recursos digitales, su diseño es con un propósito educativo, son reutilizables, tienen metadatos y son autocontenibles. Adicionalmente, la conceptualización nacional de dicho constructo formula una estructura lógica para el OA, la cual está configurada por: contenidos, actividades y elementos de contextualización. En efecto, los elementos citados fueron tenidos en cuenta para el desarrollo los OA en el marco del CIER-SUR (Centro de Innovación Educativo Regional SUR, 2014).

Hay que destacar, que las anteriores propiedades desempeñan funciones importantes en la naturaleza del Objeto de Aprendizaje, no obstante, la reusabilidad es considerada la idea fundamental que subyace a la acepción de Objeto de Aprendizaje. Esto es, que los diseñadores instruccionales diseñen un OA de aprendizaje a partir de otros que proceden de diferentes contextos, obteniendo como resultado la creación de nuevos componentes de instrucción que pueden ser reusados muchas veces, invirtiendo menos tiempo y dinero (Wiley, 2000a). Así pues, los OA son materiales instruccionales que están descompuestos en sus partes con el fin de ensamblarlos a otros materiales instruccionales, que se encuentre alineado con las necesidades contextuales y las metas de aprendizaje propuestas por los diseñadores (Reigeluth & Nelson, 1997).

Para que lo mencionado hasta este punto pudiese cumplirse, era necesario unificar criterios para el diseño de los OA, con esto en mente, se han creado estándares los cuales establecen características específicas para dotar a estos componentes de “identidad” propia (Treviño, 2011). En efecto, diferentes comunidades científicas han participado para desarrollar estándares tecnológicos adecuados para diseñar OA para el funcionamiento universal de todos los Objetos de Aprendizaje, entre las que resalta el *Learning Technology Standards Committee* (LTSC), el Instructional Management System y Advance Distributed learning. Como resultado, el conocimiento de estos estándares por parte de los diseñadores y desarrolladores garantiza la interoperabilidad, accesibilidad y que el material sea autocontenido, veamos:

Interoperabilidad: Característica que hace alusión a la habilidad que debe de tener el OA para ser tomado de un lugar con un conjunto de herramientas particulares y usarlo en otro, donde hay otras condiciones tecnológicas (ADL, 2009; McGreal, 2004).

Accesibilidad: García (2005) menciona que es la facilidad que tienen los OA para ser identificados, buscados y encontrados, debido al correspondiente etiquetado a través de metadatos⁴ que permiten la catalogación y almacenamiento en el correspondiente

⁴ Datos que brindan información para el almacenamiento, búsqueda, selección y recuperación de OA (MEN, 2009) a través de la información de sus atributos y propiedades en repositorios o bancos de objetos. La importancia del etiquetado de los OA está dada por los alcances que tiene el mismo: hace

repositorio de OA⁵. Es decir, esta característica exige que los OA deben estar disponibles al público en general, tengan un acceso fácil y rápido para los usuarios, y esto puede ser posible en la medida que cuenten con información pedagógica y tecnológica acerca de ellos.

Autocontenible: Que un objeto de aprendizaje sea autocontenible quiere decir que sus contenidos deben tener sentido por sí mismos y ser autosuficientes para el logro del objetivo de aprendizaje para el cual fue diseñado (MEN, 2009).

Si bien, los grupos de estandarización de OA son necesarios para apoyar la instrucción basada en los Objetos de Aprendizaje, ellas centraron sus esfuerzos en un inicio en buscar quién financiara el diseño y desarrollo de dichos materiales instruccionales, descuidando la estrecha relación que debe de existir entre las teorías del diseño instruccional y el Objeto de Aprendizaje, que son las que influyen para que éstos puedan tener éxito en la facilitación del aprendizaje informando su diseño.

Para dar paso a la comprensión de la relación que tienen las TDI y los OA, es necesario que se tenga claro acerca de cómo la comunidad de investigadores han propuesto que estos componentes instruccionales se puedan combinar o ensamblar unos con otros, para generar nuevos.

3.1.3. Comportamiento de los Objetos de Aprendizaje

Como ya se ha mencionado, los objetos de aprendizaje son unidades de información que pueden reusarse en diferentes contextos educativos y tecnológicos, para que esta idea sea entendida mejor, entre la comunidad académica se han tratado de utilizar principalmente dos metáforas que indican cómo agregar un componente a otro y de esta forma poder diseñar otras unidades de aprendizaje a partir de OA ya desarrollados (Treviño, 2011). Estas metáforas son:

posible la identificación del objeto, facilita la búsqueda, permite el almacenamiento, favorece la reutilización y propicia la interoperabilidad (Astudillo, 2011)

⁵ Sitios en su mayoría en línea, donde se almacenan OA y los metadatos asociados a éstos, permitiendo la fácil búsqueda por parte de los usuarios.

3.1.3.1. *Metáfora de LEGO*

La primera metáfora que se utilizó para esclarecer a qué se refiere el reuso de la nueva tecnología instruccional OA, fue la comparación de su comportamiento con los productos LEGO o Lincoln Logs (bloques pequeños de plástico de diferentes colores, tamaños y formas que se ensamblan para formar variedad de objetos). Y esto era, como menciona Wiley (2000a) explicitar que pequeñas piezas de instrucción que contienen los OA (legos), se pueden montar (agrupar) en alguna estructura educacional más grande (castillo) y ser reutilizada en otras estructuras de instrucción (por ejemplo, una nave espacial). Sin embargo, explicitar y esclarecer la combinación de éstas, por el contrario provocó confusión al dar una explicación muy simplista; ya que a través de la metáfora de LEGO se podían considerar algunas características en los OA desde las propiedades de los bloques, tales como:

- Cualquier bloque de LEGO es combinable con cualquier otro bloque de LEGO.
- Bloques de LEGO se pueden ensamblarse en cualquier forma que se elija.
- Los bloques de LEGO son entretenidos y sencillos, que hasta los niños pueden ponerlos juntos.

Con esto se generó, que se concibiera la combinación o ensamble, como un procedimiento que no requiere rigurosidad, ni estudio y análisis por parte del diseñador. Es decir, esta metáfora refleja la simple idea de tener pequeñas “piezas” de información que se ensamblan para formar estructuras más grandes y diferentes, independientemente del tipo de contenido académico que traten. Por estos motivos, se hizo necesario proponer una nueva metáfora que tuviera en cuenta estas dificultades.

3.1.3.2. *Metáfora del Átomo*

Esta metáfora del átomo pretende además de dar a comprender mejor la característica de reutilización, superar las dificultades de su antecesora, la metáfora de LEGO. Wiley (2000a) menciona que las dos cumplen con la idea de combinarse y recombinarse, y de esta manera se puede comparar con la reutilización de los OA. No obstante, la metáfora átomo se aleja de la metáfora LEGO en aspectos muy importantes, a saber:

- No todo átomo es “combinable” con cualquier otro átomo.

- Los átomos sólo pueden ser “ensamblados” en ciertas estructuras prescritas debido a su propia estructura interna.
- Se requiere algún tipo de formación y comprensión para “ensamblar” los átomos.

Según estos planteamientos, la presente metáfora tiene en cuenta que los OA solo pueden ser agregables o combinables, cuando: sus contenidos respondan a un área de conocimiento específica y la finalidad de esta reutilización sea para ayudar a cumplir los objetivos de aprendizaje. De lo contrario, no se diseñaría un OA, sino simplemente un objeto de carácter informativo. Lo anterior se debe de cumplir en cualquiera de los posibles tipos de elaboración de OA (Treviño, 2011), éstos son:

- Diseñar OA través de la utilización de otros ya diseñados.
- Diseñar y elaborar OA propios para el tema o unidad que se enseñará. Esto puede darse debido a que no existen OA suficientes en el tema o tópico, y a que se requieren en ocasiones OA que tengan un estilo particular para representar el contenido.
- Diseñar y elaborar OA desde la primera y segunda opción.

Wiley (2000a) señala que para que su metáfora pueda ser aplicada en las tres formas de diseño de los OA, hay que tener en cuenta que ellos deben ser informados por las teorías de diseño instruccional, guiando la selección, secuencia y alcance de los nuevos componentes instruccionales que se están diseñando. De lo contrario, los OA no tendrían fundamentos teóricos claros que lleven a que se realice un diseño coherente curricularmente, y por tanto, se continuaría extendiendo la actual ruptura entre la teoría proveniente de la literatura y la práctica del diseño de ambientes de aprendizaje.

3.1.4. Teorías de diseño instruccional y Objetos de Aprendizaje: Secuencia

Un diseñador instruccional puede diseñar OA desde las tres formas citadas, pero cualquiera debe de tener como resultado una secuencia coherente de acuerdo a los objetivos de aprendizaje que se hayan propuesto de antemano. Por tanto, la combinación de los OA no puede realizarse de manera aleatoria; esta discusión del problema de combinar los Objetos de Aprendizaje en términos de “secuencia” ha orientado la conexión entre éstos y las teorías del diseño instruccional.

Veamos, en un comienzo el carácter tecnológico primaba sobre el educativo en los OA y fiel evidencia de esto, era la propuesta que se hacía para combinarlos: que un computador construyera automáticamente lecciones personalizadas. Es decir, que este dispositivo digital seleccionara y tomara Objetos de Aprendizaje individuales con el fin de combinarlos y secuenciarlos para un propósito instruccional apoyándose en la información que se recoge del metadato del recurso digital en cuestión, que si bien, aunque la información tecnológica que éstos brindan es útil para el diseño del nuevo ambiente de aprendizaje, ésta resulta ser insuficiente durante la creación de estos materiales. En efecto, pensar que un computador debe de tomar decisiones de orden curricular e instruccional con el propósito de darle una coherencia inter e intracurricular, es casi que una paradoja.

Por tanto, no cabe duda que el proceso de combinación deba de ser realizarlo por diseñadores instruccionales, apoyados en los metadatos que no solo deben de tener información de carácter tecnológico sino también de información curricular e instruccional. En este sentido, cuando se diseñan y desarrollan materiales instruccionales se han tenido en cuenta aspectos pedagógicos, didácticos y tecnológicos, es por ello, que los diseñadores instruccionales deben de tener esta clase de información para tener claridad y poder tomar decisiones a la hora de combinar o no OA para la creación de otros. Por este motivo, los metadatos no solo deben de brindar únicamente información acerca de los componentes tecnológicos de éstos, sino también, de los principios instruccionales, de las intenciones educativas particulares que orientaron el diseño del OA en consideración. Así, podría ser posible que los OA tengan una secuencia coherente, ya que se lograría informar las decisiones de combinar unos y otros en un orden consecuente a las intenciones con las que se diseñaron y las intenciones que se quieren desarrollar en el nuevo contexto.

3.1.5. Teorías de diseño instruccional y Objetos de Aprendizaje: Alcance

Si bien, el problema de combinar los OA en términos de “secuencia” conecta las teorías de diseño instruccional con este paradigma, hay que mencionar además, que en medio de esta tarea instruccional ha emergido otra situación que debe de ser atendida por el diseñador,

definir cuán grande debe de ser el OA que se diseñe, es decir, el grado de granularidad⁶ que éste debe de tener (Wiley *et al.*, 1999 citado por Wiley, 2000a). Es de resaltar al respecto, que esta característica es un atributo esencial para el reuso de los OA, ya que entre más grande sea éste menos probabilidad habrá de reusarlo en diferentes contextos de aprendizaje para suplir muchas necesidades educativas y viceversa (Treviño, 2011).

Respecto a este punto, es otra de las características controversiales de los OA porque aún no establece la granularidad adecuada para este tipo de materiales. Debido a que, por una parte la información contenida en él debe de ser mínima pero al mismo tiempo debe de ser lo suficientemente completa para tener sentido por sí misma. Es así, como desde un punto de vista instruccional la decisión del tamaño de un Objeto de Aprendizaje puede ser vista como un problema de “alcance”, la cual debería estar fundamentada a partir de las teorías del diseño instruccional, si la meta que se desea es que el estudiante logre la comprensión profunda de un tópico específico (Wiley, 2000a).

Es consecuencia de esta situación, el Learning Objects Metadata Working Group standard ha comenzado a visualizar la necesidad de incluir en los metadatos de un recurso digital información referente a las teorías del diseño instruccional con el fin de que los Objetos de Aprendizaje estén fundamentados por los marcos teóricos provenientes de la literatura basada en la investigación en educación.

En conclusión, los objetos de aprendizaje son materiales educativos de carácter tecnológico y/o materiales instruccionales que contienen recursos digitales que pueden ser reutilizados por educadores y que se pueden encontrar en repositorios o bancos de objetos a través de metadatos. demás, pueden ser diseñados a partir de iniciativas propias para un tema o unidad a enseñar, desde otros OA o las combinación de ambas; ayudando a que docentes no partan de cero a la hora de diseñar sus materiales y se aumente la velocidad de producción y se disminuya los recursos invertidos en ello; eso sí, teniendo en cuenta los principios de diseño que brindan las teorías instruccionales y de aprendizaje, que ayudan a seleccionar de acuerdo al proceso de enseñanza y aprendizaje: el tema o tópico, las decisiones pedagógicas,

⁶ La propiedad de granularidad de los Objetos de Aprendizaje hace referencia al tamaño de este artefacto curricular. Por ejemplo, puede existir objetos de aprendizaje de granularidad baja (una actividad) y alta (una secuencia de actividades de aprendizaje representadas por recursos digitales).

didácticas y tecnológicas, para que se puedan desarrollar los objetivos de aprendizaje que se pretenden.

3.3. Problemas de la Enseñanza y Aprendizaje del Equilibrio Químico

Cabe resaltar, que es importante tener en cuenta los resultados generales sobre el campo de la investigación en educación acerca de las dificultades de enseñanza y aprendizaje del equilibrio químico dinámico. Cuestión tal, que es necesaria a la luz de lo que plantean las Teorías de Diseño Instruccional y específicamente los principios de diseño de Perkins y Unger (1999) para contribuir al logro de un diseño que cuente con mayores probabilidades de ser efectivo y eficaz. Por tanto, las diferentes conclusiones a que han llegado algunas de éstas, serán un elemento transversal a la hora de desarrollar cada uno de los principios de diseño, ayudando a que el OA sea coherente curricularmente y un material instruccional de apoyo para alcanzar una enseñanza y aprendizaje por comprensión.

Ahora bien, son numerosas las investigaciones que a nivel mundial se han realizado sobre la enseñanza y el aprendizaje del equilibrio químico dinámico, siendo casi que universales algunos de sus resultados (Rocha, García, Fernández & Domínguez, 2000; Bermúdez & De Longhi, 2011; Campanario, 2002; Pozo, 1991; Kind, 2004, entre otros). Es decir, a pesar que las investigaciones con el objetivo de encontrar las dificultades del proceso educativo en la enseñanza del equilibrio químico se lleven a cabo en diferentes contextos, las conclusiones a las que llegan coinciden en cuáles son los puntos de mayor conflicto.

Al respecto, hay que señalar que uno de los resultados en el que muchas de ellas concuerdan, es la percepción sobre el equilibrio químico que tiene la comunidad de investigadores de la enseñanza, docentes de química de bachillerato y universitarios, y estudiantes, al considerarlo como uno de los tópicos más difíciles de ser enseñado y comprendido. Debido entre otras razones, al hecho de que éste se opone a la causalidad simple y unidireccional con la que solemos darle interpretación a los fenómenos cotidianos (Gómez, 1996). Además, como menciona Rocha *et al.* (2000) el equilibrio químico es un tema que requiere para su comprensión el uso de un mayor número de conceptos relacionados: reacción química, ecuación química, reversibilidad y concentración. Por tal motivo, también se considera uno de los tópicos más complejos tanto para docentes y estudiantes, ya que si los aprendices se

enfrentan al nuevo tema sin tener comprensión de estos conceptos, será mayor el esfuerzo y tiempo que tendrán que invertir para aprenderlo y enseñarlo.

Por otro lado, algunas investigaciones mencionan que en la medida que el estudiante comprenda que el equilibrio químico no es estático, podrá crear bases para interpretar sistemas químicos, biológicos e industriales. Esto quiere decir, que si el estudiante alcanza a entender que un sistema en equilibrio químico a pesar que en el nivel de representación macroscópico no se visualiza cambio alguno, si hay una reacción es constante y en sentidos opuestos (Pozo, 1991), podrá con mayores probabilidades comprender procesos, tales como: la formación de la capa de ozono, la adaptación al mal de montaña, el transporte de oxígeno al cuerpo (Huerta, 2008).

Consideremos ahora, la enseñanza de este concepto presenta un alto grado de complejidad, especificidad y abstracción, lo que hace que frecuentemente los estudiantes tengan dificultades de aprendizaje. Tal es el caso, que casi todos los autores de los trabajos consultados afirman que los estudiantes no han adquirido una concepción clara de lo que significa un sistema que ha alcanzado el equilibrio químico, ya que no han hecho una adecuada interpretación del comportamiento y los cambios que suceden dentro de él. Veamos a continuación, las dificultades puntuales que señalan y que coinciden diversos trabajos investigativos (Rocha *et al.*, 2000; Bermúdez *et al.*, 2011; Campanario, 2002; Pozo, 1991; Kind, 2004), a saber:

- Se tiende a relacionar equilibrio químico con algo “estático” y “equilibrado”, como algo que finaliza; la asociación del término equilibrio a una igualdad e inmovilidad.
- Pueden creer que la reacción directa se completa antes de que la reversa comience.
- Los estudiantes conciben las reacciones directa e inversa como sucesos separados e independientes, como si se tratase de dos recipientes diferentes. Algunos investigadores sugieren que la doble flecha utilizada en las reacciones en equilibrio contribuye a que los estudiantes perciban “dos lados”.
- Los estudiantes perciben que las velocidades de una reacción en un sistema en equilibrio puede cambiar, mientras otras disminuyen o permanecen constantes, es decir, no han adquirido que el concepto de velocidad se aplica a un sistema como un todo. Por tanto, parecen aceptar en muchas ocasiones solo de manera superficial la igualdad de las velocidades en equilibrio.

- Una idea previa del cambio de condiciones del estado en equilibrio, es la de tratar a todas las sustancias involucradas en la reacción, como independientes, en lugar de identificar las interacciones entre ellas.

En general, la mayoría de estudiantes recurren a respuestas en las que describen el fenómeno a partir de las propiedades macroscópicas de la materia, más cercanas a las dimensiones "físicas" del mundo real, frente a las microscópicas del modelo corpuscular. Teniendo en cuenta lo anterior, son variadas las sugerencias que se hacen al respecto para ayudar a superar estas dificultades:

- La relevancia de tener en cuenta que las exposiciones teóricas magistrales o la solución de problemas cuantitativos no son eficaces para superar los obstáculos de dicho tema.
- La incesante necesidad de considerar importante resaltar que en equilibrio químico las reacciones se llevan a la misma velocidad, de tal manera que siempre se están formando productos y a la vez reactivos, pero no quiere decir que necesariamente las concentraciones sean iguales sino que se mantienen constantes.
- No centrar la enseñanza en aspectos cuantitativos (Campanario, 2002 citado por Bermúdez *et al.*, 2011).

Cabe resaltar, que todo lo anterior son elementos cruciales para desarrollar el diseño del OA, información proveniente del campo educativo que contribuye a que éste posea una coherencia curricular.

4. Objetivos

4.1. Objetivo General

Diseñar un objeto de aprendizaje del tópico generativo del “equilibrio químico dinámico” informado por la teoría del diseño instruccional de *enseñanza y aprendizaje por comprensión* de Perkins y Unger (1999).

4.2. Objetivos Específicos

1. Desarrollar y documentar teóricamente los principios de Perkins en el diseño del objeto de aprendizaje articulándolos con el proceso de enseñanza y aprendizaje del tópico del equilibrio químico en un contexto específico.
2. Diseñar materiales de apoyo para la futura implementación del Objeto de Aprendizaje.

5. Metodología

Cabe destacar que el diseño de los Objetos de Aprendizaje informados por las teorías del diseño instruccional de Perkins y Unger (1999), fueron direccionados por una metodología de carácter cualitativo circunscrita a la perspectiva de los estudios de diseño. Desde luego, que esta heurística de indagación es considerada como una metodología de investigación, dado que, en la estructura lógica de ésta se puede ver claramente la mayoría de los principios que sustentan toda investigación científica, a saber: interrogantes direccionados y articulados con el propósito de generar una teoría relevante; literatura desarrollada en forma sistemática; y construcción de una teoría como producto de la cadena de razonamiento coherente y explícita que subyace al estudio en cuestión (Confrey, 2005).

Por otro lado, conviene subrayar que algunos de los objetos de aprendizaje del proyecto CIER SUR en el área de ciencias naturales fueron diseñados bajo los principios instruccionales que se plantean y desarrollan en este trabajo desde la perspectiva de Perkins y Unger (1999) (*ver sección 3.1.2.1*). Sin embargo, cada experto pedagógico le da a su diseño una característica particular, la cual es influenciada por el tipo de conocimientos disciplinares, experienciales, pedagógicos y didácticos que éste posee.

Por tanto, en esta sección se aborda de manera breve la forma como las teorías del diseño instruccional informan el proceso de diseño del Objeto de Aprendizaje, “*¿En qué se parece el equilibrio físico y químico?*”, con el fin de ilustrar un caso donde se supera la restricción que aún tiene muchos OA, la cual encarna la ruptura entre las teorías de tamaño de grano grueso y el proceso de diseño de estos ambientes de aprendizaje.

Para lograr lo anterior, la metodología se desarrolla en tres momentos. El primero, informa el contexto donde se realiza el diseño del OA en consideración, brindando elementos y aspectos del Proyecto CIER SUR que son cruciales, ya que condicionan el cómo éste se realice. En el segundo momento, se plantean los principios de diseño desde Perkins y Unger (1999) que guían la construcción y materialización del OA. Y por último, el desarrollo de cada principio teniendo en cuenta el contexto de diseño, el campo disciplinar pedagógico, didáctico y disciplinar del tópico del equilibrio químico. De esta manera, se busca lograr construir nuevos conocimientos sobre el aprendizaje de este tópico que a la vez informen las decisiones curriculares e instruccionales para diseñar los elementos que configuran el OA.

5.1. Primer momento: Contexto de Diseño del Objeto de Aprendizaje

Como ya se mencionó, este OA se realizó en el componente de producción de materiales educativos digitales dentro del CIER-SUR, cuyo objetivo fue el de diseñar y desarrollar objetos de aprendizaje en grados y áreas de conocimiento específicos. Se pretendía, que los OA estuviesen orientados a propósitos educativos puntuales y de esta manera utilizar las TIC en el diseño, desarrollo e implementación de experiencias pertinentes e innovadoras de enseñanza y aprendizaje. Para así, poder alimentar las prácticas educativas con materiales de carácter digital, con el ánimo de facilitar procesos de gestión, uso y reuso por parte de los docentes y estudiantes colombianos, usuarios finales de la producción (CIER SUR, 2014).

Para entender mejor este contexto de diseño y producción de OA, es necesario recalcar y clarificar lo siguiente:

Los CIER que están distribuidos por todo el país, trabajaron para el desarrollo del componente de producción de materiales educativos digitales, pero no en los mismos niveles de educación de básica y media. Dicho de otra manera, a cada CIER le correspondió un conjunto de grados para el diseño y desarrollo de los objetos de aprendizaje. En el caso del CIER-SUR, fueron los grados de último ciclo, décimo y undécimo.

Además cabe anotar, que esta producción de materiales educativos digitales se hizo en tres áreas de conocimiento: lenguaje, matemáticas y ciencias naturales. Es en esta última, donde se encuentra el caso de este objeto de aprendizaje desde la química, con la temática del equilibrio químico dinámico a través del OA *¿En qué se parecen el equilibrio físico y el equilibrio químico?* Que en particular, se seleccionó para este estudio de caso (a pesar que se diseñaron varios y variados OA) ya que es un tema muy importante y abstracto en la enseñanza de la química. Un buen ejemplo también, para poder ver cómo pueden ser útiles las TIC en la mediación del proceso de enseñanza y aprendizaje.

5.1.1. Organización del componente de producción de materiales educativos digitales.

Ahora veamos, para la producción de estos objetos de aprendizaje para los grados de décimo y once en las áreas nombradas, se organizó un personal profesional en dos equipos de trabajo: el primero, que se denominó como el Equipo de diseño pedagógico, encargado del diseño de cada OA; en él se encontraban: asesores pedagógicos, expertos pedagógicos y diseñadores

instruccionales. En el segundo, denominado Equipo de desarrollo de OA, conformados por el grupo de diseño gráfico: diseñadores de interfaces, editores, ilustradores, programadores y desarrolladores web; y el grupo de diseño de multimedia: animadores, realizadores, productores y editores; todos encargados de recrear y dar vida a los materiales diseñados por el primer equipo (ver imagen N°1).

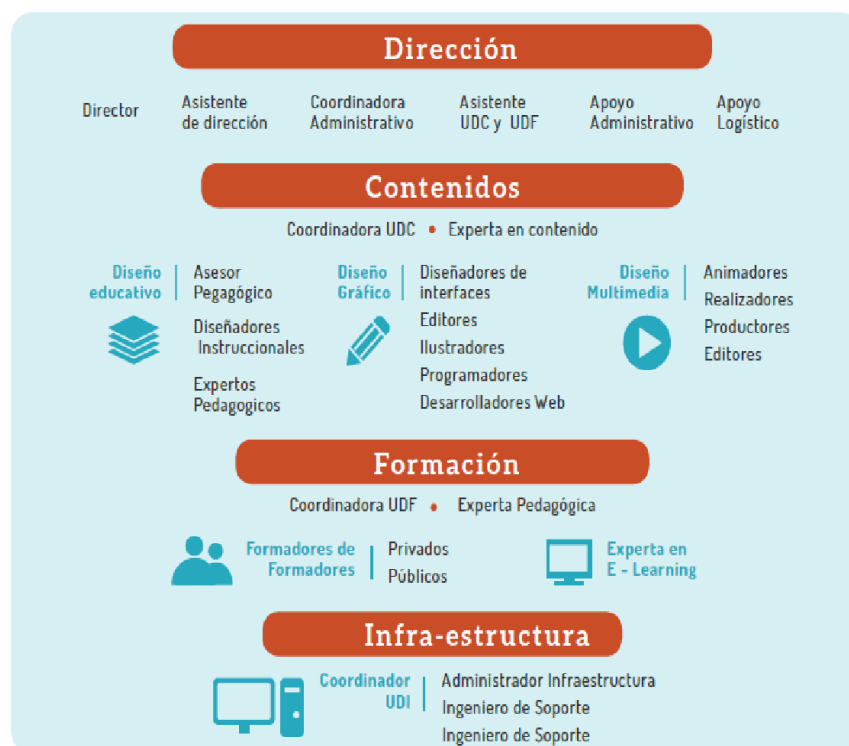


Imagen N°1. Organización del componente de producción de materiales educativos digitales.

Por otra parte, hay que señalar que a nivel nacional, todas las producciones que realizaron los CIER en este componente, fueron evaluadas por un equipo de control de calidad (QCT, por sus siglas en inglés), ubicado en la ciudad de Bogotá. En éste, existían profesionales en cada una de las áreas y en disciplinas específicas, para valorar y avalar los materiales que eran resultados de los dos equipos. De este proceso se obtenían, recomendaciones y/o comentarios que debían ser tenidos en cuenta por el personal encargado de cada equipo, para modificar (si era el caso) el material en cuestión. De esta forma, se enviaba de nuevo a QCT, hasta que éste fuera aprobado.

Es necesario dejar claro, que este estudio de caso se recoge desde la experiencia de un experto pedagógico que a su vez cumplió las funciones de un diseñador instruccional. A causa de ello, se abordará el proceso de diseño desde el primer equipo. Pretendiendo también, que este documento pueda ser de ayuda en un futuro para orientar a los docentes que quieran diseñar y desarrollar sus propios materiales educativos.

5.1.1.1. Equipo de diseño pedagógico: perspectiva general del proceso de diseño.

Como se nombró, en este equipo hay tres profesionales: experto pedagógico, asesor pedagógico y diseñador instruccional. Veamos el rol de cada uno:

Asesor pedagógico: Es el profesional encargado de la coordinación del proceso de diseño de los objetos de aprendizaje en el equipo de diseño pedagógico. Así pues, él lleva a cabo las siguientes acciones:

- Asignar el diseño de OA a los expertos pedagógicos teniendo en cuenta su formación disciplinar y su experiencia práctica;
- Orientar a cada experto pedagógico durante el diseño del manuscrito y material del estudiante, teniendo en cuenta los principios de diseño que subyacen a las teorías de Perkins y Unger (1999); en otras palabras, asesorar a los expertos a lo largo de la toma de decisiones de diseño que están relacionadas con construir o seleccionar las mejores formas de representar un tópico en cuestión (ej., animaciones, videos, simulaciones, entre otros.), las cuales se secuencian y temporalizan con el fin de materializarse en una serie de actividades de aprendizaje;
- Orientar a los diseñadores instruccionales en la realización del storyboard-SB, cabe resaltar en relación a este punto, que el asesor debe de estar en constante comunicación con el diseñador instruccional, ya que es necesario que se plasme en el SB las verdaderas intenciones de diseño de cada actividad y de los recursos a utilizar;
- Estar al tanto del envío, realización de correcciones y entrega final de los OA al equipo de control de calidad hasta su aprobación y finalmente, revisar y aprobar el OA una vez es desarrollado por el segundo equipo.

Experto pedagógico: Este profesional tiene formación en el campo de la educación en ciencias y cumple funciones tales como: el diseño del manuscrito, material del estudiante y

de los metadatos⁷. Para cumplirlas, él desarrolla el siguiente procedimiento: primero, después de que le sea asignado un nuevo OA por el asesor pedagógico, comienza por estudiar y analizar la malla curricular para conocer las habilidades, conocimientos (H/C) y objetivo de aprendizaje que se deben desarrollar a través de él. Segundo, teniendo en cuenta esta información, realiza un esquema general de trabajo que es socializado con el asesor quien aporta en su mejoramiento. Tercero, una vez avalado este esquema por el asesor se inicia el diseño de los materiales (manuscrito y material de los estudiantes). Cuarto, al terminar estos materiales se presentan al asesor hasta que de conformidad con ellos les brinde su aval para ser enviados al QCT; este procedimiento se repite hasta tener la aprobación del QCT. Y quinto, el experto completa la información procedente a lo educativo del OA en el metadato.

Diseñador instruccional: profesional encargado de realizar el storyboard. Es decir, los encargados de transformar el lenguaje plano de los documentos de diseño (manuscrito y material del estudiante) a un lenguaje multimedia, diseñando un contenido didáctico y práctico para estudiantes y docentes (Centro de Innovación Educativo Regional CENTRO, 2015). El procedimiento que desarrolla el diseñador instruccional, inicia por la recepción de los documentos de diseño (manuscrito y material del estudiante) que son el insumo para el SB. Seguido, teniendo en cuenta los recursos digitales propuestos por el experto pedagógico, las representa gráficamente a través de una plantilla en la cual se muestran uno a uno los recursos y su distribución, en cada uno de los nodos, a tal punto, que hace visible el diseño.

5.1.2. Estructura genérica de los objetos de aprendizaje en el CIER-SUR.

Por otro lado se debe de agregar, que los OA que diseñaron los CIER tienen una estructura particular que se compone de cinco etapas, que son: 1. Introducción, 2. Objetivos, 3. Contenidos o desarrollo, 4. Resumen y 5. Tarea. El experto con la ayuda del asesor pedagógico deben de diseñar el OA con el ánimo también, de que se cumpla la función de cada una, que son:

En la etapa de introducción, se pretende que se diseñe una actividad que active al estudiante, donde él ponga en juego sus conocimientos previos y empiece a involucrarse en el tópico a

⁷Los metadatos contienen información de índole pedagógica, pero también información referida a los aspectos tecnológicos utilizados en el OA. Es por este motivo, que el rol del experto pedagógico en la realización de éste, solo se centra en los primeros.

aprender. En la etapa de objetivos, como su nombre lo indica se da a conocer el objetivo de aprendizaje y para ello se propone usar la siguiente metodología: se da un espacio para que los estudiantes de acuerdo a la actividad de introducción e información que se haya compartido hasta el momento, propongan los objetivos que creen que el proceso de enseñanza y aprendizaje pretende, de ahí, se busca proyectar el objetivo que tienen el OA en la malla curricular y que el docente en este espacio pueda entrar a dialogar y llegar a consensos con los estudiantes sobre los que van a trabajar. En la tercera etapa de contenido o desarrollo, se encuentran las actividades que se diseñan para desarrollar cada una de las habilidades y conocimientos que brinda la malla curricular. En la etapa de resumen, se diseña una actividad que permita que los estudiantes tengan presente las principales ideas de lo desarrollado en el OA y de esta manera permitir un repaso de los aspectos disciplinares. Y en la quinta y última etapa, aparece una tarea que puede tener diferentes propósitos, especialmente el de ampliar información y aplicar los conocimientos comprendidos a lo largo del OA; conviene subrayar para esta última etapa, que la valoración del proceso de aprendizaje de los estudiantes no estrictamente debe de realizarse con esta tarea, sino que por el contrario como se menciona más adelante, uno de los principios de diseño es que la evaluación debe de ser un proceso continuo.

5.1.3. Instrumentos curriculares para el diseño de un objeto de aprendizaje.

En el siguiente apartado se hará una breve descripción de los instrumentos curriculares con los cuales el equipo de diseño pedagógico cuenta para realizar el diseño de los OA en el CIER-SUR. Estos instrumentos son de dos tipos, que a saber son: la malla curricular y los documentos complementarios de los objetos de aprendizaje. Los últimos comprenden: el formato para elaboración del manuscrito, el formato para elaboración de storyboard, y el material del estudiante. A continuación, se desarrollará cada uno de estos instrumentos.

5.1.3.1. La malla curricular

Los objetos de aprendizaje diseñados en los CIER están fundamentados en las Mallas Curriculares establecidas por el Ministerio de Educación Nacional para cada área de conocimiento (lenguaje, matemáticas y ciencias naturales). A partir de éstas, se obtienen los contenidos, objetivos, habilidades y conocimientos a desarrollar; información que será el punto de partida para iniciar el proceso de diseño de cada OA. Pero ya que éste OA pertenece

al área de ciencias naturales, se hablará solo de la estructura de dicha área⁸. Veamos cómo se originó y cómo está compuesta la malla curricular para ciencias naturales:

- Es el producto de un análisis curricular en el área de ciencias naturales y educación ambiental de acuerdo con una estructura previamente definida. Análisis que se genera, a partir de los lineamientos curriculares, los estándares básicos de competencias, el documento de alineación de examen SABER 11° del ICFES y el currículo internacional de educación primaria de la International Baccalaureate Organization.
- Cada nivel educativo en la malla curricular, desde primero hasta once está dividida en cinco unidades de indagación y/o aprendizaje. En otras palabras, cada curso contiene cinco de estas unidades enmarcadas cada una con cinco preguntas interdisciplinarias, que se repiten desde el inicio de la educación básica hasta el final de la educación media: ¿Dónde estamos ubicados en el tiempo y en el espacio?, ¿De qué está hecho todo lo que nos rodea?, ¿Cómo se relacionan los componentes del mundo?, ¿Cómo cambian los componentes del mundo? y ¿Cómo transformamos el planeta?
- Las unidades de aprendizaje (UA) (*ver Imagen N° 2*) a su vez, están compuestas por objetos de aprendizaje (OA). Los objetos de aprendizaje responden a la pregunta sobre qué conocimientos deben de construir los estudiantes. De igual manera, cada objeto de aprendizaje se titula con una pregunta desequilibrante enmarcada en el mundo de la vida, tiene un enfoque similar al de las UA, pero es más restringido, por ejemplo para nuestro caso: la unidad de aprendizaje a la que corresponde este OA es *¿Cómo cambian los componentes del mundo?* y el OA *¿En qué se parecen el equilibrio físico y el equilibrio químico?*

Cada objeto de aprendizaje debe de desarrollar unas habilidades y conocimientos (H/C, o en su defecto S/K por sus siglas en inglés) para alcanzar el objetivo de aprendizaje, que responden a la pregunta de para qué se aprende, es decir, cuál es el fin que se persigue con los

⁸ Esto no quiere decir que no comparten nada en común entre las tres áreas. Por el contrario, la organización en sí es la misma, aunque las unidades de aprendizaje son diferentes por la especificidad de las disciplinas de cada una.

saberes alcanzados. Habría que mencionar también, que se pretende que el desarrollo de los H/C a través de las actividades diseñadas, ayudan a cumplir el objetivo de aprendizaje, que para este caso en particular es: analizar en términos energéticos y cinéticos las reacciones químicas reversibles.

4 Unit of learning		¿Cómo cambian los componentes del mundo?		
1	Learning object	¿La disolución de los iones en agua es un proceso físico o es un proceso químico?		Explicar las diferencias que se presentan luego de la disolución de solutos iónicos y no iónicos en el agua
		S/K	Explica las propiedades coligativas de las soluciones y sus aplicaciones en la vida cotidiana	
		S/K	Compara el comportamiento de las propiedades coligativas de las soluciones acuosas iónicas y no iónicas, y explica sus diferencias	
		S/K	Investiga acerca de los mecanismos adaptativos que han desarrollado algunos organismos para evitar o modificar la congelación del agua contenida en sus células	
		S/K	Explica la importancia que tiene el valor de la osmolaridad en fluidos intra y extracelulares	
2	Learning object	¿Por qué a veces sentimos corrientes cuando saludamos a alguien?		Explicar el significado de la humedad relativa y su relación con algunos fenómenos naturales
		S/K	Explica el fenómeno de presión de vapor de saturación de un líquido a partir del análisis de las velocidades en los procesos de evaporación y condensación	
		S/K	Analiza el efecto de la temperatura sobre la presión de vapor de saturación de un líquido	
		S/K	Define el concepto de humedad relativa	
		S/K	Investiga sobre las condiciones ambientales de confort y los problemas de salud ocasionados en ambientes muy secos y muy húmedos	
		S/K	Explica la generación de microclimas por la cobertura vegetal	
		S/K	Explica el efecto de la humedad relativa sobre la fuerza de interacción electrostática	
		S/K	Establece relaciones en términos de equilibrio dinámico para la solubilidad de un sólido en un líquido y la presión de saturación de un líquido	
3	Learning object	¿En qué se parecen el equilibrio físico y el equilibrio químico?		Analizar en términos energéticos y cinéticos las reacciones químicas reversibles
		S/K	Representa la energía de activación y el complejo activado en reacciones químicas endotérmicas y exotérmicas	
		S/K	Distingue las reacciones químicas unidireccionales de las reacciones químicas reversibles, en las que se establece un equilibrio químico	
		S/K	Utiliza gráficas del tipo tiempo vs concentración de reactivos y productos para explicar lo que ocurre durante una reacción química	
		S/K	Interpreta el equilibrio químico como un proceso dinámico en el que la velocidad de formación de productos es igual a la velocidad de formación de reactivos	
		S/K	Utiliza ecuaciones de constantes de equilibrio para calcular concentraciones de reactivos y productos en reacciones químicas	
		S/K	Verifica el efecto de la presión y la temperatura sobre las concentraciones de equilibrio de reactivos y productos	
		S/K	Investiga sobre procesos de la industria química que utilicen el principio de Le Châtelier para obtener compuestos químicos	
		S/K	Analiza el efecto de la concentración, la temperatura y la presencia de catalizadores sobre la velocidad de algunas reacciones químicas	
		S/K	Establece similitudes y diferencias entre reacciones químicas mediadas por catalizadores químicos y catalizadores biológicos	

Imagen N° 2. Organización de la unidad de aprendizaje (UA) y Objeto de aprendizaje (OA) en la malla curricular.

Es de resaltar que la estructura anterior, se cumple para casi todos los objetos de aprendizaje del área de ciencias naturales de grado décimo y once.

5.1.3.2. Documentos complementarios de los objetos de aprendizaje.

Aunque tradicionalmente, los objetos de aprendizaje son usados solo en el plano virtual, los OA diseñados y materializados en los CIER, no fueron producidos bajo esta premisa y no la cumplen por ciertas razones. Esto ya que, los OA son materiales educativos digitales que estarán a disposición de profesores en todos los niveles educativos y en diferentes contextos, tanto en zonas rurales y urbanas del país. Para nadie no es una realidad, que en el contexto nacional son pocas las instituciones educativas que pertenecen al sector público que pueden

contar con infraestructura tecnológica para que cada estudiante trabaje de manera individual y personalizada cada OA. De ahí que, los OA teniendo en cuenta dicho contexto, fueran diseñados y desarrollados para ser una ayuda en las clases de carácter presencial. En vista de ello, la propuesta de los OA en este proyecto del MEN, tiene dos materiales enlazados a él: el manuscrito y el material del estudiante.

Los encargados de realizar estos dos materiales son el experto y el asesor pedagógico. Con la información de la sección anterior (malla curricular y estructura general de los OA) ellos realizan el diseño del OA teniendo en cuenta los principios de diseño, a fin de crearlos.

Manuscrito

El manuscrito, va dirigido a las personas que quieran trabajar con el OA en sus prácticas educativas y como apoyo a sus clases presenciales. En él, se puede encontrar la intención de diseño de cada actividad; la sugerencia de estrategias de enseñanza y gestión de clase, que el profesor podrá asumir o modificar de acuerdo a las necesidades e intereses de su contexto.

Es en este material, donde se puede obtener información general del OA y aspectos tan concretos como el del diseño de cada una de sus etapas. Es así como se puede encontrar información del grado al que va dirigido el OA, la unidad de aprendizaje a la que pertenece y su nombre. Así mismo, se mencionan otros OA que posiblemente están relacionados con el que se está diseñando, catalogados como pre clase. Se informa también, su objetivo de aprendizaje y las habilidades y conocimientos a desarrollar que se encuentran en la malla curricular. Y otras características tales como las que se presentan en el manuscrito (*ver tabla N°1*).

Asignatura	Ciencias Naturales	Grado	Unidad del OA	Se nombra a la unidad en la que pertenece el OA.
Nombre del OA				
Recursos de aprendizaje relacionados	Asignatura: Grado: UOA:			

(Pre clase)	OA: En este apartado se coloca los OA que están relacionados con el OA que se está diseñando. Estrictamente, no debe de ser uno, pueden ser varios, pueden además provenir de otras unidades de aprendizaje y de diferentes grados. Cabe resaltar que una de las limitantes que se presentan para esta selección, es que el diseñador solo se puede orientar con la información de la malla curricular, ya que el OA no está desarrollado y esto no permite ver sus alcances, así que es bajo los supuestos de lo que se pretende que direcciona dicho OA que hace la selección.
Objetivos de aprendizaje	Se coloca en este espacio el objetivo de aprendizaje que aparece en la malla curricular para el OA.
Habilidades/ Conocimientos (H/C)	Se señalan las habilidades y conocimientos que están en la malla curricular para el OA que se está diseñando.
Flujo de aprendizaje	En este espacio se coloca los nombres de cada una de las etapas. Además, para las actividades y tarea se pone también las habilidades y conocimientos que desarrollan, como se puede ver en la imagen. Introducción: Objetivos. Actividad 1: (H/C 1 y 2) Actividad 2: (H/C 3 y 4) Resumen:

		Tarea:	
Guía de valoración		En este espacio se da una guía sobre lo que el diseño de las actividades pretende que el profesor valore del estudiante. De esta manera, se direcciona unos criterios de evaluación.	
<u>Etapas</u>	<u>Flujo de aprendizaje</u>	<u>Enseñanza / Actividades de aprendizaje</u>	<u>Recursos recomendados</u>
			Se sugiere al diseñador instruccional, los recursos digitales que puede utilizar para la realización del SB. Así mismo, guías para que entienda mejor lo que se quiere representar.

Tabla N° 1.Formato y Organización del Manuscrito.

Material del estudiante

El material del estudiante (*ver imagen N°3*) como su nombre lo indica, va dirigido a los aprendices y en él encontraremos las actividades diseñadas. Aquí aparece todo lo que está en el objeto de aprendizaje, si en este último, hay por ejemplo un video, en el material del estudiante, estará el guión. Es necesario recalcar que en el material del estudiante, se podrá encontrar en totalidad toda la propuesta educativa para dicho tópico. Su totalidad, ya que en algunas ocasiones por ejemplo, solo en el recurso digital, OA, aparecerán solo algunas preguntas de una actividad. Lo anterior, debido a razones de estética y de ingeniería (ya que el recurso tendría un tamaño más grande, generando que su distribución y descarga sea más dificultosa). Es así como en este material, los estudiantes podrán responder a preguntas y ampliar el conocimiento del tópico. Es necesario por ello, que cada estudiante tenga en físico el material, es decir, se deberá imprimir.

Con el material del estudiante se pretende que llegado caso, por ejemplo, donde en un salón de clase solo se tenga un computador y un solo video beam, el profesor pueda proyectar el

contenido desde el recurso digital de acuerdo a sus necesidades y criterios, claro está, y sus estudiantes de esta manera puedan desarrollar las actividades en su material.

Grado 10 Tema: **¿En qué se parecen el equilibrio físico y el equilibrio químico?**

Ciencias naturales
Unidad 4
¿Cómo cambian los componentes del mundo?

Nombre: _____ Curso: _____

Introducción

¿Has intentado sostener alguna vez un libro sobre tu cabeza intentando no dejarlo caer? ¿Has visto a las malabaristas logrando sostener montones de pelotas en diferentes partes de su cuerpo... al mismo tiempo? Podríamos coincidir en que conseguir esto no es tan sencillo como se podría imaginar.

Andar por el mundo, con el equilibrio en las manos conlleva tiempo de preparación y de práctica. Los malabaristas deben pasar horas al día intentando que las pelotas no caigan en sus cabezas, hombros y piernas, intentando mantenerlas todas al mismo tiempo sin chistar.

Asimismo conseguir caminar con un libro o una canasta sobre la cabeza tampoco es algo que se logre de la noche a la mañana (Imagen 1).

En conclusión, alcanzar el equilibrio en nuestras vidas no resulta ser del todo una cosa fácil y menos para las reacciones químicas. El equilibrio físico tiende a verse como algo estático, pero ¡no pasa lo mismo en el equilibrio químico! Es todo lo contrario, es dinámico.

¡Empieza a descubrirlo! Diviértete y aprendiendo mucho con tus amigos y profesor.

Actividad Introductoria: La temperatura como factor que condiciona la velocidad de las reacciones químicas.

1. ¡Empieza a poner en juego tus conocimientos! Para ello, reúnete con tu grupo de trabajo, lean y comprendan el libro interactivo que aparece en el objeto de aprendizaje y respondan las preguntas que aparecen a continuación.

La velocidad de las reacciones bioquímicas

Existen reacciones químicas que se llevan a cabo en el cuerpo humano, estas ocurren, bajo condiciones normales, a una temperatura constante de 37°C, por consiguiente, para que muchas de estas reacciones puedan suceder en los tiempos requeridos que le permitan al hombre mantener un estado de equilibrio u homeostasis, deben de participar en dichos procesos bioquímicos unas sustancias llamadas enzimas. Las enzimas ayudan a catalizar estos tipos de reacciones bioquímicas, es decir, estas sustancias generan las condiciones energéticas para que se aumente la velocidad en la reacción, por ejemplo, la descomposición del peróxido de hidrógeno. Este es un producto

1. Reúnete con tus compañeros y realicen la siguiente actividad.

a. Escribe aquí los nombres de los integrantes.

2. Teniendo en cuenta la historietita sobre el Peróxido de Hidrógeno y Mariana, contesta las siguientes preguntas.

a. ¿Qué sustancias constituyen el agua oxigenada?

b. ¿Qué explicación puedes darle al sonido que se provocó cuando Mariana desató el agua oxigenada?

c. ¿Por qué crees que se vence el agua oxigenada? Explica tu respuesta.

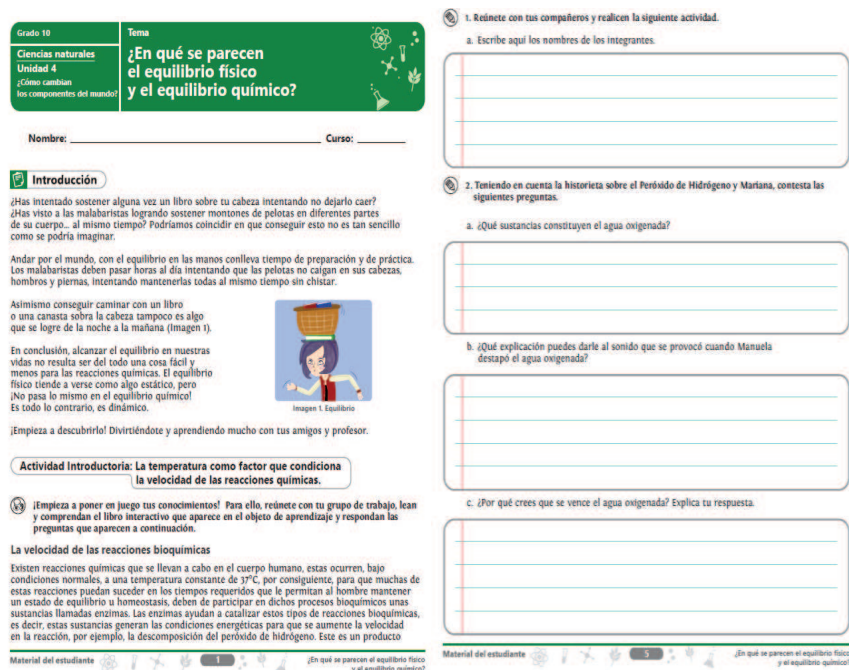


Imagen N°3. Ejemplo de material del estudiante.

Otro de los profesionales de este primer equipo es el diseñador instruccional. Después de diseñado los dos materiales (manuscrito y material del estudiante) por el experto y asesor pedagógico, éste empieza a crear un tercer material: el Story Board (ver imagen N°4). Es en él, donde se plasma el lenguaje plano de los documentos de diseño a un lenguaje multimedia, diseñando un contenido didáctico y práctico para estudiantes y docentes; teniendo en cuenta los recursos digitales propuestos por el experto pedagógico. Como resultado de este proceso, se obtiene la representación gráfica a través de una plantilla en Power Point, la cual muestra uno a uno los recursos y su distribución en cada uno de los nodos, a tal punto, que hace visible el diseño final del objeto de aprendizaje.

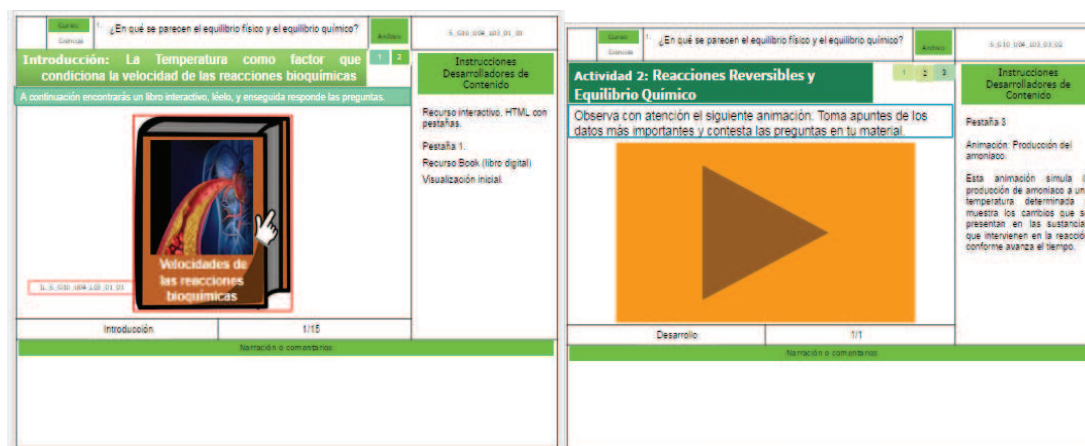


Imagen N°4. Ejemplo de Story Board.

5.1.4. Segundo momento de diseño

Luego, estos tres materiales pasan al equipo de desarrollo para su materialización. De esta manera, el material del estudiante y el manuscrito, quedan en formato de PDF con la diagramación correspondiente que el CIER creó; y para el storyboard, se empieza todo el trabajo arduo del equipo de desarrollo, realizando la interfaz del recurso, su ilustración, programación y edición. Si el experto pedagógico propuso videos, animaciones, simulaciones para el OA, los profesionales de multimedia son los encargados de su desarrollo.

Además al final de todo este proceso, el experto pedagógico completa la información pedagógica correspondiente del OA en los metadatos.

Por tanto, el contexto señalado interviene de manera significativa para el desarrollo de los principios de diseño. De manera tal, que condiciona y direcciona el cómo éstos se traducen las intenciones de diseño.

5.2. Segundo momento: Planteamiento de los Principios de Diseño

Recapitulando, la teoría de diseño instruccional de segunda generación en la que se apoya el diseño del OA en cuestión *¿En qué se parece el equilibrio físico y químico?* es la llamada “Enseñanza y Aprendizaje para la comprensión” de David Perkins y Chris Unger (1999). De modo que, es la que brinda los principios instruccionales de diseño tenidos en cuenta para el

desarrollo de este material educativo tecnológico⁹, los cuales son: *tópicos generativos, propósitos para la comprensión, desempeños para la comprensión y evaluación continua*; que serán desarrollados a continuación.

Pero antes, hay que tener claro que el desarrollo de los principios no tienen que ser estrictamente en el orden que Perkins y Unger (1999) los citan, como ellos mismos lo indican, hay una flexibilidad en el marco. En otras palabras, el diseñador tendrá la libertad de secuenciarlos en el orden que crea conveniente. Esto quiere decir, en determinado momento que se desee diseñar un material educativo, se podrá escoger los principios y su orden, teniendo en cuenta las investigaciones del campo educativo y por supuesto, la experiencia, intereses y necesidades particulares del contexto.

Así mismo, habría que señalar también que aunque en el presente trabajo por efectos de presentación se exponen y desarrollan uno a uno los principios de diseño, no quiere decir que en realidad se generen de forma independientemente. Por el contrario, cuando se está en el proceso de diseño los principios se desarrollan, se mejoran, se reestructuran y se complementan simultáneamente, eso sí, todos tienen que ser coherentes y congruentes con lo que se ha propuesto, y deben de mostrar una sincronía entre ellos.

5.3. Tercer momento: Desarrollo de los Principios de Diseño en el OA

Ahora bien, en esta instancia después de tener conocimiento acerca del contexto que incide en el diseño y desarrollo el Objeto de Aprendizaje en cuestión, además del planteamiento de los principios por los cuales se rige, se procede a desarrollar cada uno de éstos con el ánimo de que dicho proceso permita hacer un estudio del tópico de equilibrio químico dinámico tanto de carácter disciplinar, pedagógico, didáctico y tecnológico, obteniendo de esta manera elementos que describen, argumentan el proceso de diseño y finalmente, definen la materialización del OA *¿En qué se parecen el equilibrio físico y el equilibrio químico?*.

⁹ Los principios de diseño instruccional son los principales elementos para el diseño del OA en cuestión. Sin embargo, también se tienen en cuenta y no se dejan de lado los planteamientos generales de las teorías de diseño instruccional de segunda generación.

5.3.1. Selección del tópico generativo o contenido de la lección.

El proceso de diseño del OA, *¿En qué se parecen el equilibrio físico y el equilibrio químico?*, inicia con el análisis al currículum prescripto por el estado, el cual se materializa a través de la malla curricular en ciencias naturales (ver sección, 5.1.3.1). Por lo general, la estructura lógica de ésta se encuentra configurada de manera coherente por elementos de la enseñanza, tales como: contenido, grado, habilidades y conocimientos (H/C), además, del objetivo de aprendizaje a alcanzar por parte de los estudiantes.

Para este caso particular de OA (ver tabla N°2), la información que suministra la malla curricular es:

Nombre del OA	<i>¿En qué se parecen el equilibrio físico y el equilibrio químico?</i>
Grado	Décimo
Objetivo de aprendizaje	Analizar en términos energéticos y cinéticos las reacciones químicas reversibles.
Habilidades y conocimientos a desarrollar:	1. Representa la energía de activación y el complejo activado en reacciones químicas endotérmicas y exotérmicas. 2. Distingue las reacciones químicas unidireccionales de las reacciones químicas reversibles, en las que se establece un equilibrio químico. 3. Utiliza gráficas del tipo tiempo vs concentración de reactivos y productos para explicar lo que ocurre durante una reacción química. 4. Interpreta el equilibrio químico como un proceso dinámico en el que la velocidad de formación de productos es igual a la velocidad de formación de reactivos. 5. Utiliza ecuaciones de constantes de equilibrio para calcular concentraciones de reactivos y productos en reacciones químicas. 6. Verifica el efecto de la presión y la temperatura sobre las concentraciones de equilibrio de reactivos y productos. 7. Investiga sobre procesos de la industria química que utilicen el principio de Le Châtelier para obtener compuestos químicos.

	8. Analiza el efecto de la concentración, la temperatura y la presencia de catalizadores sobre la velocidad de algunas reacciones químicas. 9. Establece similitudes y diferencias entre reacciones químicas mediadas por catalizadores químicos y catalizadores biológicos.
--	--

Tabla N° 2. *Información suministrada en la malla curricular.*

Con respecto a esta información, se puede evidenciar en primer lugar, que en la malla curricular entregada al experto por parte del asesor, las lecciones están representadas por una pregunta contextualizadora, en este caso es *¿En qué se parecen el equilibrio físico y el equilibrio químico?*, cuya respuesta se debería de obtener a partir de la interacción de los estudiantes con las diferentes actividades secuenciadas que configuran el OA.

Sin embargo, cabe resaltar que durante la tarea de diseño el interrogante contextualizador no es el único recurso al que se le hace un análisis pedagógico, también, en esta tarea se toma como foco de reflexión al conjunto de habilidades/conocimientos y objetivos de aprendizaje prescriptos, los cuales encarnan la serie de ideas que estructuran el contenido del equilibrio químico.

Ahora bien, como resultado del análisis de los criterios de selección de un tópico generativo (Perkins & Unger 1999) y la información que suministra la malla curricular, habría que decir que implícitamente en ella se asume este interrogante en equivalencia al tópico generativo, y que en este caso, el asesor y experto pedagógico seleccionan y toman la decisión que sea el equilibrio químico dinámico.

Hay que recordar, que Perkins y Unger (1999) señalan la importancia de seleccionar un tópico que sea pertinente y con valor para la enseñanza y aprendizaje. Por tanto, manifiestan que debe de ser: central para la disciplina, conectable con contenidos dentro y fuera de ella (coherente intra e inter curricularmente), e interesante para el profesor y los estudiantes. Una vez claro esto, el asesor y experto pedagógico¹⁰ analizan cómo el tópico cumple los criterios ya sea de manera completa, parcial, o simplemente no los cumple; para reflexionar sobre ello,

¹⁰ Experto y asesor pedagógico es equivalente al rótulo de diseñador instruccional mencionado en el marco teórico.

consultan la literatura del campo en educación sobre las investigaciones de dicho tópico y por supuesto la experiencia e intereses de cada uno.

Pues bien, dicho tópico está vinculado a otros contenidos de la química y adicionalmente la comprensión de él, puede lograr que el estudiante cree bases para interpretar sistemas químicos, biológicos e industriales (Rocha *et al.*, 2000). En efecto, se puede evidenciar que el equilibrio químico está vinculado a muchos contenidos que a la vez los requiere para su comprensión, por ejemplo: reacción química, ecuación química, reversibilidad, concentración, cantidad de sustancia, entre otros. Así mismo, algunas investigaciones mencionan que el estudiante podrá con mayores probabilidades comprender procesos, tales como: la formación de la capa de ozono, la adaptación al mal de montaña, el transporte de oxígeno al cuerpo (Huerta, 2008), esto en la medida que él comprenda que un sistema en equilibrio químico a pesar que en el nivel de representación macroscópico no se visualiza cambio alguno, en éste sí está ocurriendo una reacción química ambos sentidos (Pozo, 1991). Adicionalmente, la comprensión de este tópico genera la oportunidad a los estudiantes de continuar extendiendo el desarrollo de los esquemas conceptuales de la proporcionalidad directa e inversa. Desde luego todo lo anterior, resulta ser muy importante para que los estudiantes alcancen un pensamiento de orden superior.

Por otro lado, en el criterio que postulan Perkins y Unger de lo interesante que debe de ser el tópico para el estudiante, es de resaltar que el profesor tiene un rol supremamente importante para contribuir a su cumplimiento, ya que el equilibrio químico para que pueda ser un tema atractivo y de fácil comprensión, él debe de propiciar un ambiente en que el estudiante sea partícipe activo de su proceso. Por tal razón, el experto y el asesor tienen en cuenta las principales recomendaciones que han hecho investigadores para que no se produzcan y se refuercen errores conceptuales, y de esta manera el ciclo de aprendizaje vaya al ritmo cognitivo deseado y tenga significado para la vida lo aprendido por el aprendiz.

Por otro lado, hay que resaltar que aunque la malla curricular que sustenta las intenciones de diseño está en coherencia con la literatura acerca de la elección del equilibrio químico como tópico generativo, ésta tiene una característica altamente prescriptiva. Es decir, que los expertos y asesores pedagógicos no pueden realizarle modificaciones a las ideas que configuran el tópico en cuestión. Además, en el diseño de la lección es obligatorio abordar todas las ideas y habilidades (H/C) formuladas en el currículum prescripto por el estado;

dicha situación limita en un alto grado las decisiones curriculares que ellos pueden tomar, las cuales se ven reflejadas en las intenciones de diseño y en el cumplimiento de los criterios que mencionan Perkins y Unger para la selección de un tópico generativo.

Parte de lo anterior, se ve reflejado en el criterio llamado “interesante para el profesor”, que no pudo tenerse en cuenta en el marco del Proyecto CIER-SUR, ya que el currículo prescripto da por dado qué se debe de enseñar. Pero hay que señalar, que algunas de las conclusiones en las que coinciden las investigaciones acerca de la enseñanza del equilibrio químico, destacan que la percepción que tiene la comunidad de investigadores de la enseñanza, docentes de química de bachillerato y universitarios sobre este tópico, es que lo consideran como uno de los más difíciles de ser enseñado y comprendido, debido entre otras razones, al hecho de que éste se opone a la causalidad simple y unidireccional con la que solemos darle interpretación a los fenómenos cotidianos (Gómez, 1996). Por tanto, no podríamos concluir si es o no interesante para el profesor, pero sí, que presenta un gran reto al diseño y la implementación de la enseñanza de este tópico generativo.

Hasta este punto, el asesor y el experto pedagógico estudian el por qué de la pertinencia y valor para la enseñanza y aprendizaje del tópico generativo, equilibrio químico. Sin embargo, ellos también desarrollan para este primer principio un análisis pedagógico de las habilidades y conocimientos de dicho tópico prescripto por la malla curricular, que más adelante darán paso a las actividades de aprendizaje.

Veamos, el análisis pedagógico llevado a cabo a la serie de habilidades/conocimientos (H/C) del tópico de equilibrio químico, permite desempacar las ideas que lo estructuran con el propósito de agruparlas y secuenciarlas de forma jerárquica. Es decir, uno o varios H/C pueden representar una idea importante para el tópico generativo en cuestión, la cual posteriormente direcciona la construcción de la actividad de aprendizaje respectiva (ver sección 6).

De ahí que, la anterior toma de decisiones curriculares se hace teniendo en cuenta el contenido científico desde el punto de vista conceptual y recomendaciones que hacen algunas investigaciones en el campo educativo acerca de cómo abordar disciplinar y pedagógicamente las ideas que configuran el equilibrio químico.

Por tanto para desarrollar este punto, en primer lugar el experto pedagógico a partir de libros de texto de química de nivel universitario y de educación media, hace una macroestructura y estudia la lógica de la disciplina para la enseñanza del equilibrio químico, en rasgos generales ésta se configura así:

1. Cinética química.

- 1.1 Modelo de colisiones y teoría de energía de activación.
- 1.2 Velocidad de la reacción química.
- 1.3 Cómo se mide la velocidad de una reacción.
- 1.4 Factores que influyen en las velocidades de reacción.

2. Equilibrio químico.

- 2.1 Reacciones reversibles llegan a un equilibrio.
- 2.2 Ley del equilibrio, constante de equilibrio.
- 2.3 Principio de Le Châtelier.
- 2.4 Cambios de concentración de reactivos y productos.

Como resultado, el estudio del contenido de esta macroestructura ayuda a concluir varios aspectos a tener en cuenta a la hora de tomar decisiones para la agrupación y secuenciación de habilidades y conocimientos propuestos por el currículum prescripto. Respecto a este punto, una de los más importantes que se pueden señalar, es que para la comprensión del equilibrio químico por parte del estudiante es necesario que primero internalice la cinética química y las ideas que la subyacen, que específicamente son:

- Las condiciones que deben de existir para que una reacción química ocurra.
- No todas las reacciones ocurren a la misma velocidad.
- La velocidad con la que ocurre una reacción se puede calcular.
- La velocidad de una reacción dependen fundamentalmente de temperatura, presencia de catalizadores, naturaleza de los reaccionantes, estado de subdivisión y concentración.

Por otro lado, de manera simultánea el experto consulta las investigaciones en el campo de la educación en ciencias que han estudiado el contenido científico desde el punto conceptual pero teniendo en cuenta aspectos pedagógicos. Por ejemplo, el estudio de Rocha *et al.* (2000) que como se observa en la Imagen N°5, señalan que los conceptos que conforman el estudio

del equilibrio químico y sus relaciones, pueden ser enseñados desde dos enfoques, termodinámico y cinético. Sin embargo, Rocha *et al.* (2000) menciona que a pesar que el equilibrio químico es un tópico que se fundamenta en relación con conceptos y principios provenientes de la termodinámica, enseñarlo desde este campo resulta demasiado abstracto para que el estudiante lo comprenda. Además, que existe una alta probabilidad que no todos los estudiantes de educación media posean un conocimiento previo de la termodinámica.

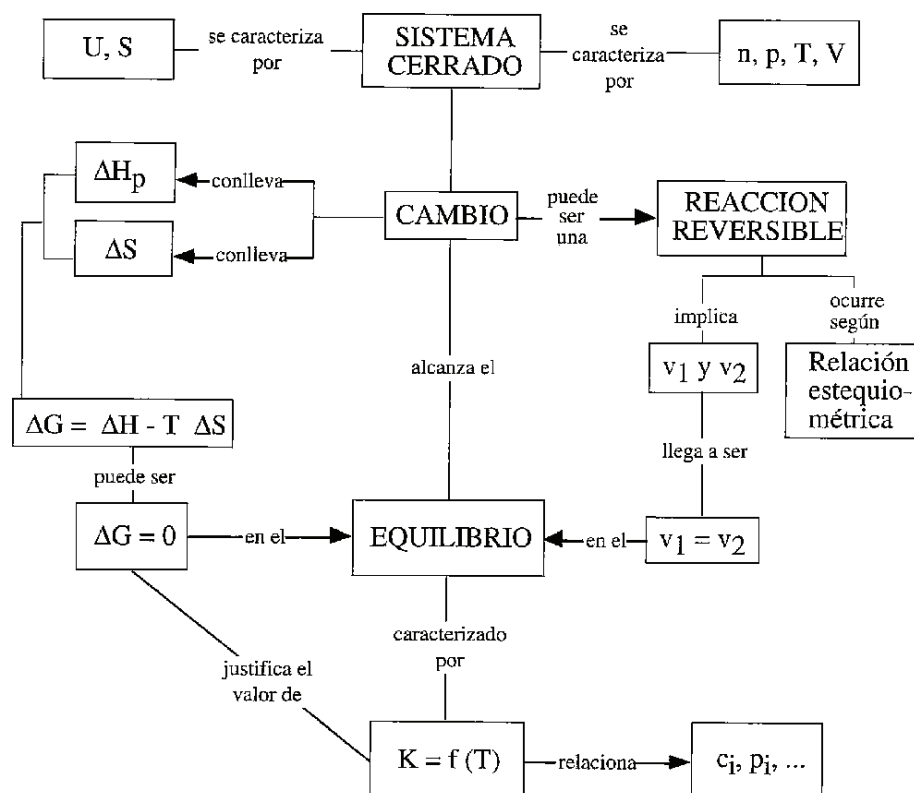


Imagen N° 5. Estructura conceptual sobre el equilibrio químico. Tomado de Rocha *et al.* (2000).

Ante esta situación, el asesor y experto pedagógico proponen el enfoque cinético como punto de partida para poder darle interpretación a las ideas que subyacen el equilibrio químico. Considerando que, la descripción de un sistema cerrado que ha alcanzado el equilibrio puede conseguirse a partir de la interpretación molecular. En otras palabras, con el modelo cinético molecular se puede lograr una descripción del sistema en equilibrio y para ello, es necesario que las ideas fundamentales de éste, hayan sido y sigan siendo interpretadas por los

estudiantes. Se debe agregar además, que este enfoque estaría más adecuado al nivel educativo señalado.

De igual modo, el experto tiene en cuenta las principales dificultades/limitaciones de aprendizaje del equilibrio químico, éstas son (Rocha *et al.*, 2000; Bermúdez *et al.*, 2011; Campanario, 2002; Pozo, 1991; Kind, 2004):

- Se tiende a relacionar equilibrio químico con algo “estático” y “equilibrado”, como algo que finaliza; la asociación del término equilibrio a una igualdad e inmovilidad.
- Pueden creer que la reacción directa se completa antes de que la reversa comience.
- Los estudiantes conciben las reacciones directa e inversa como sucesos separados e independientes, como si se tratase de dos recipientes diferentes. Algunos investigadores sugieren que la doble flecha utilizada en las reacciones en equilibrio contribuye a que los estudiantes perciban “dos lados”.
- Los estudiantes perciben que las velocidades de una reacción en un sistema en equilibrio puede cambiar, mientras otras disminuyen o permanecen constantes, es decir, no han adquirido que el concepto de velocidad se aplica a un sistema como un todo. Por tanto, Parecen aceptar en muchas ocasiones solo de manera superficial la igualdad de las velocidades en equilibrio.
- Una idea previa del cambio de condiciones del estado en equilibrio, es la de tratar a todas las sustancias involucradas en la reacción, como independientes, en lugar de identificar las interacciones entre ellas.

Con lo anterior, se puede concluir que las ideas principales que debe de permitir desarrollar la enseñanza del tópico del equilibrio químico dinámico para lograr su comprensión, son:

- El equilibrio químico es un estado en el que se llevan a cabo dos procesos opuestos en forma simultánea.
- En un sistema en equilibrio, la reacción directa e inversa se llevan a cabo a la misma velocidad. Es decir, siempre se están formando productos y reactivos, manteniendo constante su concentración.
- Puede presentarse una perturbación externa sobre el sistema en equilibrio, pero éste se ajustará cancelando parcialmente dicha perturbación, alcanzando una nueva posición de equilibrio.

En síntesis, como resultado de este estudio por parte del experto pedagógico, con ayuda del asesor deciden secuenciar y jerarquizar los H/C para desarrollar las futuras actividades de aprendizaje que darán paso a la comprensión de las principales ideas del tópico en cuestión, éstas quedan configuradas de la siguiente manera¹¹:

Actividad N°1

1. Representa la energía de activación y el complejo activado en reacciones químicas endotérmicas y exotérmicas.
3. Utiliza gráficas del tipo tiempo vs concentración de reactivos y productos para explicar lo que ocurre durante una reacción química.

Actividad N°2

8. Analiza el efecto de la concentración, la temperatura y la presencia de catalizadores sobre la velocidad de algunas reacciones químicas.
9. Establece similitudes y diferencias entre reacciones químicas mediadas por catalizadores químicos y catalizadores biológicos.

Actividad N°3

2. Distingue las reacciones químicas unidireccionales de las reacciones químicas reversibles, en las que se establece un equilibrio químico.
4. Interpreta el equilibrio químico como un proceso dinámico en el que la velocidad de formación de productos es igual a la velocidad de formación de reactivos.

Actividad N°4

5. Utiliza ecuaciones de constantes de equilibrio para calcular concentraciones de reactivos y productos en reacciones químicas.

¹¹Es necesario aclarar que el orden en que se presentan las habilidades y conocimientos, es el que finalmente configuró el OA finalmente, después de ser evaluado y realizado las respectivas sugerencias de modificaciones enviadas por el QCT (equipo de evaluación de los OA). Es decir, la propuesta inicial por parte del experto y el asesor pedagógico, fue otra inicialmente.

7. Verifica el efecto de la presión y la temperatura sobre las concentraciones de equilibrio de reactivos y productos.

Actividad N°5

6. Investiga sobre procesos de la industria química que utilicen el principio de Le Châtelier para obtener compuestos químicos.

En conclusión, uno de los más importantes resultados del desarrollo y documentación del primer principio de diseño hace referencia a la selección del tópico generativo junto con la secuenciación y temporalización de las habilidades y conocimientos (H/C) empaquetadas en cada una de las actividades que constituyen el OA (*ver tabla N°3*).

<i>Articulación de las habilidades y conocimientos (H/C) a las ideas que configuran el tópico generativo del equilibrio químico.</i>		
Grandes ideas de la ciencia	Habilidades y conocimientos	Actividades de aprendizaje
Las condiciones que deben de existir para que una reacción química ocurra.	1. Representa la energía de activación y el complejo activado en reacciones químicas endotérmicas y exotérmicas. 3. Utiliza gráficas del tipo tiempo vs concentración de reactivos y productos para explicar lo que ocurre durante una reacción química.	<i>Actividad N°1</i>
No todas las reacciones ocurren a la misma velocidad.		
La velocidad con la que ocurre una reacción se puede calcular.		
La velocidad de una reacción dependen fundamentalmente de temperatura, presencia de	8. Analiza el efecto de la concentración, la temperatura y la presencia de catalizadores sobre la velocidad de	<i>Actividad N°3</i>

catalizadores, naturaleza de los reaccionantes, estado de subdivisión y concentración.	algunas reacciones químicas. 9. Establece similitudes y diferencias entre reacciones químicas mediadas por catalizadores químicos y catalizadores biológicos.	
El equilibrio químico es un estado en el que se llevan a cabo dos procesos opuestos en forma simultánea.	2. Distingue las reacciones químicas unidireccionales de las reacciones químicas reversibles, en las que se establece un equilibrio químico. 4. Interpreta el equilibrio químico como un proceso dinámico en el que la velocidad de formación de productos es igual a la velocidad de formación de reactivos.	<i>Actividad N°2</i>
En un sistema en equilibrio, la reacción directa e inversa se llevan a cabo a la misma velocidad. Es decir, siempre se están formando productos y reactivos, manteniendo constante su concentración.	5. Utiliza ecuaciones de constantes de equilibrio para calcular concentraciones de reactivos y productos en reacciones químicas.	<i>Actividad N° 4</i>
Puede presentarse una perturbación externa sobre el sistema en equilibrio, pero éste se ajustará cancelando parcialmente dicha perturbación, alcanzando una nueva posición	7. Verifica el efecto de la presión y la temperatura sobre las concentraciones de equilibrio de reactivos y productos.	

de equilibrio.		
	6. Investiga sobre procesos de la industria química que utilicen el principio de Le Châtelier para obtener compuestos químicos.	<i>Actividad N° 5</i>

Tabla N° 3. *Articulación de las habilidades y conocimientos (H/C) a las ideas que configuran el tópico generativo del equilibrio químico.*

5.3.2. Propósitos para la comprensión u objetivo de aprendizaje

En este principio de diseño, el experto y asesor pedagógico se ocupan de los objetivos de aprendizaje que deberá desarrollar el OA, cuestión que es clara a la luz del currículo prescripto. El cual es, *analizar en términos energéticos y cinéticos las reacciones químicas reversibles*. Sin embargo, cabe señalar que ellos no solo tienen en cuenta éste, sino que con la información encontrada en la literatura del campo de la educación, la lógica de la disciplina, la sabiduría que otorga la experiencia, y el sistema de valores y creencias, analizan cuáles deberían de ser definitivamente los objetivos de aprendizaje a alcanzar por partes de los estudiantes, con el fin que comprendan el tópico generativo. Es decir, la malla curricular da por sentado el objetivo de aprendizaje que debe de alcanzar el OA, pero estos dos profesionales también analizan si es necesario que el material tenga en cuenta otros objetivos.

Así mismo, en el desarrollo de este principio buscan el cómo podrían lograr los objetivos de aprendizaje una vez éstos hayan sido definidos. En efecto, este panorama prepara el escenario para el siguiente principio, el diseño de actividades de aprendizaje, para ello, definen cuáles deberían de ser los aspectos disciplinares, pedagógicos, tecnológicos y didácticos que informan el proceso de diseño, con el propósito de que el material instruccional asista a los estudiantes en el logro del objetivo previamente formulado.

Ahora bien, para lograr el propósito de este principio, el experto pedagógico de nuevo indaga la literatura en educación en química para encontrar las diferentes dificultades/limitaciones y

concepciones alternativas que frecuentemente exhiben los estudiantes durante el aprendizaje del equilibrio químico (*ver sección 3.3*). A lo que concluye:

La enseñanza tradicional apoyada en textos escolares que solo buscan la resolución de problemas con base en estrategias algorítmicas, donde no implique en primera medida la comprensión de los conceptos involucrados originan dificultades de aprendizaje (Kind, 2004). Dicho de otra manera, las exposiciones teóricas magistrales o actividades de resolución de problemas cuantitativos no suelen ser estrategias eficaces para superar las dificultades que atañen la comprensión del tópico (Campanario, 2002). Habría que decir además, que omitir la enseñanza del tópico desde aspectos submicroscópicos dificulta también su comprensión.

Adicionalmente, la literatura en educación en química le permite al experto pedagógico ver que esta clase de problemas de enseñanza/aprendizaje puede comenzar a ser superada a partir del diseño e implementación de materiales instruccionales donde se tenga en cuenta los siguientes aspectos:

- Plantear situaciones contextuales que se encuentren en lo posible estrechamente vinculadas al mundo cotidiana con el fin de representar y formular la idea científica bajo consideración, además, que dichas situaciones le brinden la posibilidad de articular sus conocimientos previos con las nuevas ideas. Así mismo, el diseño de propuestas de enseñanza donde ellos puedan regular y tomar conciencia de su proceso de aprendizaje (Bermúdez *et al.*, 2011).
- La descripción del sistema que ha alcanzado el equilibrio puede conseguirse a partir de la interpretación molecular, la cual resulta ser adecuada desde el modelo cinético molecular (Rocha *et al.*, 2000).
- Una administración y gestión de aula focalizada en estructuras de pequeños grupos discusión e interacción dialógica con toda la clase, donde la divergencia es vista como un instrumento para que las nuevas ideas emerjan de las transacciones de significado.

Teniendo en cuenta la información anterior y su respectivo análisis, el asesor y el experto pedagógico deciden que no solo el OA debe buscar el desarrollo del objetivo de aprendizaje propuesto por la malla curricular, o de hecho para alcanzar éste, el material debe desarrollar *la comprensión cualitativa del equilibrio químico dinámico*, ya que permitirá contribuir a

superar las dificultades señaladas. Para ello, deciden que el diseño de las actividades de aprendizaje debe de estar informado por recomendaciones como las mencionadas.

Por otro lado, Perkins y Unger (1999) consideran que los propósitos u objetivos para la comprensión tienen un carácter público considerando que los estudiantes deben de ser conscientes hacia dónde se dirigen en el proceso educativo. Con respecto a este punto, es necesario recalcar que en la estructura genérica de los OA dentro del proyecto, la etapa de objetivos, busca dar a conocer a los estudiantes los que éste persigue. No obstante, hay que señalar que solo se presenta el de la malla curricular, *analizar en términos energéticos y cinéticos las reacciones químicas reversibles*, el otro (*la comprensión cualitativa del equilibrio químico dinámico*), a pesar de que es objetivo de aprendizaje que informa el diseño del OA y/o un objetivo que contribuye a cumplir el del currículum prescripto, no se presenta.

De manera que, con el alcance de estos objetivos por parte de los estudiantes, podrán ser mayores las probabilidades de contribuir a la comprensión de la disciplina. En vista que, el estudiante tendrá la posibilidad de aplicarlo en las esferas de su vida, contribuyendo de esta manera a la comprensión conceptual de aspectos como: conservación de la materia, interpretación en términos de interacción entre sistemas que llegan a la conservación y el equilibrio (Pozo & Gómez, 2009); reacciones químicas.

Finalmente, el OA del equilibrio químico presenta una coherencia intercurricular como consecuencia a que los dos objetivos que encarna este artefacto, están vinculados con los objetivos que direccionan las otras lecciones relacionadas con este tópico dentro y a lo largo de los grados de escolaridad. Sin embargo, conviene aclarar que esta acción de diseño es completamente direccionada por el currículum prescripto por el estado (malla curricular), de hecho, se supervisa por el equipo de calidad del Ministerio de Educación (MEN) con el ánimo de validar las intenciones de diseño.

5.3.3. Desempeños de Comprensión

El análisis de los anteriores principios, brindan elementos que serán vértebras a la hora de propiciar el aprendizaje a través de las actividades que le suministran la oportunidad a los estudiantes de desarrollar desempeños por comprensión. En este sentido, la interacción de estos principios permite vislumbrar las diferentes estrategias de enseñanza, para ello, se toma

en consideración la naturaleza de las ideas que configuran el tópico generativo junto los propósitos de aprendizaje con el fin de representarlas. Desde luego, que esta decisión de diseño direcciona la construcción de un conjunto de actividades articuladas a una gestión de clase de perspectiva sociocultural, cuyo fin se focaliza en asistir a los estudiantes para alcanzar una comprensión del tópico en consideración.

Ahora bien, para desarrollar cada una de las actividades de aprendizaje y con ellas los objetivos por comprensión, es necesario no solo tener en cuenta los contenidos de carácter conceptual sino también los de carácter procedimental. Así pues, estos últimos también juegan un papel crítico para el aprendizaje de la química, como consecuencia que éstos le brindan la posibilidad a los estudiantes para desempeñarse de manera efectiva en diversas situaciones con el contenido que ha internalizado de manera progresiva, además de extender la visión de cómo el conocimiento científico se construye, valida y comunica. Ahora bien, éstos por su carácter general suelen ser tomados de manera implícita durante el diseño y la enseñanza de los tópicos de esta disciplina.

No obstante, para el diseño de las actividades que estructuran el OA en consideración, el asesor y el experto pedagógico tienen en cuenta muchos de los conocimientos procedimentales que autores como Pozo y Gómez (2009) han formulado como elementos críticos para el diseño y la enseñanza (*ver tabla N°4*). Desde luego, éstos en conjunción con los conocimientos conceptuales actúan como mediadores que les permiten a los estudiantes desarrollar de manera progresiva el conjunto de desempeños por comprensión que se encuentran secuenciados y temporalizados a lo largo del ciclo de aprendizaje¹² y cuyo fin central descansa en lograr las metas por comprensión y las habilidades/conocimientos.

¹² En este estudio se conceptualiza el ciclo de aprendizaje como las fases donde está circunscriptas las diferentes actividades que configura el OA (Introducción, objetivo, desarrollo, resumen y tarea).

Adquisición de información	- Tomar apuntes y notas de las explicaciones del profesor - Subrayar y seleccionar la información de los textos escritos - Registrar y recoger la información de las experiencias realizadas - Buscar información en bibliotecas, diccionarios, bases de datos, etc. - Utilizar estrategias de repaso y/o mnemotecnias que faciliten el recuerdo literal de datos y hechos
Interpretación de la información	- Decodificación de gráficas y tablas - Elaboración de gráficas y tablas a partir de información presentada en otro formato
Comprensión de la información	- Estrategias eficaces para la comprensión de textos científicos, siendo capaces de extraer la idea principal del texto, de comprender su estructura, etc. - Diferenciación entre diversos niveles de análisis de los fenómenos químicos (macroscópico, microscópico, etc.) - Análisis y comparación de diferentes modelos (por ej., diferentes modelos atómicos)
Comunicación de la información	- Procedimientos de exposición oral y escrita - Uso de diferentes técnicas de expresión escrita - Desarrollo de capacidades de argumentación y justificación de las propias opiniones

Tabla N°4. *Contenidos procedimentales para el aprendizaje de la química. Tomado de Pozo y Gómez (2009). p.p 202.*

Es decir, teniendo en cuenta los anteriores presupuestos se busca desarrollar de manera progresiva los desempeños por comprensión que se encuentran alineados con el tópico generativo del equilibrio químico. Es de resaltar, que los desempeños por comprensión están secuenciados a lo largo de las diferentes fases del ciclo de aprendizaje buscando que cada una de las actividades permitan que evolucionen, desde el entendimiento de las ideas relacionadas a él, hasta su posible aplicación en situaciones de la vida cotidiana y la comunicación con argumentación de sus ideas de forma oral y escrita ante un público.

En definitiva, los anteriores presupuestos direccionan el diseño del conjunto de actividades aprendizaje, las cuales estarán secuenciadas en la sucesión que prescriben Perkins y Unger (1999)¹³, que bajo el marco del CIER, serían: introducción, objetivos, desarrollo, resumen y tarea. En efecto, se busca con el diseño de las actividades de aprendizaje que están circunscriptas a estas fases que los estudiantes comiencen y continúen extendiendo su comprensión a través de la implementación de las ideas científicas que ya han sido

¹³ Perkins y Unger (1999) consideran que las actividades de aprendizaje deben de ser secuenciadas y temporalizadas en las siguientes fases: exploración/introducción, investigación guiada y aplicación. El propósito de esta intención de diseño descansa en la creencia de que los desempeños por comprensión se van internalizando y desarrollando de manera progresiva a lo largo de estas tres fases.

internalizadas, las cuales también andamian el aprendizaje de otros contenidos curriculares dentro y a lo largo de los grados de escolaridad.

Por otra parte, es de resaltar que una de las oportunidades que ofrecen los materiales instruccionales como los OA, es la de contar con la ayuda de distintos recursos digitales que suministran la posibilidad de representar los contenidos disciplinares de manera diferente. En el caso particular de la química y del tópico de equilibrio químico dinámico, cuyos modelos teóricos pertenecen al nivel submicroscópico deben ser representados por ejemplo, con animaciones las cuales le permiten al estudiante articular de manera consciente el mundo fenomenológico con el molecular y así poder lograr una comprensión de la idea en consideración. De igual manera, las situaciones cotidianas que son importantes para que los estudiantes anclen sus conocimientos y continúen con el proceso de aprendizaje, pueden ser recreadas por medio de historietas, libros interactivos, líneas de tiempo, entre otros.

Por tanto, la serie de actividades de aprendizaje que están configuradas por medio de recursos digitales que son parte fundamental del diseño de las actividades a partir de las ideas del tópico de equilibrio químico y los objetivos por comprensión, las cuales están dentro de cada una de las fases del ciclo de aprendizaje del OA, brindan la oportunidad para que los estudiantes alcancen un aprendizaje de los conocimientos conceptuales y procedimentales.

No obstante, el OA de aprendizaje pueda que en algunos momentos no lo refleje, porque pese a que en algunas actividades es necesaria mayor participación de esta clase de recursos, dentro del proyecto CIER es limitado el uso de éstos, existiendo una cantidad máxima para cada OA. Condición tal, que el experto y el asesor pedagógico deben de tener en cuenta para poder suplir las necesidades utilizando otra clase de recursos.

En conclusión, las actividades de aprendizaje cuyo proceso de diseño ha estado informado por las teorías del aprendizaje, las teorías del diseño instruccional de Perkins, el conocimiento tecnológico, el conocimiento tecnológico-pedagógico junto con la literatura en educación en química, brindan la oportunidad a los estudiantes de internalizar las ideas que estructuran el tópico del equilibrio químico. Naturalmente, que esta meta de aprendizaje se alcanza gracias al conjunto de desempeños por comprensión que está secuenciados a lo largo de las diferentes fases del ciclo instruccional del OA.

5.3.4. *Evaluación continua.*

El último principio de Perkins y Unger (1999) señala que la evaluación debe de ser una valoración continua durante todo el proceso educativo, cuestión tal, que el asesor y el experto pedagógico tienen muy en cuenta en el diseño del OA *¿En qué se parece el equilibrio físico y el equilibrio químico?* Considerando que, se diseñan actividades donde el profesor y el mismo estudiante pueden ser conscientes del proceso de cada estudiante, por ejemplo: en la organización de grupos de discusión, donde el profesor puede pasar de manera reiterativa por cada uno de ellos identificando incidentes críticos; la exposición oral y escrita de sus interpretaciones sobre el fenómeno.

En consecuencia, a pesar que exista una etapa llamada tarea, no se concibe que el desarrollo de la misma sea el único aspecto de evaluación. Sino que por el contrario, desde el primer momento el profesor debe de tener una valoración del proceso de aprendizaje de cada uno de sus estudiantes y de esta manera, poder a tiempo hacer las modificaciones, sugerencias respectivas y lograr los objetivos de aprendizaje que se tengan.

6. Resultados

Orientados por el problema de investigación, el marco conceptual, metodológico y contextual de este estudio, se llevó a cabo el desarrollo de los cuatro principios de diseño de Perkins y Unger (1999), los cuales actuaron como una metodología de investigación (Confrey, 2005), cuya función descansa en producir una serie conocimientos sobre la enseñanza y el aprendizaje del tópico del equilibrio químico. Principios, que tuvieron como propósito central informar e iluminar el diseño y desarrollo del objeto de aprendizaje bajo consideración.

Conviene subrayar, que el Objeto de Aprendizaje del equilibrio químico se encuentra configurado por los siguientes elementos: Manuscrito; Material del estudiante; Objeto de Aprendizaje (interfaz) y Manual Conceptual y Metodológico de los Objetos de Aprendizaje, los cuales se encuentran entrelazados de manera sistémica con el fin de asistir al profesor en la enseñanza y al estudiante durante el aprendizaje del tópico generativo en consideración. En este sentido, se representan de manera sucinta los anteriores productos:

6.1. El manuscrito

Es el formato a través del cual se representa y documenta de manera resumida¹⁴ el conocimiento construido acerca de la enseñanza y aprendizaje del tópico del equilibrio, el cual se ha generado a partir del desarrollo de los cuatro principios de diseño de Perkins y Unger (1999) (ver manuscrito). Este conocimiento juega un papel crítico durante la implementación y evaluación del OA *¿En qué se parece el equilibrio físico y el equilibrio químico?* Es decir, en este documento se encuentran las actividades de aprendizaje y las intenciones de diseño que informan a la vez su construcción y secuenciación. Adicionalmente, se presentan las razones que permitieron la selección de las formas de representar las diferentes ideas que configuran el tópico del equilibrio químico, junto con la manera como se podría gestionar el aula durante la implementación del OA que el profesor podrá asumir o modificar de acuerdo a las necesidades e intereses de su contexto.

¹⁴ Los espacios del formato del manuscrito no permiten representar en su totalidad el conjunto de conocimientos sobre la enseñanza/aprendizaje del equilibrio químico que se ha producido por el desarrollo de los cuatro principios de diseño, por ello, se toma la decisión de presentar éstas de forma resumida.

6.2. Objeto de Aprendizaje (Interfaz)

El Objeto de Aprendizaje es considerado el material instruccional que se encuentra estructurado por un conjunto de actividades de aprendizaje debidamente secuenciadas y temporalizadas, las cuales fueron representadas y mediadas por medio de recursos digitales. Cabe señalar, que el proceso de diseño y desarrollo de este material fue informado e iluminado por la serie de conocimientos sobre la enseñanza y el aprendizaje del tópico del equilibrio químico desarrollados previamente a través de los principios propuestos por Perkins y Unger y documentadas en el formato del manuscrito. De esta manera, se comienza a superar la brecha entre la teoría formulada por la investigación educativa y la práctica del diseño, situación que le confiere al Objeto de Aprendizaje coherencia curricular. Este material se puede encontrar en la siguiente dirección electrónica: http://contenidosparaaprender.mineduacion.gov.co/G_10/S/menu_S_G10_U04_L03/

6.3. Material del estudiante.

Cabe recordar, que los OA en el marco del proyecto CIER, no fueron diseñados para la enseñanza por medios virtuales sino presenciales. Por tanto, este material que como su nombre lo indica está dirigido a los estudiantes, es de apoyo para el desarrollo eficiente y efectivo del OA, debido a que:

- El estudiante podrá encontrar en totalidad la secuencia de actividades de aprendizaje para el tópico del equilibrio químico, ya que en algunas ocasiones el OA, aparecerán por ejemplo, solo algunas preguntas o ejercicios de una actividad.
- Es un material que contiene información disciplinar del tópico.
- Llegado el caso, donde las condiciones no sean favorables para proyectar el OA, por ejemplo, que en el salón de clase solo se tenga un computador y un solo video beam, los estudiantes pueden seguir el hilo conductor de éste, puesto que en este material se encuentran los guiones de videos y animaciones, las actividades...

Por otro lado, después de diseñados los tres anteriores materiales, se considera necesario crear un cuarto material:

6.4. Manual Conceptual y Metodológico de los Objetos de Aprendizaje.

Dado que, se valora que la información que recogen los tres productos anteriores, no es suficiente para que los profesores en formación y en ejercicio, educadores de profesores, diseñadores de políticas educativas y diseñadores instruccionales (posibles usuarios del OA), comprendan las intenciones de diseño del OA pero además, el marco teórico que los subyace, se hace necesario este cuarto producto. Es decir, este documento brinda un marco teórico y propone un marco metodológico para direccionar la heurística que se debe de seguir con el fin de diseñar y desarrollar el OA (ver anexo N°1). Adicionalmente, este manual brinda elementos generales acerca de la naturaleza de los OA otorgando así luces a los profesores para implementar y evaluar de manera crítica estos materiales instruccionales.

7. Conclusiones, aportes y recomendaciones finales

Los Objetos de Aprendizaje pueden llegar a ser de gran ayuda e impacto en el acto educativo, en la medida que sean diseñados bajo teorías del diseño instruccional que iluminen su construcción de forma curricularmente coherente, es decir, con un alcance y una secuencia. De manera tal, que el diseño de estos materiales instruccionales no puede hacerse aleatoriamente por expertos que no tienen conocimiento tanto de la disciplina del tópico generativo a desarrollar como del campo de la educación en ciencias, ya que si ésto ocurre, los OA pueden en lugar de ayudar a comprender los tópicos enseñados, propiciar el surgimiento de dificultades para aprender y el fortalecimiento de concepciones alternativas en los estudiantes.

Así mismo, se abriría más la brecha que menciona Klopfer (1983), entre la teoría educativa producto de la investigación y la práctica educativa. No obstante, tal cuestión puede contribuir a ser superada por la nueva metodología de investigación basada en los estudios de diseño, donde se obtienen como resultado artefactos curriculares y/o materiales instruccionales, que en este caso particular, es el Objeto de Aprendizaje. Además, estos estudios de diseño también sirven para construir nuevos conocimientos sobre el aprendizaje y la enseñanza de un tópico específico, los cuales podrán ser utilizados por otros agentes educativos como: diseñadores curriculares, profesores e investigadores.

En esta dirección, el diseño del Objeto de Aprendizaje del tópico generativo del equilibrio químico dinámico, ha generado un marco teórico que recoge las decisiones curriculares e instruccionales llevadas por el diseñador, las cuales están encarnadas en el documento del manuscrito que delinea la construcción del material del estudiante y Objeto de aprendizaje (como interfaz). Así pues, la interacción de estos instrumentos epistémicos configuran el modelo del OA del tópico generativo en consideración.

Cabe subrayar al respecto, que los primeros OA que fueron diseñados y desarrollados en el campo de la educación no estuvieron informados e iluminados por los marcos de las teorías del aprendizaje y del diseño instruccional. Esta situación, generó en ellos una falta de coherencia curricular, factor que es considerado clave para asistir a los estudiantes en la comprensión conceptual de un tópico específico. Por tanto, con el propósito de comenzar a superar la anterior restricción, se toma la decisión de direccionar el diseño del OA desde los

marcos teóricos de la teoría del diseño instruccional de Perkins y Unger (1999), Enseñanza y Aprendizaje para la Comprensión. Dicha determinación se toma, como consecuencia a que esta perspectiva de diseño está sustentada en la asunción, que el desarrollo de la comprensión le permite al sujeto llevar a cabo pensamientos y acciones inteligentes apoyándose en los contenidos disciplinares necesarios para actuar cuando se enfrenta a una situación problemática particular.

En este sentido, la teoría del diseño instruccional de Perkins y Unger (1999) está configurada por cuatro principios de diseño, a saber: tópicos generativos; propósitos para la comprensión; desempeños para la comprensión y; evaluación continua. El primer principio, brindó la oportunidad de realizar un análisis al currículo prescripto, considerando que el tópico generativo a desarrollar es el equilibrio químico dinámico, resultado que se da a partir de la respectiva estructura lógica de los elementos de la enseñanza (contenido, grado, objetivo de aprendizaje, habilidades y conocimientos); así mismo, en este principio se investigó el valor y la pertinencia del tópico para la enseñanza y aprendizaje, arrojando que es importante ya que está vinculado a otros contenidos de la química y que adicionalmente, su comprensión es base para interpretar otros. Por último, en este primer principio se hace otro análisis, esta vez de carácter pedagógico a la serie de habilidades y conocimientos, permitiendo desempacar las ideas que estructuran el tópico, para agruparlas y secuenciarlas, y así direccionar la construcción de las futuras actividades. El segundo principio, permitió analizar y definir cuáles son los objetivos de aprendizaje que busca lograr el OA *¿En qué se parece el equilibrio químico y el equilibrio físico?* Y además, de cómo podrían éstos lograrse, resultados que se obtuvieron debido a la consulta de las principales dificultades y recomendaciones que hacen las investigaciones al respecto de la enseñanza y aprendizaje del equilibrio químico dinámico, y que contribuyeron de manera sustancial en la construcción de los materiales que involucran el OA. En el tercer principio, se consideraron los elementos de la enseñanza que deben de tenerse en cuenta en el desarrollo de las actividades en ciclo de aprendizaje, tales como: desempeños por comprensión, contenidos conceptuales, contenidos procedimentales y posibles recursos digitales. Y para finalizar, el cuarto principio, desarrolla los aspectos de la evaluación continua y cómo esta puede ser desarrollada a través del OA.

Ahora bien, el conjunto de conocimientos de dominio específico que se generan del desarrollo de cada uno de estos principios de diseño desde Perkins y Unger (1999), fue

representado y documentado a través del formato denominado, manuscrito, prescripto por el MEN. Desde luego, que esta clase de conocimiento representado en el manuscrito informó la construcción de manera coherente el Objeto de Aprendizaje del equilibrio químico dinámico a través de su interfaz y del material del estudiante. Es decir, fue un documento esencial para la construcción de los elementos que componen el Objeto de Aprendizaje dentro del Proyecto del CIER SUR.

Además, cabe destacar con respecto al manuscrito es la importancia que también tiene en la orientación para la implementación del OA y su reuso. En vista de que, una de las grandes dificultades que presenta la reutilización de los OA es la falta de información pedagógica, de las intenciones curriculares e instruccionales que tuvo en cuenta el diseñador para elaborar dicho material, aspecto problemático que de alguna manera con este documento puede ser superado. Teniendo en cuenta que, el manuscrito posee información sobre las intenciones de diseño de cada actividad, estrategias de enseñanza sugeridas, la representación de contenidos a través de recursos digitales, gestión de clase. Por tanto, el diseñador que reutilizará el OA puede tomar decisiones informadas para ensamblar un nuevo OA donde su respectivo diseño cuente con un alcance y una secuencia, con una coherencia curricular. De modo que, el manuscrito suple en cierta medida la carencia de información en el metadato de carácter curricular e instruccional.

De igual modo, no cabe duda que para el proceso de diseño del OA, no solo se requiere un fundamento teórico del campo de la educación sino también un trabajo de carácter interdisciplinar, cuestión tal que se resalta del componente de producción de materiales del proyecto CIER SUR. Pues bien, los dos equipos que se conformaron (equipo de diseño pedagógico y equipo de desarrollo) fueron fundamentales para que estos materiales se elaborarán con la mayor calidad posible, hubo una constante comunicación entre los miembros de los dos grupos que facilitó que en la mayoría de los casos lo desarrollado sí reflejara las intenciones pedagógicas con las que se habían propuesto.

Habría que decir también, que el proyecto CIER SUR contó con distintos formatos de recursos digitales que se ofertaban para que el asesor y el experto pedagógico enriquecieran su diseño y mediaran las actividades de aprendizaje, característica propia de los OA. Cabe señalar, que para el proceso de selección de recursos se tenían en cuenta criterios, tales como: la naturaleza del contenido, los objetivos de aprendizaje, las fortalezas y debilidades del

recurso. Sin embargo, es necesario recalcar que en el marco del proyecto CIER SUR la cantidad a utilizar por cada uno de estos materiales era limitado, en consecuencia, específicamente en este OA *¿En qué se parece el equilibrio físico y el equilibrio químico?* afectó para la propuesta de algunas actividades donde el experto y el asesor pedagógico sugerían el uso de éstos, afectando la calidad de la actividad, ya que por ejemplo animaciones, permitían lograr la representación a nivel submicroscópico que es una vía clave que varias investigaciones de aprendizaje y enseñanza del equilibrio químico recomiendan utilizar.

Por otro lado, en relación con Manual Conceptual y Metodológico de los Objetos de Aprendizaje, conviene subrayar que a pesar que no fue un documento que se concibió desde que se inició el presente trabajo de investigación y además no está dentro del marco del CIER, es de suma relevancia para que agentes educativos puedan contar con un marco teórico y metodológico del diseño de Objetos de Aprendizaje. Debido a que, a pesar que el MEN hace ya más de una década está desarrollando proyectos para mediar el acto educativo con los OA, no se cuenta con información suficiente para informar a los futuros usuarios sobre qué es un objeto de aprendizaje, desde qué marcos teóricos provienen, cómo pueden ser diseñados, usados y reutilizados; cuestión tal, que también ayudaría para ser crítico frente a lo que se diseña y se cataloga como un Objeto de Aprendizaje.

Y es más, en este trabajo al hacer la investigación sobre qué es un Objeto de Aprendizaje y el análisis de la definición del Ministerio de Educación Nacional con las que trabajaron los CIER, se pudo concluir después del desarrollo estos materiales, que no cumplen la principal característica que hace al mismo tiempo distintivo los OA a cualquier otro material instruccional de carácter tecnológico, la reutilización. Considerando que, estos materiales no se pueden descomponer en sus partes para poder ensamblarlos y elaborar nuevos, según sea la necesidad del profesor y/o diseñador. Es decir, uno de los mayores beneficios que ofrecen los OA, en el marco del proyecto CIER no se estaría aprovechando, ya que no pueden ser reusados muchas veces, cuestión tal que ahorraría tiempo y dinero.

Por tanto, se recomienda para futuros proyectos que los OA no se pueden desarrollar con lenguajes de programación tan robustos. Debido a que, pocos son los profesores que tienen conocimientos para poder entenderlos y descomponerlos en sus partes y de esta manera seleccionar lo que crean necesario y útil de acuerdo a las necesidades contextuales,

disciplinares y pedagógicas con el fin de desarrollar los objetivos de aprendizaje por comprensión.

Para terminar, otro aspecto que hay que señalar es la poca flexibilidad de cambio al currículum prescripto que suministró el MEN para la realización del componente producción de materiales digitales, representados en la malla curricular. Pues bien, a pesar que la literatura sobre Objetos de Aprendizaje recomienda que éstos deben de tener una granularidad baja, los conocimientos y habilidades que debía de alcanzar este OA al ser extensos y numerosos lo convertían de granularidad alta, situación tal, que afectó el desarrollo en profundidad de algunos de ellos.

8. Referencias Bibliográficas

- Astudillo, G., (2011). *Análisis del estado del arte de los objetos de aprendizaje. Revisión de su definición y posibilidades* (tesis de especialización). Universidad Nacional de la Plata, Buenos Aires, Argentina. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/4212/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Bermúdez, G., y De Longhi, A. (2011). Niveles de comprensión del equilibrio químico en estudiantes universitarios a partir de diferentes estrategias didácticas. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 10 (2) 264-288. Recuperado de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen10/ART3_VOL10_N2.pdf
- Callejas, M., Hernández, E., y Pinzón, J. (2011). Objetos de aprendizaje, un estado del arte. *Entramado*, 7 (1), 176-189. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=265420116011>
- Chiappe, A., Segovia, Y., y Rincón, H., (2007). Toward an instructional design model based on learning objects. *Education Tech Research Dev*, 55 (6)671-681. doi: 10.1007/s11423-007-9059-0
- CIER CENTRO (2015). Centro de Innovación Educativa Regional- Centro.
- CIER SUR (2014). Centro de Innovación Educativa Regional- Sur. Santiago de Cali, Colombia. Centro de Innovación Educativa Regional Sur 2016. Recuperado de <http://ciersur.univalle.edu.co/>
- Confrey, J., (2005). The Evolution of Design Studies as Methodology. The Cambridge Handbook of the Learning Sciences. Cambridge University.
- Gibbons, a., Nelson, J., & Richards, R., (2000). The nature and origin of instructional objects. En *The Instructional Technology*. Association for Instructional Technology. Recuperado de: <http://reusability.org/read/chapters/gibbons.doc>
- Gómez, M., (1996). Ideas y dificultades en el aprendizaje de la química. *Revista Alambique* (7) 37-44.

Hodgins, W., (2000). *Into the future*. Citado por Wiley, D., (2000). Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, metaphor, and a taxonomy. En D.A. Wiley, ed., *the instructional use of learning objects*. Recuperado de: <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>

IEEE. (2002). Learning object metadata (LOM). Citado por Treviño, M., (2011). *Objetos de aprendizaje. Guía metodológica para el diseño y evaluación de objetos de aprendizaje basados en los principios de individualización y personalización*. Zamora, España: Comunicación social ediciones y publicaciones.

Kind, V., (2004). *Más allá de las apariencias: Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de la química*. México, D.F. Editorial Santillana.

Klopfer, L., (1983). Research and the crisis in science education. *Science Education*, 67 (3) 283-284.

Leal, D., (2009). Objetos de aprendizaje: cuatro años después. En Pontifica Universidad Javeriana (Ed.), *Objetos de aprendizaje. Prácticas y perspectivas educativas*. (pp.11-34). Santiago de Cali. Univirtual. Recuperado de http://portales.puj.edu.co/javevirtual/portal/Documentos/Publicaciones/Publicacion_2009.pdf

Ministerio de Educación Nacional (2009). *¿Qué es un objeto de aprendizaje?* Medellín, Colombia., Programa integración de tecnologías a la docencia. Universidad de Antioquia. Recuperado de: <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/men/oac1.html>

Ministerio de Educación Nacional. (2012). Recursos Educativos Digitales Abiertos. Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia. Graficando Servicios Integrados. Recuperado de: http://www.colombiaaprende.edu.co/html/home/1592/articles-313597_reda.pdf

Perkins, D., y Unger, C., (1999). Enseñanza y aprendizaje por comprensión. En C. Reigeluth (Ed.). *Theories and models. A new paradigm of instructional theory Volume II*. (pp. 91 – 115). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Polsani, P., (2003). Use and Abuse of Reusable Learning Objects. Citado por Astudillo, G., (2011). *Análisis del estado del arte de los objetos de aprendizaje. Revisión de su definición y posibilidades* (tesis de especialización). Universidad Nacional de la Plata, Buenos Aires,

Argentina. Recuperado de
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/4212/Documento_completo.pdf?sequence=1

Reigeluth, C. M. & Nelson, L. M. (1997). A new paradigm of ISD. Citado por Wiley, D., (2000). Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, metaphor, and a taxonomy. En D.A. Wiley, ed., the instructional use of learning objects. Recuperado de: <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>

Reigeluth, C., (1999). What is Instructional design theory and how is it changing. En C. Reigeluth (Ed.). *Theories and models. A new paradigm of instructional theory Volume II*. (pp. 5-29). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Rocha, A., García, E., Fernández, R., y Domínguez, J., (2000). Dificultades en el aprendizaje de equilibrio químico. *Revista de Estudios e Experiencias Educativas*, 16, 163-178.

Roux, A., (2009). Prólogo. En Pontifica Universidad Javeriana (Ed.), *Objetos de aprendizaje. Prácticas y perspectivas educativas*. (pp.7-8). Santiago de Cali: Univirtual. Recuperado de http://portales.puj.edu.co/javevirtual/portal/Documentos/Publicaciones/Publicacion_2009.pdf

Tibana, G., (2009). Gestión de contenidos educativos en educación superior. En Pontificia Universidad Javeriana (Ed.), *Objetos de aprendizaje. Prácticas y perspectivas educativas*. (pp.11-34). Santiago de Cali: Univirtual. Recuperado de http://portales.puj.edu.co/javevirtual/portal/Documentos/Publicaciones/Publicacion_2009.pdf

Treviño, M., (2011). *Objetos de aprendizaje. Guía metodológica para el diseño y evaluación de objetos de aprendizaje basados en los principios de individualización y personalización*. Zamora, España: Comunicación social ediciones y publicaciones.

Urdan, T., y Weggen, C., (2000). *Corporate e-learning: Exploring a new frontier*. Citado por Wiley, D., (2000). Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, metaphor, and a taxonomy. En D.A. Wiley, ed., the instructional use of learning objects. Recuperado de: <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>

Wiley, D., (2000a). Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, metaphor, and a taxonomy. En D.A. Wiley, ed., the instructional use of learning objects. Recuperado de: <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>

Wiley, D., (2000b). *Learning objects design and sequencing theory* (tesis doctoral). Brigham Young University. Estados Unidos. Recuperada de <https://opencontent.org/docs/dissertation.pdf>



TEORÍAS DEL DISEÑO INSTRUCCIONAL Y LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE:



EL CASO DEL EQUILIBRIO QUÍMICO DINÁMICO





TEORÍAS DEL DISEÑO
INSTRUCCIONAL
Y LOS OBJETOS
DE APRENDIZAJE:



EL CASO DEL EQUILIBRIO QUÍMICO DINÁMICO¹

Angela Garay Talero
Boris Fernando Candela
Robinson Viafara Ortiz

¹. El presente documento es uno de los productos de investigación obtenido del trabajo de grado titulado bajo el mismo nombre, que se encuentra dentro del marco del proyecto de investigación "Formación Docente en TIC e Investigación en el Aula" con código 5259. Además, fue materializado gracias a la financiación de la Universidad del Valle, debido a su aprobación en la Convocatoria Interna Programa semillero de Investigación - 2015.





TABLA DE CONTENIDO

Presentación Pág. 6

1. Contexto de diseño de los objetos de aprendizaje. Pág. 12

1. 1. Organización del componente de producción de materiales educativos digitales. Pág. 14

1. 1. 1. Equipo de diseño pedagógico: perspectiva general del proceso de diseño. Pág. 16

1. 1. 1. 1. Asesor pedagógico. Pág. 16

1. 1. 1. 2. Experto pedagógico. Pág. 17

1. 1. 1. 3. Diseñador instruccional. Pág. 18

1. 1. 2. Instrumentos curriculares para el diseño de un objeto de aprendizaje. Pág. 19

1. 1. 2. 1. La malla curricular. Pág. 20

1. 1. 2. 2. Estructura genérica de los objetos de aprendizaje en el CIER-SUR. Pág. 24

1. 1. 2. 3. Documentos complementarios de los objetos de aprendizaje. Pág. 26

1. 1. 2. 3. 1. Manuscrito. Pág. 27

1. 1. 2. 3. 2. Material del estudiante. Pág. 29

2. Marco teórico. Pág. 33

2. 1. Teorías de Diseño Instruccional. Pág. 35

2. 1. 1. Principales características de las teorías de diseño instruccional de segunda generación. Pág. 38

2. 1. 2. Teoría de diseño instruccional: la enseñanza y aprendizaje para la comprensión desde la perspectiva Perkins y Unger. Pág. 46

2. 1. 2. 1. Principios para el diseño desde la teoría instruccional de Perkins y Unger. Pág. 47

2. 1. 2. 1. 1. Los tópicos generativos. Pág. 48

2. 1. 2. 1. 2. Propósitos para la comprensión. Pág. 49

2. 1. 2. 1. 3. Desempeños de Comprensión. Pág. 50

2. 1. 2. 1. 4. Evaluación formativa. Pág. 52

2. 2. Objetos de aprendizaje. Pág. 53

2. 2. 1. Conceptualización del constructo de objeto de aprendizaje desde el contexto nacional para el diseño del OA. Pág. 56

3. proceso de diseño del objeto de aprendizaje. Pág. 64

3. 1. Desarrollo de los Principios de Diseño en el OA. Pág. 66

3. 1. 1. Selección del tópico generativo o contenido de la lección. Pág. 67

3. 1. 2. Propósitos para la comprensión u objetivo de aprendizaje. Pág. 79

3. 1. 3. Desempeños de Comprensión. Pág. 82

3. 1. 4. Evaluación continua. Pág. 85

3. 2. Resultados del desarrollo de los principios de diseño del OA. Pág. 86

3. 2. 1. El manuscrito. Pág. 86

3. 2. 2. Objeto de Aprendizaje (Interfaz). Pág. 87

3. 2. 3. Material del estudiante. Pág. 87

4. Conclusiones, aportes y recomendaciones finales. Pág. 88

5. Referencias Bibliográficas. Pág. 94

PRESENTACIÓN

Actualmente, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) están influyendo de manera importante en el proceso de enseñanza y aprendizaje en todas las áreas de conocimiento y niveles académicos. En vista que, han logrado convertirse en uno de los recursos fundamentales para producir nuevos ambientes de aprendizaje, han dado paso a nuevos métodos, estrategias de enseñanza y enfoques de comunicación entre profesores y estudiantes.

Además, las TIC han abierto el panorama y las posibilidades en lo relativo con el diseño, desarrollo y entrega de materiales educativos tecnológicos y/o materiales instruccionales (Wiley, 2000a) que enriquecen y fortalecen el proceso educativo. En efecto, han surgido una gran diversidad y cantidad de ellos que en la medida que sean bien diseñados y desarrollados, pueden propiciar aspectos como: el aprendizaje de conceptos abstractos, el aumento de la motivación hacia el aprendizaje de las ciencias, además de ayudar a confrontar ideas previas a través de recursos digitales, presentar información diversa, personalizar la enseñanza, generar autonomía y trabajo colaborativo, recrear contextos reales y cercanos para los estudiantes, entre otros.

En este sentido, hay que mencionar que uno de estos materiales que está siendo considerado para entidades nacionales e internacionales como uno de los materiales educativos tecnológicos y materiales instruccionales de elección son los llamados **Objetos de Aprendizaje (OA²)**. Considerando que, el movimiento de los OA ha traído muchas expectativas y esperanzas sobre la posibilidad de generar nuevas propuestas que ayuden a mejorar los materiales educativos que se utilizan en el aula de clases para mediar el proceso

2. Desde ahora en adelante, en el presente documento se usará la abreviatura "OA" para hacer alusión a los Objetos de Aprendizaje.

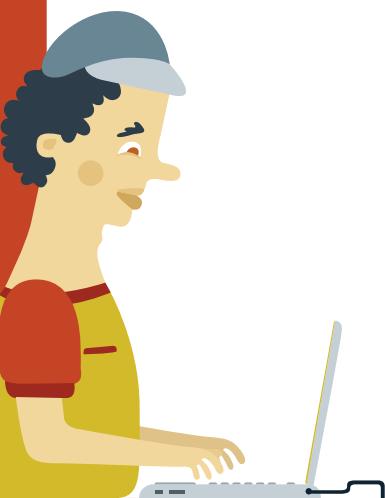
de formación, ya que como mencionan De Roux (2009), Callejas, Hernández y Pinzón (2010), mediante los OA se puede obtener una combinación eficaz del contexto educativo con el contexto tecnológico. Así mismo, por su potencial de reutilización, generatividad y adaptabilidad (Hodgins, 2000; Urdan y Weggen, 2000; Gibbons, Nelson, y Richards, 2000, citado por Wiley, 2000a). Lo anterior se puede ver reflejado, entre otras cosas, en cómo ha cambiado el uso de los OA, ya que aunque su génesis fue en las instituciones universitarias, con el fin de crear dispositivos de enseñanza virtual considerándolo una solución a la urgente necesidad de formar a la población que cada día está en crecimiento (Gibbons.), no obstante, en la actualidad no solo se utilizan en este tipo de enseñanza, sino que también semipresencial y presencial.

Sin embargo, hay que mencionar que los OA a pesar de que apremian un futuro esperanzador para mediar el proceso de enseñanza y aprendizaje, puede que no logren cumplir las expectativas que se tienen de ellos. Debido a que, en muchas ocasiones su diseño no se concibe bajo fundamentos pedagógicos y didácticos que tengan en cuenta los resultados de la investigación del campo. Lo anterior, se debe entre otros motivos al hecho de que un gran porcentaje de estos materiales educativos son diseñados por expertos de alguna área próxima a la informática, por lo cual predomina en el proceso lo tecnológico, antes que las dimensiones curriculares, pedagógicas y didácticas. Es especial con los OA, Treviño (2011) menciona que a pesar de que su movimiento brinda alternativas de planeación y materialización diferentes, estos materiales siguen reflejando la pedagogía tradicional, pero esta vez,

en un formato distinto de interacción. Como consecuencia de ello, estos materiales educativos tecnológicos pueden en lugar de ayudar a comprender los tópicos enseñados, propiciar el surgimiento de dificultades para aprender y el fortalecimiento de concepciones alternativas en los estudiantes. Además toda esta problemática, ayuda a que se acentúe la separación entre la teoría educativa producto de la investigación y la práctica educativa (Klopfer, 1983).

Por tanto, para iluminar e informar el diseño de los OA para que de esta manera cuenten con una coherencia curricular y tengan éxito en la facilitación del aprendizaje, las teorías de diseño instruccional juegan un papel muy importante en dar una secuencia y alcance a este tipo de materiales. Teniendo en cuenta que, brindan elementos conceptuales y metodológicos para ayudar a los agentes educativos a mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje, ya que sus esfuerzos investigativos están centrados en ofrecer los medios para

Para iluminar e informar el diseño de los OA para que de esta manera cuenten con una coherencia curricular y tengan éxito en la facilitación del aprendizaje, las teorías de diseño instruccional juegan un papel muy importante en dar una secuencia y alcance a este tipo de materiales.



alcanzar y desarrollar los objetivos de aprendizaje. En otras palabras, son teorías que guían cómo lograr que el proceso educativo y su desarrollo sea más efectivo identificando métodos de instrucción (formas de apoyar y facilitar el aprendizaje) y las situaciones en las que deben y no deben utilizarse esos métodos. Como resultado de lo anterior, éstas orientaciones representadas en unos principios de instrucción, guían el diseño de los OA; que a la vez no dejan de tener en cuenta el nuevo paradigma del diseño instruccional, el cual es que los estudiantes sean el ente principal en el proceso educativo.

Como consecuencia de lo citado, en el contexto internacional se desarrollan diversos proyectos con el propósito de disponer de los OA al servicio de la comunidad académica, con el objetivo de ayudar a la transformación de las dinámicas en las aulas (ej., [Banco Internacional de Objetos Educativos](#), [Comunidad Latinoamericana de Objetos de Aprendizaje](#), [Multimedia Educational Resources for Learning and Online Teaching](#)).

Hay que resaltar al respecto, que Colombia no ha sido ajena a esta tendencia debido a que desde hace ya más de una década el [Ministerio de Educación Nacional \(MEN\)](#), ha dirigido varios procesos de producción, incorporación, uso y apropiación de OA como estrategia al proceso educativo (MEN, 2005). Además de los esfuerzos del MEN, desde el 2005 han sido muchas las instituciones de educación superior que se han vinculado a estas iniciativas, orientadas a la implementación de estrategias de diseño, construcción y gestión de contenidos basados en los OA (De Roux, 2009). En consecuencia, se han desarrollado repositorios, concursos, talleres y proyectos con la finalidad que se tenga conocimiento de esta iniciativa y contribuir a la estrategia general de uso, apropiación y producción de contenidos (ej., [Banco de OA de la Universidad Nacional](#), [¿Qué es un objeto de aprendizaje?](#), [Capsulas Educativas Digitales](#), entre otras).

Es así como en medio de todo este proceso que adelanta el Ministerio de Educación Nacional a través el proyecto, ["Construyendo capacidades en el uso de las TIC para innovar en la educación"](#), se construyen los Centros de Innovación Regional-CIER, que buscan formar, investigar y producir contenidos digitales (Tibaná, 2009). En este sentido, los CIER están distribuidos en todo el país, y se originan a partir de la unión de las voluntades del Gobierno de Colombia y el Economic Development Cooperation Found (EDCF) de la República de Corea del Sur, conformándose como espacios físicos dotados de una infraestructura tecnológica robusta y de conectividad suficiente para realizar los procesos de formación de maestros, desarrollo e implementación de contenidos digitales (CIER SUR, 2014).

Si bien, para cumplir con sus propósitos los CIER tienen cuatro componentes a desarrollar:

1

La producción de materiales educativos electrónicos.

2

La formación de profesores con el fin de integrar la tecnología al aula en nivel de tamaño fino a través del diseño de contenidos.

3

El uso de TIC en el aula

4

la promoción de la innovación educativa con uso de TIC a través de programas de investigación.

Es preciso señalar que el presente trabajo se enmarca en el componente de producción de materiales educativos electrónicos donde se diseñaron y desarrollaron OA, dirigidos y enfocados a la educación básica y media, en las áreas de lenguaje, matemática y ciencias naturales. Sin embargo, a pesar de la gran diversidad de OA que se produjeron, este trabajo solo tiene el propósito exponer el cómo se diseñó uno de los objetos de aprendizaje en particular, denominado, [¿En qué se parecen el equilibrio físico y el equilibrio químico?](#)

Naturalmente, dicho diseño está informado por la teoría instruccional de la enseñanza y aprendizaje para la comprensión de Perkins y Unger (1999).

En este sentido, una de las intenciones de este documento, es la de dar cuenta sobre la heurística metodológica que direccionó el diseño del objeto de aprendizaje en cuestión dentro del marco del proyecto del CIER SUR. En efecto, en el cuerpo de conocimiento de dicho documento se encuentra un marco conceptual y metodológico que recoge de manera sucinta los principales elementos de la



teoría del diseño instruccional desde la perspectiva de Perkins y Unger, (1999), y los fundamentos que subyacen a los Objetos de Aprendizaje. Así mismo, estos presupuestos informan la toma de decisiones de diseño con el fin de construir un material educativo tecnológico que presente una coherencia intracurricular.

Finalmente, la teoría que se recoge a través de este documento de diseño instruccional podrá ser utilizada por agente educativos, tales como:

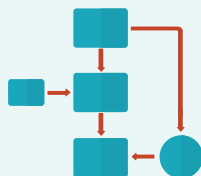


- Profesores en formación y en ejercicio.
- Educadores de profesores,
- Diseñadores de políticas educativas,
- Diseñadores instruccionales.

Quiénes estarían interesados en el diseño de ambientes de aprendizaje de contenidos específicos con el fin de asistir a los estudiantes en el aprendizaje por comprensión conceptual e integrada. Ahora bien, para tener una mejor comprensión de todos estos aspectos y dinámicas,

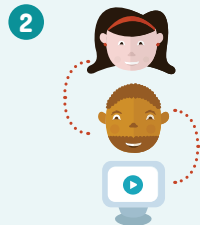
Este documento presenta la estructura lógica:

- 1 Marco conceptual de los objetos de aprendizaje.** Este apartado inicia con la conceptualización de las teorías de diseño instruccional, en específico, las de segunda generación que son bajo las cuales se desarrolla este trabajo. Esto, con el ánimo de conocer acerca de sus posturas, para qué sirven, sus características principales; los marcos que en últimas, deberían de iluminar e informar la construcción de estos materiales. Seguido, se aborda puntualmente una teoría en particular de la segunda generación de diseño instruccional, Enseñanza y Aprendizaje para la Comprensión de Perkins y Unger (1999), teoría que brinda los principios de diseño que se desarrollarán en la metodología. Para terminar, se expone el marco conceptual de los Objetos de Aprendizaje, con el fin de entender ¿Qué son objetos de aprendizaje? ¿Cuáles son sus características principales? ¿Cómo se relacionan con las teoría de diseño instruccional?



- 3 Metodología de diseño.** En este apartado se expondrán cada uno de los principios de diseño con su respectivo desarrollo. En otras palabras, el profesor podrá saber cómo se diseñó el objeto de aprendizaje a partir de la integración sinérgica entre las bases del conocimiento disciplinar, pedagógico y tecnológico. De esta manera sabrá las estrategias de enseñanza que se utilizaron en el diseño, la representación y formulación de los contenidos, la gestión de clase que se sugiere que el profesor realice durante la enseñanza del tópico específico. Cabe resaltar, que el anterior análisis estará representado en tres materiales, a saber: manuscrito, material del estudiante y objeto de aprendizaje.

Contexto de diseño del material. En segunda medida, se expone el marco del proyecto en el componente de producción de materiales educativos electrónicos. Esto es, conocer la organización de personal y del proceso para el diseño de los objetos de aprendizaje desde el equipo pedagógico. En otras palabras, tener en cuenta que el diseño de este OA está influenciado bajo los parámetros establecido dentro del proyecto CIER-SUR. Por tanto, resulta importante tener presente este marco teórico, ya que informa e ilumina la heurística metodológica para el diseño y desarrollo de los materiales curriculares en cuestión.



- 4 Conclusiones.**



- 5 Referencias bibliográficas.**

1. CONTEXTO DE DISEÑO DE LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE



Como ya se mencionó, este OA se realizó en el componente de producción de materiales educativos digitales dentro del CIER-SUR, cuyo objetivo fue el de diseñar y desarrollar objetos de aprendizaje en grados y áreas de conocimiento específicos. Se pretendía, que los OA estuviesen orientados a propósitos educativos puntuales y de esta manera utilizar las TIC en el diseño, desarrollo e implementación de experiencias pertinentes e innovadoras de enseñanza y aprendizaje. Para así, poder alimentar las prácticas educativas con materiales de carácter digital, con el ánimo de facilitar procesos de gestión, uso y reuso por parte de los docentes y estudiantes colombianos, usuarios finales de la producción (CIER-SUR, 2015).



Los CIER que están distribuidos por todo el país, trabajaron para el desarrollo del componente de producción de materiales educativos digitales.



A cada CIER le correspondió un conjunto de grados para el diseño y desarrollo de los objetos de aprendizaje.



10°- 11°

En el caso del CIER-SUR, fueron los grados décimo y undécimo.



Esta producción de materiales educativos digitales se hizo en tres áreas de conocimiento:



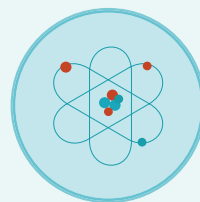
Lenguaje



Matemáticas



Ciencias naturales



Es desde el área de Ciencias Naturales donde se encuentra el caso de este objeto de aprendizaje desde la química, con la temática del equilibrio químico dinámico a través del OA



¿En qué se parecen el equilibrio físico y el equilibrio químico?

Es un tema muy importante y abstracto en la enseñanza de la química. Un buen ejemplo, para poder ver cómo pueden ser útiles las TIC en la mediación del proceso de enseñanza y aprendizaje.



1.1. ORGANIZACIÓN DEL COMPONENTE DE PRODUCCIÓN DE MATERIALES EDUCATIVOS DIGITALES.

Para la producción de estos objetos de aprendizaje para los grados de décimo y once en las áreas nombradas, se organizó un personal profesional en dos equipos de trabajo:



Equipo de diseño pedagógico
Encargado del diseño de cada OA; en él se encontraban: **asesores pedagógicos, expertos pedagógicos y diseñadores instruccionales.**



Equipo de desarrollo de OA
Conformados por el grupo de **diseño gráfico** y el grupo de **diseño de multimedia**; todos encargados de recrear y dar vida a los materiales diseñados por el primer equipo.



Imagen N°1. Organización del componente de producción de materiales educativos digitales.



Es necesario dejar claro, que este estudio de caso se recoge desde la experiencia de un experto pedagógico que a su vez cumplió las funciones de un diseñador instruccional. A causa de ello, se abordará el proceso de diseño desde el primer equipo. Pretendiendo también, que este documento pueda ser de ayuda en un futuro para orientar a los docentes que quieran diseñar y desarrollar sus propios materiales educativos.

1.1.1.1. EQUIPO DE DISEÑO PEDAGÓGICO: PERSPECTIVA GENERAL DEL PROCESO DE DISEÑO.

En este equipo hay tres profesionales: **experto pedagógico**, **asesor pedagógico** y **diseñador instruccional**. Veamos el rol de cada uno:



1.1.1.1 ASESOR PEDAGÓGICO

Es el profesional encargado de la coordinación del proceso de diseño de los objetos de aprendizaje en el equipo de diseño pedagógico.

ACCIONES



Asignar el diseño de OA a los expertos pedagógicos teniendo en cuenta su formación disciplinar y su experiencia práctica.



Orientar a los diseñadores instruccionales en la realización del storyboard-SB, cabe resaltar en relación a este punto, que el asesor debe de estar en constante comunicación con el diseñador instruccional, ya que es necesario que se plasme en el SB las verdaderas intenciones de diseño de cada actividad y de los recursos a utilizar.



Estar al tanto del envío, realización de correcciones y entrega final de los OA al equipo de control de calidad hasta su aprobación y finalmente, revisar y aprobar el OA una vez es desarrollado por el segundo equipo.



Orientar a cada experto pedagógico durante el diseño del manuscrito y material del estudiante, teniendo en cuenta los principios de diseño que subyacen a las teorías de Perkins y Unger (1999); en otras palabras, asesorar a los expertos a lo largo de la toma de decisiones de diseño que están relacionadas con construir o seleccionar las mejores formas de representar un tópico en cuestión (ej., animaciones, videos, simulaciones, entre otros.), las cuales se secuencian y temporalizan con el fin de materializarse en una serie de actividades de aprendizaje.



1.1.1.2 EXPERTO PEDAGÓGICO:

Este profesional tiene formación en el campo de la educación en ciencias y cumple funciones tales como: el diseño del manuscrito, material del estudiante y de los metadatos³.

FUNCIONES



Diseño del manuscrito.

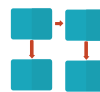


Diseño del material del estudiante.

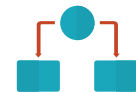


Diseño de los metadatos.

PROCEDIMIENTO Para cumplir las funciones



1 Después de que le sea asignado un nuevo OA por el asesor pedagógico, comienza por estudiar y analizar la malla curricular para conocer las habilidades, conocimientos (H/C) y objetivo de aprendizaje que se deben desarrollar a través de él.



2 Teniendo en cuenta esta información, realiza un esquema general de trabajo que es socializado con el asesor quien aporta en su mejoramiento.



3 Una vez avalado este esquema por el asesor se inicia el diseño de los materiales (manuscrito y material de los estudiantes).



4 Al terminar estos materiales se presentan al asesor hasta que de conformidad con ellos les brinde su aval para ser enviados al QCT; este procedimiento se repite hasta tener la aprobación del QCT.



5 El experto completa la información procedente a lo educativo del OA, en el metadato.

3. Los metadatos contienen información de índole pedagógica, pero también información referida a los aspectos tecnológicos utilizados en el OA. Es por este motivo, que el rol del experto pedagógico en la realización de éste, solo se centra en los primeros.



**1.1.1.3
DISEÑADOR
INSTRUCCIONAL**

>> Profesional encargado de realizar el storyboard. Es decir, los encargados de transformar el lenguaje plano de los documentos de diseño (manuscrito y material del estudiante) a un lenguaje multimedia, diseñando un contenido didáctico y práctico para estudiantes y docentes (CIER CENTRO, 2015).

PROCEDIMIENTO
que desarrolla el diseñador instruccional

1

Inicia por la recepción de los documentos de diseño (manuscrito y material del estudiante) que son el insumo para el SB.



2

Seguido, teniendo en cuenta los recursos digitales propuestos por el experto pedagógico, las representa gráficamente a través de una plantilla en la cual se muestran uno a uno los recursos y su distribución, en cada uno de los nodos, a tal punto, que hace visible el diseño.

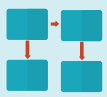


1.1.2. INSTRUMENTOS CURRICULARES PARA EL DISEÑO DE UN OBJETO DE APRENDIZAJE.

En el siguiente apartado se hará una breve descripción de los instrumentos curriculares con los cuales el equipo de diseño pedagógico cuenta para realizar el diseño de los OA y de la estructura genérica que los caracteriza en el CIER-SUR. Estos instrumentos son de dos tipos:

1

LA MALLA CURRICULAR



2

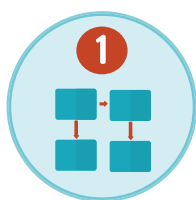
LOS DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS DE LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE



Que comprenden:

- El formato para elaboración del manuscrito
- El formato para elaboración de storyboard
- El material del estudiante

A continuación, se desarrollará cada uno de estos instrumentos y la estructura genérica: >>>



1.1.2.1. LA MALLA CURRICULAR

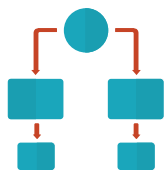
Los objetos de aprendizaje diseñados en los **CIER** están fundamentados en las Mallas Curriculares establecidas por el Ministerio de Educación Nacional para cada área de conocimiento (**lenguaje, matemáticas y ciencias naturales**).

A partir de éstas, se obtienen los contenidos, objetivos, habilidades y conocimientos a desarrollar; información que será el punto de partida para iniciar el proceso de diseño de cada OA. Pero ya que éste OA pertenece al área de ciencias naturales, se hablará solo de la estructura de dicha área⁴.

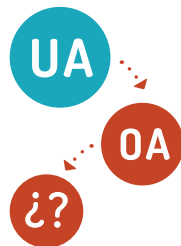


Cada nivel educativo en la malla curricular, desde primero hasta once está dividida en cinco unidades de indagación y/o aprendizaje. En otras palabras, cada curso contiene cinco de estas unidades enmarcadas cada una con cinco preguntas interdisciplinarias, que se repiten desde el inicio de la educación básica hasta el final de la educación media: ¿Dónde estamos ubicados en el tiempo y en el espacio?, ¿De qué está hecho todo lo que nos rodea?, ¿Cómo se relacionan los componentes del mundo?, ¿Cómo cambian los componentes del mundo? y ¿Cómo transformamos el planeta?

>> Veamos cómo se originó y cómo está compuesta la malla curricular para ciencias naturales:



Es el producto de un análisis curricular en el área de ciencias naturales y educación ambiental de acuerdo con una estructura previamente definida. Análisis que se genera, a partir de los lineamientos curriculares, los estándares básicos de competencias, el documento de alineación de examen SABER 11° del ICFES y el currículo internacional de educación primaria de la International Baccalaureate Organization.



Las unidades de aprendizaje (UA) a su vez, están compuestas por objetos de aprendizaje (OA). Los objetos de aprendizaje responden a la pregunta sobre qué conocimientos deben de construir los estudiantes. De igual manera, cada objeto de aprendizaje se titula con una pregunta desequilibrante enmarcada en el mundo de la vida, tiene un enfoque similar al de las UA, pero es más restringido, por ejemplo para nuestro caso: la unidad de aprendizaje a la que corresponde este OA es ¿Cómo cambian los componentes del mundo? y el OA ¿En qué se parecen el equilibrio físico y el equilibrio químico?



Cada objeto de aprendizaje debe de desarrollar unas habilidades y conocimientos (C/H, o en su defecto S/K por sus siglas en inglés) para alcanzar el objetivo de aprendizaje, que responden a la pregunta de para qué se aprende, es decir, cuál es el fin que se persigue con los saberes alcanzados. Habría que mencionar también, que se pretende que el desarrollo de los H/C a través de las actividades diseñadas, ayudan a cumplir el objetivo de aprendizaje, que para este caso en particular es: analizar en términos energéticos y cinéticos las reacciones químicas reversibles.

4. Esto no quiere decir que no comparten nada en común entre las tres áreas. Por el contrario, la organización en sí es la misma, aunque las unidades de aprendizaje son diferentes por la especificidad de las disciplinas de cada una.

4. Unit of learning		Como Cambian los componentes del mundo	
1	Learning object	¿La disolución de los iones en agua es un proceso físico o es un proceso químico?	Explicar las diferencias que se presentan luego de la disolución de solutos iónicos y no iónicos en el agua.
		S/K	Explica las propiedades coligativas de las soluciones y sus aplicaciones en la vida cotidiana.
		S/K	Compara el comportamiento de las propiedades coligativas de las soluciones acuosas iónicas y no iónicas, y explica sus diferencias.
		S/K	Investiga acerca de los mecanismos adaptivos que han desarrollado algunos organismos para evitar o modificar la congelación del agua contenida en sus células.
		S/K	Explica la importancia que tiene el valor de la osmolaridad en fluidos intra y extracelulares.
2	Learning object	¿Por qué a veces sentimos corrientes cuando saludamos a alguien?	Explicar el significado de la humedad relativa y su relación con algunos fenómenos naturales.
		S/K	Explica el fenómeno de presión de vapor de saturación de un líquido a partir del análisis de las velocidades en los procesos de evaporación y condensación.
		S/K	Analiza el efecto de la temperatura sobre la presión de vapor de saturación de un líquido.
		S/K	Define el concepto de humedad relativa.
		S/K	Investiga sobre las condiciones ambientales de confort y los problemas de salud ocasionados en ambientes muy secos y muy húmedos.
		S/K	Explica la generación de microclimas por la cobertura vegetal.
		S/K	Explica el efecto de la humedad relativa sobre la fuerza de interacción electrostática.
		S/K	Establece relaciones en términos de equilibrio dinámico para la solubilidad de un sólido en un líquido y la presión de saturación de un líquido.

3	Learning object	¿En qué se parecen el equilibrio físico y el equilibrio químico?	Analiza en términos energéticos y cinéticos las reacciones químicas reversibles.
		S/K	Representa la energía de activación y el complejo activado en reacciones químicas endotérmicas y exotérmicas.
		S/K	Distingue las reacciones químicas unidireccionales de las reacciones químicas reversibles, en las que se establece un equilibrio químico.
		S/K	Utiliza gráficas del tipo tiempo vs concentración de reactivos y productos para explicar lo que ocurre durante una velocidad de formación de reactivos.
		S/K	Interpreta el equilibrio químico como un proceso dinámico en el que la velocidad de formación de productos es igual a la velocidad de formación de reactivos.
		S/K	Utiliza ecuaciones de constantes de equilibrio para calcular concentraciones de reactivos y productos en reacciones químicas.
		S/K	Verifica el efecto de la presión y la temperatura sobre las concentraciones de equilibrio de reactivos y productos.
		S/K	Investiga sobre procesos de la industria química que utilicen el principio de Le Châtelier para obtener compuestos químicos.
		S/K	Analiza el efecto de la concentración, la temperatura y la presencia de catalizadores sobre la velocidad de algunas reacciones químicas.
		S/K	Establece similitudes y diferencias entre reacciones químicas mediadas por catalizadores químicos y catalizadores biológicos.

Tabla N° 1. ¿Cómo cambian los componentes del mundo?

» Es de resaltar que la estructura anterior, se cumple para casi todos los objetos de aprendizaje del área de ciencias naturales de grado décimo y once. «

1.1.2.2 ESTRUCTURA GENÉRICA DE LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE EN EL CIER-SUR.

Los OA que diseñaron los CIER tienen una estructura particular que se compone de cinco etapas:



1 Introducción

En la etapa de introducción, se pretende que se **diseñe una actividad que active al estudiante**, donde él ponga en juego sus conocimientos previos y empiece a involucrarse en el tópico a aprender.



2 Objetivos

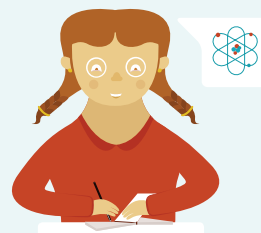
En la etapa de objetivos, como su nombre lo indica se **da a conocer el objetivo de aprendizaje** y para ello se propone usar la siguiente metodología: se da un espacio para que los estudiantes de acuerdo a la actividad de introducción e información que se haya compartido hasta el momento, propongan los objetivos que creen que el proceso de enseñanza y aprendizaje pretende, de ahí, se busca proyectar el objetivo que tienen el OA en la malla curricular y que el docente en este espacio pueda entrar a dialogar y llegar a consensos con los estudiantes sobre los que van a trabajar

>> El experto con la ayuda del asesor pedagógico deben de diseñar el OA con el ánimo también, de que se cumpla la función de cada una.



3 Contenidos o desarrollo

En la etapa de contenido o desarrollo, se encuentran las actividades que se diseñan para desarrollar cada una de las habilidades y conocimientos que brinda la malla curricular.



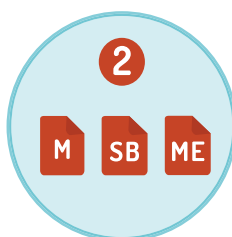
4 Resumen

En la etapa de resumen, se **diseña una actividad que permita que los estudiantes tengan presente las principales ideas de lo desarrollado en el OA** y de esta manera permitir un repaso de los aspectos disciplinares.

5 Tarea



En esta etapa **aparece una tarea que puede tener diferentes propósitos**, especialmente el de ampliar información y aplicar los conocimientos comprendidos a lo largo del OA; conviene subrayar para esta última etapa, que la valoración del proceso de aprendizaje de los estudiantes no estrictamente debe de realizarse con esta tarea, sino que por el contrario como se menciona más adelante, uno de los principios de diseño es que la evaluación debe de ser un proceso continuo.



1.1.2.3. LOS DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS DE LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE

Aunque tradicionalmente, los objetos de aprendizaje son usados solo en el plano virtual, los OA diseñados y materializados en los CIER, no fueron producidos bajo esta premisa y no la cumplen por ciertas razones. Ésto ya que, **los OA son materiales educativos digitales que estarán a disposición de profesores en todos los niveles educativos y en diferentes contextos, tanto en zonas rurales y urbanas del país.** Para nadie no es una realidad, que en el contexto nacional son pocas las instituciones educativas que pertenecen al sector público que pueden contar con infraestructura tecnológica para que cada estudiante trabaje de manera individual y personalizada cada OA.

Los OA teniendo en cuenta dicho contexto, fueran diseñados y desarrollados para ser una ayuda en las clases de carácter presencial.

En vista de ello, la propuesta de los OA en este proyecto del MEN, **tiene dos materiales enlazados a él:**

1 El manuscrito



2 El material del estudiante



Los encargados de realizar estos dos materiales son **el experto y el asesor pedagógico.** Con la información de la sección anterior (malla curricular y estructura general de los OA) ellos realizan el diseño del OA teniendo en cuenta los principios de diseño, a fin de crearlos.



1.1.2.3.1 MANUSCRITO



» El manuscrito, va dirigido a las personas que quieran trabajar con el OA en sus prácticas educativas y como apoyo a sus clases presenciales.

En él, se puede encontrar:

- La intención de diseño de cada actividad
- La sugerencia de estrategias de enseñanza y gestión de clase.

El profesor podrá asumir o modificar de acuerdo a las necesidades e intereses de su contexto.

- Información general del OA y aspectos tan concretos como el del diseño de cada una de sus etapas.
- Información del grado al que va dirigido el OA.
- La unidad de aprendizaje a la que pertenece y su nombre.
- Otros OA que posiblemente están relacionados con el que se está diseñando, catalogados como pre clase.
- El objetivo de aprendizaje y las habilidades y conocimientos a desarrollar que se encuentran en la malla curricular.
- Y otras características tales como las que se presentan en el **gráfico N° 2.**

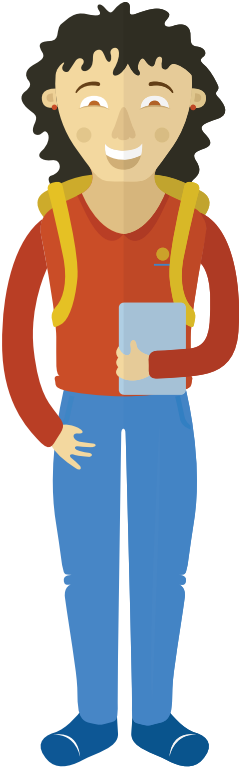
Asignatura Ciencias Naturales		Grado	Unidad del OA Se nombra la unidad a la que pertenece el OA
Nombre del OA			
Recursos de aprendizaje relacionados (Pre clase)		Asignatura: Grado: UOA: OA: En este apartado se coloca los OA que están relacionados con el OA que se está diseñando. Estrictamente, no debe de ser uno, pueden ser varios, pueden además provenir de otras unidades de aprendizaje y de diferentes grados. Cabe resaltar que una de las limitantes que se presentan para esta selección, es que el diseñador solo se puede orientar con la información de la malla curricular, ya que el OA no está desarrollado y esto no permite ver sus alcances, así que es bajo los supuestos de lo que se pretende que direcciona dicho OA que hace la selección.	
Objetivos de aprendizaje		Se coloca en este espacio el objetivo de aprendizaje que aparece en la malla curricular para el OA.	
Habilidades/Conocimientos (H/C)		Se señalan las habilidades y conocimientos que están en la malla curricular para el OA que se está diseñando.	
Habilidades/Conocimientos (H/C)		En este espacio se coloca los nombres de cada una de las etapas. Además, para las actividades y tarea se pone también las habilidades y conocimientos que desarrollan, como se puede ver en la imagen. Introducción: Objetivos: Actividad 1: (H/C 1 y 2) Actividad 2: (H/C 3 y 4) Resumen: Tarea:	
Guía de valoración		En este espacio se da una guía sobre lo que el diseño de las actividades pretende que el profesor valore del estudiante. De esta manera, se direcciona unos criterios de evaluación.	
Etapas		Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje Recursos recomendados Se sugiere al diseñador instruccional, los recursos digitales que puede utilizar para la realización del SB. Así mismo, guías para que entienda mejor lo que se quiere representar.

Tabla N° 2. Formato y Organización del Manuscrito.

Con el manuscrito hay que clarificar que es complementado con esta guía. Dado que, se consideró necesario que el profesor no solo tuviera las actividades y sus correspondientes estrategias de enseñanza y gestión de clase sugeridas, sino que también contase con la información metodológica de diseño, el marco teórico de los objetos, los principios de diseño explícitos y el desarrollo a profundidad de ellos; ya que no hay la oportunidad en el manuscrito.



1.1.2.3.1 MATERIAL DEL ESTUDIANTE



El material del estudiante como su nombre lo indica, va dirigido a los aprendices y en él encontraremos las actividades diseñadas. Aquí aparece todo lo que está en el objeto de aprendizaje, si en este último, hay por ejemplo un video, en el material del estudiante, estará el guión.

Es necesario recalcar que en el material del estudiante, se podrá encontrar en totalidad toda la **propuesta educativa** para dicho tópico.



En algunas ocasiones por ejemplo, solo en el recurso digital, OA, aparecerán solo algunas preguntas de una actividad.



Lo anterior, debido a razones de estética y de ingeniería (pues el recurso tendría un tamaño más grande, generando que su distribución y descarga sea más dificultosa). Es así como en este material, los estudiantes podrán responder a preguntas y ampliar el conocimiento del tópico. Es necesario por ello, que cada estudiante tenga en físico el material, es decir, se deberá imprimir.



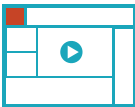
Con el material del estudiante se pretende que llegado el caso, por ejemplo, donde en un salón de clase solo se tenga un computador y un solo video beam, el profesor pueda proyectar el contenido desde el recurso digital de acuerdo a sus necesidades y criterios, claro está, y sus estudiantes de esta manera puedan desarrollar las actividades en su material.



Después de diseñado los dos materiales (manuscrito y material del estudiante) por el experto y asesor pedagógico, el diseñador instruccional empieza a crear un tercer material: el Story Board.



Es en el Story Board, donde se plasma el lenguaje plano de los documentos de diseño a un lenguaje multimedia, diseñando un contenido didáctico y práctico para estudiantes y docentes; teniendo en cuenta los recursos digitales propuestos por el experto pedagógico.



Como resultado de este proceso, se obtiene la representación gráfica a través de una plantilla en Power Point, la cual muestra uno a uno los recursos y su distribución en cada uno de los nodos, a tal punto, que hace visible el diseño final del objeto de aprendizaje.

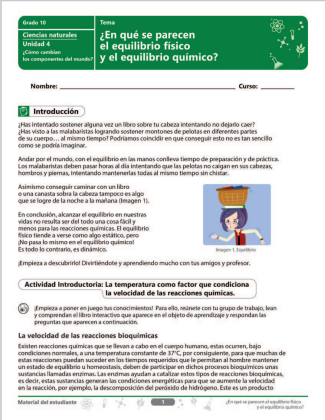


Imagen N°2. Ejemplo de material del estudiante.

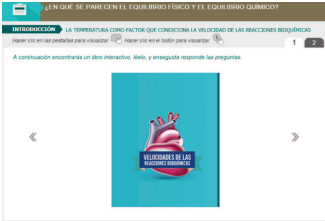
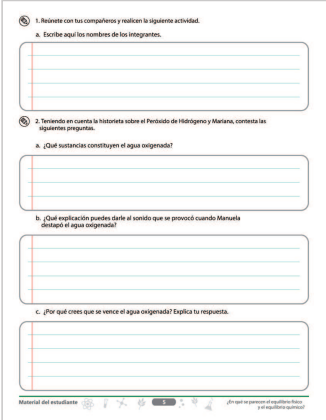


Imagen N°3. Ejemplo de Story Board.



Otro de los profesionales de este primer equipo es el diseñador instruccional.

SEGUNDO MOMENTO DE DISEÑO



»» Al final de todo este proceso el experto pedagógico completa la información pedagógica correspondiente del OA en cuestión en los metadatos. <<



2. MARCO TEÓRICO

Para tener un marco conceptual sólido y claro sobre los objetos de aprendizaje es necesario en primera medida tener conocimiento sobre las teorías de diseño instruccional.

Debido a, que son los marcos teóricos que iluminan e informan la construcción de estos materiales de carácter tecnológico. Hay que señalar, que los objetos de aprendizaje en un inicio eran ateoricos, es decir, no contaban con teorías que iluminaban su diseño y mucho menos su reutilización, pero actualmente se han convertido en el recurso de elección para la generación del diseño instruccional, y son ellas las que ofrecen los principios para su elaboración (Wiley, 2000).

El primer apartado Teorías de Diseño Instruccional

Este primer apartado es para entender qué son y qué caracteriza las Teorías de Diseño Instruccional. Seguido, dentro de esté se encontrará una teoría particular, Enseñanza y Aprendizaje para la Comprensión de Perkins y Unger (1999), que es la que brinda los principios instruccionales de diseño con los que se elabora el objeto de aprendizaje. ¿En qué se parece el equilibrio físico y el equilibrio químico? En el marco de CIER SUR. Estos principios son los que informan el cómo facilitar el aprendizaje mediante del OA, determinando su alcance y secuencia que son fundamentales a la hora de su elaboración.

El segundo apartado Objetos de aprendizaje

En este apartado se encontrará acerca de dónde provienen los Objetos de Aprendizaje, cómo se definen y qué los caracteriza. Para ello, se desarrollan las dos metáforas que tradicionalmente se han utilizado para definir su significado y comportamiento. De esta manera, se da paso a sus principales características que deben de ser iluminadas por las teorías de diseño instruccional (Wiley, 2000).

» En conclusión, se busca que el marco conceptual ilumine el marco metodológico del objeto de aprendizaje en cuestión. Y poder así, diseñar un objeto de aprendizaje coherente curricularmente, con una alta probabilidad de que pueda mediar el proceso de enseñanza y aprendizaje de forma significativa. «

2.1. TEORÍAS DE DISEÑO INSTRUCCIONAL

En las últimas décadas se ha generado en el campo de la educación en ciencias, la ciencia del diseño educativo, entre ellas el diseño instruccional (DI). **El DI con sus teorías de diseño, los procesos y métodos de instrucción, han tenido una gran evolución que no ha sido aislada del contexto social.** Por el contrario, ésta se ha realizado desde un punto de vista sistémico, ya que gracias a las transformaciones de perspectivas teóricas desde campos como la psicología, pedagogía y las tecnologías de la información y la comunicación, las comunidades científicas del DI han podido buscar alternativas para representar los contenidos a enseñar (Trevisio, 2011).



El caso del equilibrio químico dinámico • 35



De esta manera, las ciencias del diseño han generado una serie de teorías instruccionales las cuales han venido estando alineadas a las necesidades de la sociedad. Es por esto que, cuando la sociedad industrial necesitaba trabajadores que tuvieran unas habilidades específicas para operar maquinaria, la escuela tenía la misión de prepararlos para ello y se apoyó en las teorías instruccionales de primera generación y en las teorías de aprendizaje de carácter conductual. Por otra parte, el panorama actual es muy diferente, **en la sociedad de la información y de conocimiento en que se vive, se requiere de la formación de sujetos con competencias para aprender a aprender a lo largo de la vida**; logrando de esta manera enfrentar los problemas complejos e inciertos de su cotidianidad, siendo reflexivos y propositivos frente a lo que sucede.



Es así como desde las necesidades señaladas, la escuela debe de diseñar ambientes de aprendizaje que les brinden la oportunidad a los estudiantes de comenzar a desarrollar las competencias del siglo XXI. Para alcanzar dicha meta, el diseñador de estos ambientes se ha venido apoyando en las **teorías del diseño instruccional de segunda generación** (ver sección 1.1.2) en conjunto con las del aprendizaje y el currículo, para orientar el diseño de artefactos curriculares y/o materiales educativos.

Las **teorías DI2** están enmarcadas en un contexto educativo diferente a las de primera generación, pues son otras las necesidades formativas y avances en el campo de la educación en ciencias. Estas al contrario de las **DI1**, las permea en una mayor proporción las teorías de aprendizaje de orden constructivista.

Es necesario dejar claro que es desde las **DI2** que se toma el marco teórico para orientar e informar el diseño de los objetos de aprendizaje. Es decir, el marco de éstas brindan los elementos de aprendizaje y enseñanza para poder representar contenidos de manera coherente a través de los principios de diseño. Es por ello, que a continuación se abordan éstas con más profundidad, explicando cada una de sus características.

La escuela debe de diseñar ambientes de aprendizaje que les brinden la oportunidad a los estudiantes de comenzar a desarrollar las competencias del siglo XXI.



2.1.1. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS TEORÍAS DE DISEÑO INSTRUCCIONAL DE SEGUNDA GENERACIÓN

Una teoría de diseño instruccional de segunda generación tiene el potencial de **prescribir una serie de métodos instruccionales**, los cuales estarían alineados con la situaciones que encarnan unos resultados de instrucción deseados junto con las condiciones de ésta. Por tanto, tienen en cuenta los tipos de aprendizaje que se quieren fomentar para ofrecer orientaciones de cómo debe de ser la enseñanza con el fin de lograr los objetivos de aprendizaje que se tengan propuestos (Reigeluth, 1999).

En pocas palabras, las teorías de diseño instruccional de segunda generación son el resultado de investigaciones que buscan encontrar nuevas alternativas de cómo apoyar a los agentes educativos a mejorar el proceso de formación. **No obstante, para una mayor comprensión de éstas, hay que tener en cuenta que ellas comparten cinco características en común (Reigeluth, 1999):**

- 1 Son teorías orientadas al diseño.
- 2 Se componen de métodos y situaciones.
- 3 Descomposición de los métodos en unos específicos.
- 4 Sus métodos son de carácter probabilísticos.
- 5 Reconocen la importancia del sistema de creencias y valores.

A continuación se desarrollan cada una de ellas: ➤➤

1

ESTÁN ORIENTADAS AL DISEÑO.

Como primera característica, a diferencia de otras teorías (teoría del currículo, teoría de aprendizaje), las teorías de la ID están orientadas al diseño. Es decir, **estas teorías están centradas en los medios para poder alcanzar los objetivos que se han propuesto; el cómo facilitar el aprendizaje**. De ahí que, estas teorías sean de naturaleza prescriptiva en el sentido de que guían en la selección de qué método o métodos utilizar para alcanzar un determinado objetivo de manera más efectiva, sin embargo, no de manera determinista. De modo que, esta característica de prescripción, hace ser a las teorías de diseño muy útiles para los educadores, ya que brindan una orientación explícita de cómo lograr los objetivos propuestos.

2

MÉTODOS Y SITUACIONES.

Las teorías de diseño instruccional requieren al menos dos componentes básicos, que son:

1

Métodos

Son los que ayudan a dar apoyo, facilitan el aprendizaje y el desarrollo.

2

Situaciones de instrucción

Son las que proporcionan indicaciones de cuándo usar esos métodos.

>> Hay que tener en cuenta, que esos métodos son de naturaleza situacional en lugar de universal. <<

Esto es, que un método puede funcionar mejor en una situación, sin embargo, puede ser usado en otra con el mismo objetivo y quizá no se obtengan los mismos resultados, no se logre que éste funcione.

En consecuencia, se debe de tener en cuenta dos aspectos muy importantes para cualquier situación de instrucción.

1. Las condiciones en las que la enseñanza se llevará a cabo.
2. Los resultados esperados de la enseñanza y/o instrucción.

Veamos cada una de ellas:



- 1 **Condiciones de la enseñanza.**
Las condiciones de enseñanza o instrucción, pueden influir en la toma de decisiones en cuanto a qué o cuáles métodos funcionan mejor para alcanzar los objetivos deseados, estas condiciones de instrucción comprenden: a. La naturaleza de lo que se debe aprender (del concepto, de la habilidad a desarrollar...) que varía para cada una de las actividades planeadas. b. La naturaleza del estudiante (concepciones previas, dificultades de aprendizaje...). c. La naturaleza del ambiente de aprendizaje (número de estudiantes, hora de clase, trabajo en casa, trabajo en grupo...) y d. La naturaleza de las limitaciones para el desarrollo de instrucción (tiempo requerido, materiales necesarios...).

- 2 **Los resultados de la instrucción.** Cabe aclarar que éstos difieren de las metas de aprendizaje, es decir, no incluye los aprendizaje específicos que se buscan, recordemos que este punto va guiado a la primera de las características de la enseñanza que se abordó en la naturaleza de lo que se debe de aprender. Ahora bien, este segundo aspecto indica en su nombre, **es el resultado de toda la instrucción, de los resultados educativos deseados donde se incluye los niveles efectividad, eficiencia y motivación, en concreto:**

Nivel de efectividad:
logro de los objetivos de aprendizaje, qué también se alcanzaron.

Nivel de eficiencia:
es el nivel de efectividad de la instrucción dividido por el tiempo y/o el costo de la instrucción.

Nivel de motivación:
Es el nivel de interés que demuestra los estudiantes de la instrucción, por ejemplo, que interroguen en dónde podrían encontrar más información para aprender más sobre algún tema.

>> Es de gran importancia tener en cuenta estos niveles para poder diseñar y desarrollar con mayor probabilidad una enseñanza exitosa. <<

3

MÉTODOS Y SUS COMPONENTES.

La tercera de las características principales de las teorías de la **DI2** tienen en común, hace alusión a que los métodos de instrucción pueden ser desarrollados de diversas formas y por tanto, se componen de diferentes características. Pongamos por caso, los componentes del método de información clara, de la teoría Uno de Perkins (se mencionó al inicio de este apartado y que se definía como las descripciones y ejemplos de los objetivos, los conocimientos necesarios, y los resultados esperados) a saber:

- Identificación de los objetivos de aprendizaje;
- Seguimiento y orientación en el logro de los objetivos;
- Ejemplificación de los conceptos tratados;
- Demostración;
- Relación de los conocimientos nuevos con los antiguos desde la contextualización.
- legitimar un nuevo concepto o procedimiento por medio de principios que los estudiantes ya conocen, con confrontaciones entre las representaciones.

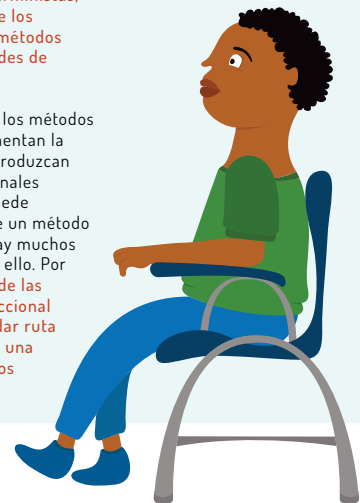
Es decir, las anteriores características son las partes del método más general y además hay que tener en cuenta que éstas se pueden desarrollar de diferentes maneras a la hora de utilizarlas en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Por ejemplo, la contextualización del conocimiento a enseñar se puede hacer desde una situación problemática, desde la observación y escucha de un diálogo; las demostraciones se pueden hacer con diferentes recursos, entre otros. **De manera que, se debe de conocer muy bien las condiciones y los resultados de instrucción deseados para tener criterios claros y coherentes a la hora de seleccionar los métodos, ya que la efectividad de éstos depende de la situación en la que se van a desarrollar.**

4

LOS MÉTODOS SON DE CARÁCTER PROBABILÍSTICOS.

La cuarta característica y una de las más importantes a resaltar ya que genera una fuerte distinción entre las teorías de la **DI** respecto a teorías de aprendizaje o curriculum, es que los métodos de instrucción que las orientan son de carácter probabilísticos. En otras palabras, **los métodos no son deterministas, no garantizan el logro de los objetivos, pero sí estos métodos aumentan las posibilidades de alcanzar los objetivos.**

Para ser más específico, los métodos instruccionales solo aumentan la probabilidad de que se produzcan los resultados instruccionales deseados. Pero, no se puede determinar la eficacia de un método de instrucción, ya que hay muchos factores que influyen en ello. Por este motivo, **el objetivo de las teorías de diseño instruccional en general, es orientar dar ruta para poder alcanzar con una mayor probabilidad de los objetivos propuestos.**



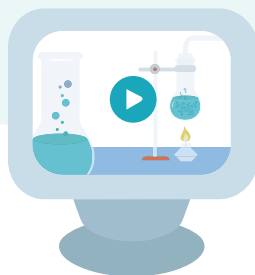
5

SISTEMA DE CREENCIAS Y VALORES.

Para las teorías de diseño instruccional el sistema de valores y creencias juegan un rol muy importante la toma de decisiones de los modelos instruccionales y de los objetivos de aprendizaje.

En primer lugar, **este sistema es parte importante en las decisiones que toma el profesor o diseñador sobre cuáles objetivos de aprendizaje son los más convenientes para el desarrollo del estudiantes**. Las TDI reconocen que no solo se debe de tomar dicha decisión sólo apoyándose en el conjunto de necesidades del contexto educativo, sino que se debe de ser consciente de la importante función que cumplen el sistema de creencias y los valores quienes diseñan el ambiente de aprendizaje en cuestión, dado que, son ellos los que le realizan una transformación al currículum prescripto por el estado a un currículum planeado.

Y en segundo lugar, cuando se tienen unos objetivos de aprendizaje no cabe duda que se pueden proponer varios métodos para desarrollarlos y para seleccionar uno u otro depende de los criterios que se utiliza para juzgarlos y estos criterios reflejan los valores de la persona que realiza el proceso.



En conclusión, las teorías de diseño instruccional de segunda generación tienen como característica fundamental el interés marcado por direccionar un proceso educativo efectivo. Esto se evidencia, en vista que son teorías que toman en cuenta aspectos como el contexto, la naturaleza del contenido, el aprendizaje de los estudiantes, el sistema de creencias y valores del docente o diseñador instruccional a la hora de orientar la selección de los métodos de instrucción más ajustados a la situación en cuestión. Naturalmente, que las decisiones de diseño no se realizan de manera aleatoria, sino que vienen fundamentada por los anteriores marcos teóricos en conjunción con las teorías del aprendizaje. Adicionalmente, esta especie de teorías resaltan que el resultado del diseño es un probabilístico en lugar de determinista, demostrando con esto que el proceso educativo es dinámico.

Ahora bien, como ya se ha señalado los OA para que sean considerados materiales de instrucción que faciliten

el aprendizaje por comprensión, éstos deben de estar sustentados por las teorías de diseño instruccional provenientes de la investigación del campo de la educación. En efecto, el cuerpo de conocimiento que configuran a estas teorías que iluminan la toma de decisiones curriculares e instruccionales, las cuales se traducen en una serie de actividades de aprendizaje debidamente secuenciadas y temporalizadas de manera coherente (Wiley, 2000).

Por tanto, dentro del marco de investigación del CIER SUR en el área de ciencias naturales, el experto pedagógico en compañía del asesor pedagógico y el diseñador instruccional toman la decisión de apoyarse en las teorías del diseño instruccional de segunda generación, titulada "Enseñanza y Aprendizaje para la comprensión" (Perkins y Unger, 1999), con el fin de informar del OA ¿En qué se parece el equilibrio físico y el equilibrio químico? A continuación, se expone los elementos centrales de esta teoría.

las teorías de diseño instruccional de segunda generación tienen como característica fundamental el interés marcado por direccionar un proceso educativo efectivo.

2.1.2. TEORÍA DE DISEÑO INSTRUCCIONAL: LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE PARA LA COMPRENSIÓN DESDE LA PERSPECTIVA PERKINS Y UNGER

Una de las teorías del diseño instruccional de segunda generación que han recibido notable atención por la comunidad de diseñadores de ambientes de aprendizaje mediados por los recursos digitales, es la "Enseñanza y Aprendizaje para la comprensión" de David Perkins y Chris Unger (1999). **A esta teoría la funda la necesidad imperante de direccionar el diseño de artefactos curriculares que asistan a los estudiantes en el aprendizaje de un tópico específico por comprensión conceptual**, dado que, ésta juega un papel crítico dentro de la actual sociedad de la información y la economía del conocimiento.

Por ende, estos eruditos consideran al conocimiento adquirido por comprensión como una acción reflexiva, es decir "la comprensión de un tema es una cuestión de ser capaz de pensar y actuar de forma creativa y competente, con lo que se sabe sobre el tópico" Pg. 79. Así pues, para Perkins y Unger (1999), un estudiante comprende los tópicos en la medida que pueda explicarlo con sus propias palabras provenientes de la escuela, resolver un problema de manera independiente, encontrar otras situaciones donde se puede aplicar ese conocimiento, etc. Cabe resaltar, que las anteriores actividades mentales llevadas a cabo por los estudiantes en su interés de aprender por comprensión un contenido específico, han sido rotuladas por los autores en mención como desempeños por comprensión. En este sentido, estos desempeños deben de ser graduados de acuerdo con los antecedentes cognitivos de los estudiantes, con el fin de que vayan superando sus dificultades/limitaciones y concepciones alternativas del contenido de

manera progresiva cuando se mueven a lo largo del corredor conceptual que subyace a la lección diseñada.

Por otro lado, el marco de la enseñanza y aprendizaje por comprensión considera y por tanto permite, que existan una gama de estilos pedagógicos, incluyendo la instrucción directa, eso sí, siempre y cuando los desempeños por comprensión reciban atención en el desarrollo del proceso. **En pocas palabras, la selección de una u otra estrategia de enseñanza dependerá de la situación en que se encuentre el profesor**, por ejemplo, muchas veces la naturaleza abstracta del tema no permite crear un ambiente de aprendizaje representado desde una situación real y/o contextual, en este tipo situaciones el profesor debe de buscar otras formas de representación y en ocasiones realizar una enseñanza directa para dar entrada al tema, sin embargo, en la continuación del proceso se debe de desarrollar progresivamente desempeños por comprensión para que sea significativo.

Finalmente, es por esto que para orientar a los profesores diseñadores y diseñadores instruccionales en la toma de esta clase de decisiones y con el fin de conseguir una planificación y ejecución efectiva de la enseñanza, la teoría de diseño instruccional, Enseñanza y Aprendizaje para la comprensión, brinda cuatro principios claves para el diseño de ambientes de aprendizaje efectivos y eficientes (llamados métodos desde Reigeluth).

2.1.2.1. PRINCIPIOS PARA EL DISEÑO DESDE LA TEORÍA INSTRUCCIONAL DE PERKINS Y UNGER

Perkins y Unger consideran que para apoyar una planificación de la enseñanza eficiente, se deben de brindar principios explícitos de diseño, que puedan guiar a los educadores en su planificación de la enseñanza, éstos son:

Los tópicos generativos
"Generative Topics".

Propósitos para la comprensión
"Understanding Goals".

Desempeños para la comprensión
"Understanding Performances"

Evaluación Continua
"Ongoing Assessment".

A continuación, se presentan las características y fundamento de cada uno de estos principios es los que se apoya el diseño del objeto de aprendizaje en cuestión.

1 2.1.2.1.1. Los tópicos generativos.

» Uno de los retos de la enseñanza para la comprensión es que muchos temas escolares no parecen ofrecer grandes oportunidades significativas para el proceso. Por este motivo, uno de los primeros asuntos que tanto los educadores y diseñadores deben tener en cuenta, es la importancia, pertinencia y valor que tiene la enseñanza y aprendizaje de ciertos conceptos.

Ahora, ¿Cómo seleccionar un buen tópico generativo? Perkins y Unger (1999) indican cuatro atributos básicos que pueden ayudar a valorar si una temática o tópico es apropiado o no para el proceso de enseñanza y aprendizaje:

- 1 **Central para una disciplina:**
Un buen tópico generativo es fundamental para la disciplina a la que hace parte.
- 2 **Accesible e interesante para los estudiantes:**
Un buen tema generativo tiene que ser atractivo y de fácil acceso, de esta manera poder propiciar el ambiente para que los estudiantes sean participantes activos.
- 3 **Interesante para el profesor:**
Este criterio puede salirse un poco de lo convencional, ya que los intereses de los profesores rara vez figuran como elementos importantes en las guías de diseño instruccional. Sin embargo, para estos autores es importante que el docente disfrute del proceso con temáticas que valore y a lo motive.
- 4 **Conectable:**
Un buen tópico generativo puede conectarse a diversos temas dentro y fuera de la disciplina en cuestión. Por ejemplo, con las situaciones y experiencias cotidianas de los estudiantes, siendo esto, un factor motivante ya que toma sentido y relevancia en la vida de los aprendices.

2 2.1.2.2.2. Propósitos para la comprensión.

» Los propósitos deben de ser seleccionados rigurosamente. Considerando que, ellos deben de orientar el desarrollo del tópico generativo elegido y las actividades que se diseñen para alcanzar los desempeños por comprensión.

Por otro lado, lo que suele pasar normalmente es que la selección de objetivos son dados por el diseñador. Pero se recomienda, que los educadores tengan en cuenta la participación de los estudiantes para este asunto, estableciendo un diálogo con ellos y obteniendo como algunos resultados: que los estudiantes sugieran objetivos, que creen un compromiso y la comprensión de los objetivos expuestos por el profesor.

Para este principio los autores también sugieren algunos atributos para ayudar a la escogencia de los propósitos adecuados:

- 1 **Explicitos y públicos:**
Una característica clave de los propósitos para la comprensión, es su carácter público. En la mayoría de ocasiones, los estudiantes en el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje no son conscientes hacia dónde se dirigen, cuál es la intención del docente en la enseñanza.
- 2 **Anidado:**
Se destaca que los propósitos por comprensión de una lección particular se encuentran relacionados estrechamente dentro y a través de los grados de escolaridad. Es decir, que un propósito de una lección debe de estar empaquetado en uno de los pocos propósitos que configuran las metas de aprendizaje que sustentan al currículum de la de la disciplina bajo consideración, esta característica es denominada coherencia intercurricular.
- 3 **Central a la disciplina:**
El desarrollo de los objetivos para la comprensión deben de contribuir al entendimiento de la disciplina para que el estudiante pueda aplicarlo a las diferentes esferas de su vida.

3 2.1.2.1.3. Desempeños de Comprensión

» Un tópico generativo y los propósitos para la comprensión preparan el escenario para los eventos principales de aprendizaje, que buscan desarrollar en el estudiante desempeños por comprensión⁵. Con respecto a este punto, el reto para el diseñador es la organización de la secuencia de estos desempeños que permitan a los estudiantes una entrada accesible al tema, avanzar en la comprensión a un ritmo adecuado y razonable, y lograr que los estudiantes alcancen un nivel de comprensión apropiado respecto a los propósitos que se tengan.

En relación con lo anterior, Perkins y Unger (1999) resaltan que a medida que el proceso educativo se desarrolla, esta secuencia podría estar compuesta por diversas estrategias de enseñanza y también variedad de formas de gestión de clase. Sin embargo, en términos generales señalan que docentes y desarrolladores han encontrado útil la siguiente sucesión:

Iniciar con una fase de exploración y/o introducción al tema, donde se pueden formar grupos de discusión y detectar las concepciones previas de los aprendices con las especulaciones que pueden llegar a tener por ejemplo, al estar en contacto con el organizador programado (manipulación de objetos, lectura de una situación problema...);



Después se daría paso a una **fase de investigación guiada**, avanzado en el desarrollo de los propósitos por comprensión con la ayuda del educador, exigiendo constantemente la reflexión por parte de los estudiantes ya sea de forma grupal o individual.



Por último, una **fase de aplicación del conocimiento aprendido**, por ejemplo, con la propuesta de un proyecto.

5. Recordar que los desempeños por comprensión son las actuaciones que el estudiante puede realizar en la medida que aprende por comprensión, como: explicar el tópico con sus propias palabras, resolver un problema de manera independiente con los conocimientos comprendidos, encontrar otras situaciones donde se puede aplicar ese conocimiento, etc.

» En definitiva, estos autores guían al profesor o diseñador instruccional a través de los siguientes criterios para seleccionar y secuenciar actividades (con sus estrategias de enseñanza, gestión de clase, recursos...) con la intención de desarrollar desempeños por comprensión, tales criterios son:

- 1 Relación directa con las metas para la comprensión: las actividades para la comprensión deben de abordar y estar diseñadas en favor del desarrollo de los objetivos establecidos para la comprensión.
- 2 Desarrollar y aplicar la comprensión a través de la práctica: las actividades que se diseñen deben de permitir el progreso hacia una comprensión por parte del estudiante. Las actividades para la comprensión deben avanzar cada vez más a entendimientos más amplios y más profundos.
- 3 Involucrar a múltiples estilos de aprendizaje: las estrategias de enseñanza y gestión de clase, deben involucrar diferentes estilos de aprendizaje y formas de expresión.
- 4 Fomentar la participación reflexiva: en tareas desafiantes, que exijan que el estudiante piense y actúe.
- 5 Demostrar públicamente la comprensión: muchos estudiantes no comparten sus ideas al respecto de lo que se discuten y otros no dan opiniones sobre lo que otro compañero plantea, es necesario que se diseñen actividades que permitan ampliar el panorama en este punto y poder contribuir así, a que todos sean agentes activos del proceso de enseñanza y aprendizaje.

4 2.1.2.1.4. Evaluación formativa

» El último principio de diseño de la teoría de la enseñanza y aprendizaje para la comprensión propuesto por Perkins y Unger, es el de evaluación continua, ellos reconocen que la retroalimentación y valoración es uno de los aspectos fundamentales en el aprendizaje de los estudiantes. Por tanto, **hacen énfasis de la importancia que tiene que la evaluación se realice a lo largo de todo el proceso de enseñanza y aprendizaje, y no solo al inicio o final de él, cuando quizá ya no hay tiempo para mediar la situación y poder tratar de darle solución.** Otro punto importante que ellos consideran relevante y donde hacen énfasis, es que no es suficiente concebir la evaluación como una nota a entregar, sino que también, que se reconozca que es un proceso que debe de dar los elementos para la mejora del aprendizaje de los estudiantes.

» En resumen, la evaluación continua exige que profesores y diseñadores realicen con frecuencia una valoración cuantitativa y cualitativa a lo largo de todo el proceso de enseñanza y aprendizaje, en cada una de las actividades desarrolladas donde podría ser más valiosa la valoración en pro de la comprensión. «

2.2. OBJETOS DE APRENDIZAJE

Actualmente, las tecnologías de la información y la comunicación-TIC están influyendo de manera importante en el proceso de enseñanza y aprendizaje en todas las áreas de conocimiento y niveles académicos. En vista que, han logrado convertirse en uno de los recursos fundamentales para producir nuevos ambientes de aprendizaje, han dado paso a nuevos métodos, estrategias de enseñanza y enfoques de comunicación entre profesores y estudiantes.

Además, **las TIC han abierto el panorama y las posibilidades en lo relativo con el diseño, desarrollo y entrega de materiales educativos tecnológicos y/o materiales instruccionales** (Wiley, 2000a) que enriquecen y fortalecen el proceso educativo. En este sentido, hay que mencionar que uno de estos materiales que está siendo considerado para entidades nacionales e internacionales como uno de los materiales educativos tecnológicos y materiales instruccionales de elección en la segunda generación de diseño instruccional para generar contenidos educativos, son los llamados objetos de aprendizaje. Debido a, su potencial de reutilización, generatividad y adaptabilidad (Hodgins, 2000; Urdan y Weggen, 2000; Gibbons, Nelson, y Richards, 2000, citado por Wiley, 2000a).



En consecuencia, autores como Chiappe, Segovia y Rincón (2007) se han atrevido a señalar, que:

...los objetos de aprendizaje tendrán un papel principal en el fortalecimiento de la calidad de la educación, ya sea como núcleo o eje de articulación a nuevas políticas y estrategias institucionales, o como parte de diferentes recursos para ser utilizado en el proceso de generación de nuevos contenidos educativos. Pág. 672.

Y ante este planteamiento, Colombia no ha sido ajena. Teniendo en cuenta que, desde hace una década el Ministerio de Educación Nacional ha direccionado proyectos de producción, incorporación, uso y apropiación de OA como estrategia al proceso educativo (MEN, 2005; De Roux, 2009).

Constructo de Objetos de Aprendizaje

Ahora bien, cabe subrayar que en medio del auge del movimiento de los OA, el constructo de Objetos de Aprendizaje ha recibido diferentes acepciones dentro de la comunidad del diseño instruccional. Puesto que, en la idea de diseñar pequeñas piezas de información que podían utilizarse y reutilizarse para construir unidades de aprendizaje, muchos grupos empresariales y de investigación trabajaron de forma aislada, provocando diversidad de calificativos para referirse a los OA. Por tanto, en la literatura se pueden encontrar una abundante cantidad y variedad de calificativos y de términos que referencian el mismo concepto (Astudillo, 2011; Wiley, 2000; Callejas et al., 2011). Wiley (2000) destaca algunos, tales como:

Componentes de instrucción
(Components of Instruction).

Objetos de conocimiento
(Knowledge objects).

Documentos pedagógicos
(Pedagogical documents).

Componentes de software educativos
(Educational software components).

Material de aprendizaje en línea
(Online learning materials).

Recursos
(Resources).

Sin embargo, hay que subrayar que a pesar de que en una época ningún calificativo se impuso categóricamente, Treviño (2009 citado por Treviño 2011) indica que en la actualidad el término objeto de aprendizaje es el más utilizado.

Por otro lado, esta falta de acuerdo en sus calificativos no se le aleja de la variedad de significados que también se le asignan a los OA. Hay que tener en cuenta, que éste movimiento es relativamente nuevo y que pesar de que se puedan encontrar referencias desde finales del siglo XIX en relación con la enseñanza asistida por un ordenador, acerca de materiales educativos computarizados (Chiappe, Segovia y Rincón, 2007), el desarrollado de gran cantidad de estos materiales educativos y de las numerosas investigaciones que se han realizado al respecto, aún no se tiene una respuesta única a la pregunta ¿Qué es un objeto de aprendizaje? (Astudillo, 2011; Wiley, 2000b; Treviño, 2011; Chiappe,

Segovia y Rincón, 2007; Leal, 2009). Una de las consecuencias de esta situación, como señala Wiley (2000a) es “la proliferación de definiciones para el término “objeto de aprendizaje” que hace la comunicación confusa y difícil” (pág. 5). De ahí por ejemplo, que no se pueda valorar si es o no totalmente un OA, la gran cantidad de producción de material instruccional que así se autodenomina, ya que no existen bases sólidas, un marco de referencia consolidado que brinde criterios para hacerlo (Astudillo, 2011).

2.2.1. CONCEPTUALIZACIÓN DEL CONSTRUCTO DE OBJETO DE APRENDIZAJE DESDE EL CONTEXTO NACIONAL PARA EL DISEÑO DEL OA

Teniendo en cuenta el Ministerio de Educación Nacional el panorama controversial anterior y sus intenciones de direccionar proyectos de producción, incorporación, uso y apropiación de OA como estrategia al proceso educativo, elaboraron y asumieron su propia definición con el propósito de facilitar el desarrollo de estos proyectos y la comprensión del concepto por parte de la comunidad educativa colombiana (MEN, 2012). En este sentido, la conceptualización de OA que direcciona el diseño de los contenidos en el marco del proyecto del CIER es la siguiente:

Un **Objeto de Aprendizaje** es un conjunto de recursos digitales, autocontenible y reutilizable, con un propósito educativo y constituido por al menos tres componentes internos: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización. El Objeto de Aprendizaje debe tener una estructura de información externa (metadatos) que facilite su almacenamiento, identificación y recuperación (Ministerio de Educación Nacional Colombiano, 2006).

Esta definición resulta ser muy interesante ya que menciona varios conceptos fundamentales del constructo de OA, que son recogidos en muchas de las acepciones propuestas a nivel internacional, tales como:

- Son recursos digitales.
- Su diseño es con un propósito educativo.
- Son reutilizables.
- Tienen metadatos.
- Son autocontenibles.

Adicionalmente, la conceptualización nacional de dicho constructo formula una estructura lógica para el OA, la cual está configurada por:

- Contenidos
- Actividades
- Elementos de contextualización.

En efecto, los elementos citados fueron tenidos en cuenta para el desarrollo los OA en el marco del CIER- SUR (CIER SUR, 2014).

Hay que destacar, que las anteriores propiedades desempeñan funciones importantes en la naturaleza del Objeto de Aprendizaje, no obstante, la reusabilidad es considerada la idea fundamental que subyace a la acepción de Objeto de Aprendizaje. Esto es, que los diseñadores instruccionales diseñen un OA a partir de otros que proceden de diferentes contextos, obteniendo como resultado la creación de nuevos componentes de instrucción que pueden ser reusados muchas veces, invirtiendo menos tiempo y dinero (Wiley, 2000). Así pues, los OA son materiales instruccionales que están

descompuestos en sus partes con el fin de ensamblarlos a otros materiales instruccionales, que se encuentre alineado con las necesidades contextuales y las metas de aprendizaje propuestas por los diseñadores (Reigeluth y Nelson, 1997).

No obstante, cabe señalar que la elaboración de OA no solo se puede hacer de la forma citada, sino también, partiendo de cero o con la combinación de ambas tipos, es decir, la elaboración de un OA (Treviño, 2011), puede ser diseñado desde tres formas:



1

Diseñar OA través de la utilización de otros ya diseñados.



2

Diseñar y elaborar OA propios para el tema o unidad que se enseñará. Esto puede darse debido a que no existen OA suficientes en el tema o tópico, o a que se requieren en ocasiones OA que tengan un estilo particular para representar el contenido.



3

Diseñar y elaborar OA desde la primera y segunda opción.

Para que lo mencionado hasta este punto pudiese cumplirse, era necesario unificar criterios para el diseño de los OA, con esto en mente, se han creado estándares los cuales establecen características específicas para dotar a estos componentes de "identidad" propia (Treviño, 2011). **En efecto, diferentes comunidades científicas han participado para desarrollar estándares tecnológicos adecuados para diseñar OA para el funcionamiento universal de todos los Objetos de Aprendizaje**, entre las que resalta el Learning Technology Standards Committee (LTSC), el Instructional Management System y Advance Distributed learning. De ahí que, el conocimiento de estos estándares por parte de los diseñadores y desarrolladores garantiza la interoperabilidad, accesibilidad y que el material sea autocontenido, veamos:

Interoperabilidad

» Característica que hace alusión a la habilidad que debe de tener el OA para ser tomado de un lugar con un conjunto de herramientas particulares y usarlo en otro, donde hay otras condiciones tecnológicas (ADL, 2009; McGreal, 2004).

Accesibilidad

» García (2005) menciona que es la facilidad que tienen los OA para ser identificados, buscados y encontrados, debido al correspondiente etiquetado a través de metadatos que permiten la catalogación y almacenamiento en el correspondiente repositorio de OA. Es decir, esta característica exige que los OA deben estar disponibles al público en general, tengan un acceso fácil y rápido para los usuarios, y esto puede ser posible en la medida que cuenten con información pedagógica y tecnológica acerca de ellos.

Autocontenido

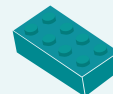
» Que un objeto de aprendizaje sea autocontenido quiere decir que sus contenidos deben tener sentido por sí mismos y ser autosuficientes para el logro del objetivo de aprendizaje para el cual fue diseñado (MEN, 2009).

Si bien, los grupos de estandarización de OA son necesarios para apoyar la instrucción basada en los Objetos de Aprendizaje, ellas centraron sus esfuerzos en un inicio en buscar quién financiara el diseño y desarrollo de dichos materiales instruccionales, descuidando la estrecha relación que debe de existir entre las teorías del diseño instruccional y el Objeto de Aprendizaje, que son las que influyen para que éstos puedan tener éxito en la facilitación del aprendizaje informando su diseño.

Para dar paso a la comprensión de la relación que tienen las TDI y los OA, es necesario que se tenga claro acerca de cómo la comunidad de investigadores han propuesto que estos componentes instruccionales se puedan combinar o ensamblar unos con otros, para generar nuevos.

Comportamiento de los Objetos de Aprendizaje

Como ya se ha mencionado, los objetos de aprendizaje son unidades de aprendizaje que pueden reusarse en diferentes contextos educativos y tecnológicos, para que esta idea sea entendida mejor, **entre la comunidad académica se han tratado de utilizar principalmente dos metáforas que indican cómo agregar un componente a otro y de esta forma poder diseñar otras unidades de aprendizaje a partir de OA ya desarrollados**, o simplemente para un diseño totalmente nuevo poder tener en cuenta aspectos importantes para que el OA tenga una coherencia curricular, un alcance y una secuencia, que serán fundamentales para la comprensión del mismo OA y también para que pueda ser usado por otros a la hora de diseñar el propio (Treviño, 2011).



Primera metáfora

La primera metáfora que se utilizó para esclarecer a qué se refiere el reuso de la nueva tecnología instruccional OA, fue la comparación de su comportamiento con los productos **LEGO o Lincoln Logs**. Con esto se generó, que se concibiera la combinación o ensamble, como un procedimiento que no requiere rigurosidad, ni estudio y análisis por parte del diseñador. **Esta metáfora refleja la simple idea de tener pequeñas "piezas" de información que se ensamblan para formar estructuras más grandes y diferentes, independientemente del tipo de contenido académico que tratan.**

Por estos motivos, se hizo necesario proponer una nueva metáfora que tuviera en cuenta estas dificultades, la metáfora del átomo.



Segunda metáfora

Esta metáfora del **átomo** pretende además de dar a comprender mejor la característica de reutilización, superar las dificultades de su antecesora, la metáfora de LEGO. Wiley (2000a) menciona que las dos cumplen con la idea de combinarse y recombinarse, y de esta manera se puede comparar con la reutilización de los OA. No obstante, la metáfora átomo se aleja de la metáfora LEGO en aspectos muy importantes, a saber:

- No todo átomo es "combinable" con cualquier otro átomo.
- Los átomos sólo pueden ser "ensamblados" en ciertas estructuras prescritas debido a su propia estructura interna.
- Se requiere algún tipo de formación y comprensión para "ensamblar" los átomos.

Según estos planteamientos, la presente metáfora tiene en cuenta que los OA solo pueden ser agregables o combinables, cuando: sus contenidos respondan a un área de conocimiento específica y la finalidad de esta reutilización sea para ayudar a cumplir los objetivos de aprendizaje. De lo contrario, no se diseñaría un OA, sino simplemente un objeto de carácter informativo. Lo anterior se debe de cumplir en cualquiera de los posibles tipos de elaboración de OA (Treviño, 2011) ya citadas.

En efecto, Wiley (2000) señala que para que su metáfora pueda ser aplicada en las tres formas de diseño de los OA, hay que tener en cuenta que ellos deben ser informados por las teorías de diseño instruccional, guiando la selección, secuencia y alcance de los nuevos componentes instruccionales que se están diseñando. De lo contrario, los OA no tendrían fundamentos teóricos claros que lleven a que se realice un diseño coherente curricularmente, y por tanto, se continuaría extendiendo la actual ruptura entre la teoría proveniente de la literatura y la práctica del diseño de ambientes de aprendizaje.

Teorías de diseño instruccional y Objetos de Aprendizaje: Secuencia

OA OA OA OA OA OA

Un diseñador instruccional puede diseñar OA desde las tres formas citadas, pero cualquiera debe de tener como resultado una secuencia coherente de acuerdo a los objetivos de aprendizaje que se hayan propuesto de antemano. Por tanto, la combinación de los OA no puede realizarse de manera aleatoria; [esta discusión del problema de combinar los Objetos de Aprendizaje en términos de "secuencia" ha orientado la conexión entre éstos y las teorías del diseño instruccional.](#)

Por tanto, no cabe duda que el proceso de combinación deba de ser realizarlo por diseñadores instruccionales, apoyados en los metadatos que no solo deben de tener información de carácter tecnológico sino también de información curricular e instruccional. En este sentido, cuando se diseñan y desarrollan materiales instruccionales se han tenido en cuenta aspectos pedagógicos, didácticos

y tecnológicos, es por ello, que los diseñadores instruccionales deben de tener esta clase de información para tener claridad y poder tomar decisiones a la hora de combinar o no OA para la creación de otros. Por este motivo, los metadatos no solo deben de brindar únicamente información acerca de los componentes tecnológicos de éstos, sino también, de los principios instruccionales, de las intenciones educativas particulares que orientaron el diseño del OA en consideración. Así, podría ser posible que los OA tengan una secuencia coherente, ya que se lograría informar las decisiones de combinar unos y otros en un orden consecuente a las intenciones con las que se diseñaron y las intenciones que se quieren desarrollar en el nuevo contexto.

Teorías de diseño instruccional y Objetos de Aprendizaje: Alcance



Si bien, el problema de combinar los OA en términos de "secuencia" conecta las teorías de diseño instruccional con este paradigma, hay que mencionar además, que en medio de esta tarea instruccional ha emergido otra situación que debe de ser atendida por el diseñador, definir cuán grande debe de ser el OA que se diseñe, es decir, el grado de granularidad⁶ que éste debe de tener (Wiley et al., 1999). Es de resaltar al respecto, que esta característica es un atributo esencial para el reuso de los OA, ya que entre más grande sea éste menos probabilidad habrá de reusarlo en diferentes contextos de aprendizaje para suplir muchas necesidades educativas y viceversa (Treviño, 2011).

Respecto a este punto, es otra de las características controversiales de los OA porque aún no establece la granularidad adecuada para este tipo de materiales. Debido a que, por una parte la información contenida en él debe de ser mínima pero al mismo tiempo debe de ser lo suficientemente completa para tener sentido por sí misma. **Es así, como desde un punto de vista instruccional la decisión del tamaño de un Objeto de Aprendizaje puede ser vista como un problema de "alcance"**, la cual debería estar fundamentada a partir de las teorías

del diseño instruccional, si la meta que se desea es que el estudiante logre la comprensión profunda de un tópico específico (Wiley, 2000).

Es consecuencia de esta situación, el Learning Objects Metadata Working Group standard ha comenzado a visualizar la necesidad de incluir en los metadatos de un recurso digital, información referente a las teorías del diseño instruccional con el fin de que los Objetos de Aprendizaje estén fundamentados por los marcos teóricos provenientes de la literatura basada en la investigación en educación.

En conclusión, los objetos de aprendizaje son materiales educativos de carácter tecnológico y/o materiales instruccionales que contienen recursos digitales que pueden ser reutilizados por educadores y que se pueden encontrar en repositorios o bancos de objetos a través de metadatos. Además, pueden ser diseñados a partir de iniciativas propias para un tema o unidad a enseñar, desde otros OA o las combinación de ambas; ayudando a que docentes no partan de cero a la hora de diseñar sus materiales y se aumente la velocidad de producción y se disminuya los recursos invertidos en ello; eso sí, teniendo en cuenta los principios de diseño que brindan las teorías instruccionales y de aprendizaje, que ayudan a seleccionar de acuerdo al proceso de enseñanza y aprendizaje: el tema o tópico, las decisiones pedagógicas, didácticas y tecnológicas, para que se puedan desarrollar los objetivos de aprendizaje que se pretenden.

6. La propiedad de granularidad de los Objetos de Aprendizaje hace referencia al tamaño de este artefacto curricular. Por ejemplo, puede existir objetos de aprendizaje de granularidad baja (una actividad) y alta (una secuencia de actividades de aprendizaje representadas por recursos digitales).



3. PROCESO DE DISEÑO DEL OBJETO DE APRENDIZAJE



Conviene subrayar que todos los objetos de aprendizaje del proyecto CIER SUR en el área de ciencias naturales fueron diseñados bajo los principios instruccionales que se plantean y desarrollan en este trabajo desde la perspectiva de Perkins y Unger (1999) (ver sección 1.1.2.1). Sin embargo, **cada experto pedagógico le da a su diseño una característica particular, la cual es influenciada por el tipo de conocimientos disciplinares, experienciales, pedagógicos y didácticos que éste posee.**

Ahora bien, teniendo en cuenta el marco teórico anterior, en esta sección se aborda de manera breve la forma como las teorías del diseño instruccional en conjunción con las teorías del aprendizaje a través del desarrollo de los principios instruccionales de la teoría instruccional ya señalada, informan el proceso de diseño del Objeto de Aprendizaje. **“¿En qué se parece el equilibrio físico y químico?”,** con el fin de ilustrar un caso donde se supera la restricción que aún tiene muchos OA, la cual encarna la ruptura entre las teorías de tamaño de grano grueso y el proceso de diseño de estos ambientes de aprendizaje.

Además, como resultado del desarrollo de estos principios instruccionales para el tópico de equilibrio químico dinámico se obtienen tres productos que informan y conforman el Objeto de Aprendizaje en cuestión: manuscrito, material del estudiante y objeto de aprendizaje (interfaz).

3.1. DESARROLLO DE LOS PRINCIPIOS DE DISEÑO EN EL OA

Ahora bien, en esta instancia después de tener conocimiento acerca del contexto que incide en el diseño y desarrollo el Objeto de Aprendizaje en cuestión, además del planteamiento de los principios por los cuales se rige, se procede a desarrollar cada uno de éstos con el ánimo de que dicho proceso permita hacer un estudio del tópico de equilibrio químico dinámico tanto de carácter disciplinar, pedagógico, didáctico y tecnológico, **obteniendo de esta manera elementos que describen, argumentan el proceso de diseño y finalmente, definen la materialización del OA ¿En qué se parecen el equilibrio físico y el equilibrio químico?**



3.1.1 SELECCIÓN DEL TÓPICO GENERATIVO O CONTENIDO DE LA LECCIÓN.

El proceso de diseño del OA, ¿En qué se parecen el equilibrio físico y el equilibrio químico?, inicia con el análisis al currículum prescripto por el estado, el cual se materializa a través de la malla curricular en ciencias naturales (Ver sección, 1.1.2.1). Por lo general, la estructura lógica de ésta se encuentra configurada de manera coherente por elementos de la enseñanza, tales como: contenido, grado, habilidades y conocimientos (H/C), además, del objetivo de aprendizaje a alcanzar por parte de los estudiantes.

➤ Para este caso particular de OA, la información que suministra la malla curricular es:

Nombre del OA	¿En qué se parecen el equilibrio físico y el equilibrio químico?
Grado	Décimo
Objetivo de aprendizaje	Analizar en términos energéticos y cinéticos las reacciones químicas reversibles.
Habilidades y conocimientos a desarrollar:	1. Representa la energía de activación y el complejo activado en reacciones químicas endotérmicas y exotérmicas. 2. Distingue las reacciones químicas unidireccionales de las reacciones químicas reversibles, en las que se establece un equilibrio químico. 3. Utiliza gráficas del tipo tiempo vs concentración de reactivos y productos para explicar lo que ocurre durante una reacción química. 4. Interpreta el equilibrio químico como un proceso dinámico en el que la velocidad de formación de productos es igual a la velocidad de formación de reactivos. 5. Utiliza ecuaciones de constantes de equilibrio para calcular concentraciones de reactivos y productos en reacciones químicas. 6. Verifica el efecto de la presión y la temperatura sobre las concentraciones de equilibrio de reactivos y productos. 7. Investiga sobre procesos de la industria química que utilicen el principio de Le Châtelier para obtener compuestos químicos. 8. Analiza el efecto de la concentración, la temperatura y la presencia de catalizadores sobre la velocidad de algunas reacciones químicas. 9. Establece similitudes y diferencias entre reacciones químicas mediadas por catalizadores químicos y catalizadores biológicos.

Tabla N° 3. Información suministrada por la malla curricular.

Con respecto a esta información, se puede evidenciar en primer lugar, que en la malla curricular entregada al experto por parte del asesor, las lecciones están representadas por una pregunta contextualizadora, en este caso es ¿En qué se parecen el equilibrio físico y el equilibrio químico?, cuya respuesta se debería de obtener a partir de la interacción de los estudiantes con las diferentes actividades secuenciadas que configuran el OA.

Sin embargo, cabe resaltar que durante la tarea de diseño el interrogante contextualizador no es el único recurso al que se le hace un análisis pedagógico, también, en esta tarea se toma como foco de reflexión al conjunto de habilidades/ conocimientos y objetivos de aprendizaje prescritos, los cuales encarnan la serie de ideas que estructuran el contenido del equilibrio químico.

Ahora bien, como resultado del análisis de los criterios de selección de un tópico generativo (Perkins y Unger 1999) y la información que suministra la malla curricular, habría que decir que

implícitamente en ella se asume este interrogante en equivalencia al tópico generativo, y que en este caso, el asesor y experto pedagógico seleccionan y toman la decisión que sea el equilibrio químico dinámico.

» Hay que recordar, que Perkins y Unger (1999) señalan la importancia de seleccionar un tópico que sea pertinente y con valor para la enseñanza y aprendizaje. Por tanto, manifiestan que debe de ser:

1. Central para la disciplina.
2. Conectable con contenidos dentro y fuera de ella (coherente intra e inter curricularmente).
3. Interesante para el profesor y los estudiantes.

Una vez claro esto, el asesor y experto pedagógico⁷ analizan cómo el tópico cumple los criterios ya sea de manera completa, parcial, o simplemente no los cumple; para reflexionar sobre ello, consultan la literatura del campo en educación sobre las investigaciones de dicho tópico y por supuesto la experiencia e intereses de cada uno.

7. Experto y asesor pedagógico es equivalente al rótulo de diseñador instruccional mencionado en el marco teórico.

» Pues bien, dicho tópico está vinculado a otros contenidos de la química y adicionalmente la comprensión de él, puede lograr que el estudiante cree bases para interpretar sistemas químicos, biológicos e industriales (Rocha et al., 2000).



En efecto, se puede evidenciar que el equilibrio químico está vinculado a muchos contenidos que a la vez los requiere para su comprensión, por ejemplo: reacción química, ecuación química, reversibilidad, concentración, cantidad de sustancia, entre otros.

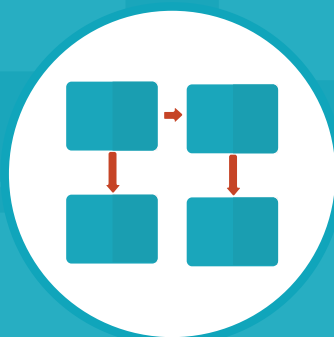


Así mismo, algunas investigaciones mencionan que el estudiante podrá con mayores probabilidades comprender procesos, tales como: la formación de la capa de ozono, la adaptación al mal de montaña, el transporte de oxígeno al cuerpo (Huerta, 2008), esto en la medida que él comprenda que un sistema en equilibrio químico a pesar que en el nivel de representación macroscópico no se visualiza cambio alguno, en éste sí está ocurriendo una reacción química ambos sentidos (Pozo, 1991).

» Adicionalmente, la comprensión de este tópico genera la oportunidad a los estudiantes de continuar extendiendo el desarrollo de los esquemas conceptuales de la proporcionalidad directa e inversa. Desde luego todo lo anterior, resulta ser muy importante para que los estudiantes alcancen un pensamiento de orden superior.

Por otro lado, en el criterio que postulan Perkins y Unger de lo interesante que debe de ser el tópico para el estudiante, es de resaltar que el profesor tiene un rol supremamente importante para contribuir a su cumplimiento, ya que el equilibrio químico para que pueda ser un tema atractivo y de fácil comprensión, él debe de propiciar un ambiente en que el estudiante sea participe activo de su proceso. Por tal razón, el experto y el asesor tienen en cuenta las principales recomendaciones que han hecho investigadores para que no se produzcan y se refuercen errores conceptuales, y de esta manera el ciclo de aprendizaje vaya al ritmo cognitivo deseado y tenga significado para la vida lo aprendido por el aprendiz.





Por otro lado, hay que resaltar que aunque la malla curricular que sustenta las intenciones de diseño está en coherencia con la literatura acerca de la elección del equilibrio químico como tópico generativo, ésta tiene una característica altamente prescriptiva. Es decir, que **los expertos y asesores pedagógicos no pueden realizarle modificaciones a las ideas que configuran el tópico en cuestión**. Además, en el diseño de la lección es obligatorio abordar todas las ideas y habilidades (H/C) formuladas en el currículum prescripto por el estado; dicha situación limita en un alto grado las decisiones curriculares que ellos pueden tomar, las cuales se ven reflejadas en las intenciones de diseño y en el cumplimiento de los criterios que mencionan Perkins y Unger para la selección de un tópico generativo.

Parte de lo anterior, se ve reflejado en el criterio llamado **"interesante para el**

profesor", que no pudo tenerse en cuenta en el marco del Proyecto CIER-SUR, ya que el currículum prescripto da por dado qué se debe de enseñar. Pero hay que señalar, que algunas de las conclusiones en las que coinciden las investigaciones acerca de la enseñanza del equilibrio químico, destacan que la percepción que tiene la comunidad de investigadores de la enseñanza, docentes de química de bachillerato y universitarios sobre este tópico, es que lo consideran como uno de los más difíciles de ser enseñado y comprendido, debido entre otras razones, al hecho de que éste se opone a la causalidad simple y unidireccional con la que solemos darle interpretación a los fenómenos cotidianos (Gómez, 1996). Por tanto, no podríamos concluir si es o no interesante para el profesor, pero sí, que presenta un gran reto al diseño y la implementación de la enseñanza de este tópico generativo.

Hasta este punto, el asesor y el experto pedagógico estudian el por qué de la pertinencia y valor para la enseñanza y aprendizaje del tópico generativo, equilibrio químico. Sin embargo, ellos también desarrollan para este primer principio un análisis pedagógico de las habilidades y conocimientos de dicho tópico prescripto por la malla curricular, que más adelante darán paso a las actividades de aprendizaje.

Veamos, el análisis pedagógico llevado a cabo a la serie de habilidades/ conocimientos (H/C) del tópico de equilibrio químico, permite desempacar las ideas que lo estructuran con el propósito de agruparlas y secuenciarlas de forma jerárquica. Es decir, uno o varios H/C pueden representar una idea importante para el tópico generativo en cuestión, la cual posteriormente direcciona la construcción de la actividad de aprendizaje respectiva (Ver sección 3.2).

De ahí que, la anterior toma de decisiones curriculares se hace teniendo en cuenta el contenido científico desde el punto de vista conceptual y recomendaciones que hacen algunas investigaciones en el campo educativo acerca de cómo abordar disciplinar y pedagógicamente las ideas que configuran el equilibrio químico.

Por tanto para desarrollar este punto, en primer lugar el experto pedagógico a partir de libros de texto de química de nivel universitario y de educación media, **hace una macroestructura y estudia la lógica de la disciplina para la enseñanza del equilibrio químico, en rasgos generales ésta se configura así:**

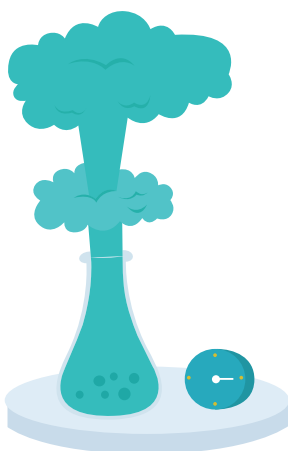
1. Cinética química.

- 1.1 Modelo de colisiones y teoría de energía de activación.
- 1.2 Velocidad de la reacción química.
- 1.3 Cómo se mide la velocidad de una reacción.
- 1.4 Factores que influyen en las velocidades de reacción.

2. Equilibrio químico.

- 2.1 Reacciones reversibles llegan a un equilibrio.
- 2.2 Ley del equilibrio, constante de equilibrio.
- 2.3 Principio de Le Châtelier.
- 2.4 Cambios de concentración de reactivos y productos.

Como resultado, el estudio del contenido de esta macroestructura ayuda a concluir varios aspectos a tener en cuenta a la hora de tomar decisiones para la **agrupación y secuenciación de habilidades y conocimientos propuestos por el currículum prescripto**. Respecto a este punto, una de los más importantes que se pueden señalar, es que para la comprensión del equilibrio químico por parte del estudiante es necesario que primero internalice la **cinética química** y las ideas que la subyacen, que específicamente son:



- Las condiciones que deben de existir para que una reacción química ocurra.
- No todas las reacciones ocurren a la misma velocidad.
- La velocidad con la que ocurre una reacción se puede calcular.
- La velocidad de una reacción dependen fundamentalmente de temperatura, presencia de catalizadores, naturaleza de los reaccionantes, estado de subdivisión y concentración.

Por otro lado, de manera simultánea el experto consulta las investigaciones en el campo de la educación en ciencias que han estudiado el contenido científico desde el punto conceptual pero teniendo en cuenta aspectos pedagógicos. Por ejemplo, el estudio de Rocha et al. (2000) que como se observa en la Figura (X), señalan que los conceptos que conforman el estudio del equilibrio químico y sus relaciones, pueden ser enseñados desde dos enfoques, termodinámico y cinético. Sin embargo, Rocha et al. (2000) menciona que a pesar que el equilibrio químico es un tópico que se fundamenta en relación con conceptos y principios provenientes de la termodinámica, enseñarlo desde este campo resulta demasiado abstracto para que el estudiante lo comprenda. Además, que existe una alta probabilidad que no todos los estudiantes de educación media posean un conocimiento previo de la termodinámica.

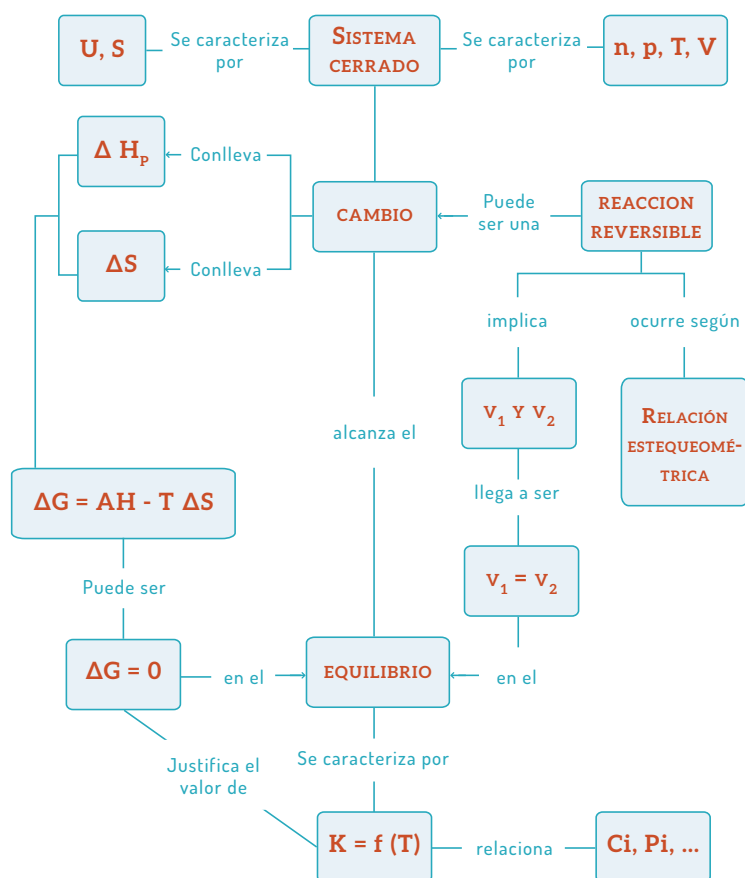
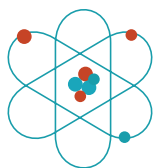


Imagen N°4. Estructura conceptual sobre el equilibrio químico. Tomado de Rocha et al. (2000). Δ



Ante esta situación, el asesor y experto pedagógico proponen el enfoque cinético como punto de partida para poder darle interpretación a las ideas que subyacen el equilibrio químico. Considerando que, la descripción de un sistema cerrado que ha alcanzado el equilibrio puede conseguirse a partir de la interpretación molecular. En otras palabras, con el **modelo cinético molecular** se puede lograr una descripción del sistema en equilibrio y para ello, es necesario que las ideas fundamentales de éste, hayan sido y sigan siendo interpretadas por los estudiantes. Se debe agregar además, que este enfoque estaría más adecuado al nivel educativo señalado.

De igual modo, el experto tiene en cuenta **las principales dificultades/limitaciones de aprendizaje del equilibrio químico**, éstas son (Rocha et al., 2000; Bermúdez y De Longhi, 2011; Campanario, 2002; Pozo, 1991; Kind, 2004):

- Se tiende a relacionar equilibrio químico con algo "estático" y "equilibrado", como algo que finaliza; la asociación del término equilibrio a una igualdad e inmovilidad.
- Pueden creer que la reacción directa se completa antes de que la reversa comience.
- Los estudiantes conciben las reacciones directa e inversa como sucesos separados e independientes, como si se tratase de dos recipientes diferentes. Algunos investigadores sugieren que la doble flecha utilizada en las reacciones en equilibrio contribuye a que los estudiantes perciban "dos lados".
- Los estudiantes perciben que las velocidades de una reacción en un sistema en equilibrio puede cambiar, mientras otras disminuyen o permanecen constantes, es decir, no han adquirido que el concepto de velocidad se aplica a un sistema como un todo. Por tanto, Parecen aceptar en muchas ocasiones solo de manera superficial la igualdad de las velocidades en equilibrio.
- Una idea previa del cambio de condiciones del estado en equilibrio, es la de tratar a todas las sustancias involucradas en la reacción, como independientes, en lugar de identificar las interacciones entre ellas.

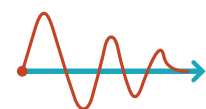
Con lo anterior, se puede concluir que **las ideas principales que debe de permitir desarrollar la enseñanza del tópico del equilibrio químico dinámico para lograr su comprensión**, son:



El **equilibrio químico** es un estado en el que se llevan a cabo dos procesos opuestos en forma simultánea.



En un sistema en equilibrio, la **reacción directa e inversa se llevan a cabo a la misma velocidad**. Es decir, siempre se están formando productos y reactivos, manteniendo constante su concentración.



Puede presentarse una **perturbación externa sobre el sistema en equilibrio**, pero éste se ajustará cancelando parcialmente dicha perturbación, alcanzando una nueva posición de equilibrio.

En síntesis, como resultado de este estudio por parte del experto pedagógico, con ayuda del asesor deciden secuenciar y jerarquizar los H/C para desarrollar las futuras **actividades de aprendizaje** que darán paso a la comprensión de las principales ideas del tópico en cuestión, estás quedan configuradas de la siguiente manera⁸:

ACTIVIDAD N°1

- 1 Representa la energía de activación y el complejo activado en reacciones químicas endotérmicas y exotérmicas.
- 3 Utiliza gráficas del tipo tiempo vs concentración de reactivos y productos para explicar lo que ocurre durante una reacción química.

ACTIVIDAD N°3

- 2 Distingue las reacciones químicas unidireccionales de las reacciones químicas reversibles, en las que se establece un equilibrio químico.
- 4 Interpreta el equilibrio químico como un proceso dinámico en el que la velocidad de formación de productos es igual a la velocidad de formación de reactivos.

ACTIVIDAD N°2

- 8 Analiza el efecto de la concentración, la temperatura y la presencia de catalizadores sobre la velocidad de algunas reacciones químicas.
- 9 Establece similitudes y diferencias entre reacciones químicas mediadas por catalizadores químicos y catalizadores biológicos.

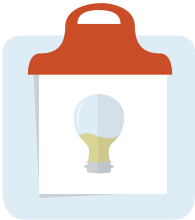
ACTIVIDAD N°4

- 5 Utiliza ecuaciones de constantes de equilibrio para calcular concentraciones de reactivos y productos en reacciones químicas.
- 7 Verifica el efecto de la presión y la temperatura sobre las concentraciones de equilibrio de reactivos y productos.

ACTIVIDAD N°5

- 6 Investiga sobre procesos de la industria química que utilicen el principio de Le Châtelier para obtener compuestos químicos.

En conclusión, uno de los más importantes resultados del desarrollo y documentación del primer principio de diseño hace referencia a la selección del tópico generativo junto con la secuenciación y temporalización de las habilidades y conocimientos (H/C) empaquetadas en cada una de las actividades que constituyen el OA (ver tabla No. 4).



Articulación de las habilidades y conocimientos (H/C) a las ideas que configuran el tópico generativo del equilibrio químico.		
Grandes ideas de la ciencia	Habilidades y conocimientos	Actividades de aprendizaje
Las condiciones que deben de existir para que una reacción química ocurra.	1. Representa la energía de activación y el complejo activado en reacciones químicas endotérmicas y exotérmicas. 3. Utiliza gráficas del tipo tiempo vs concentración de reactivos y productos para explicar lo que ocurre durante una reacción química.	Actividad N°1
No todas las reacciones ocurren a la misma velocidad.		
La velocidad con la que ocurre una reacción se puede calcular.		

Continuación de la Tabla >>

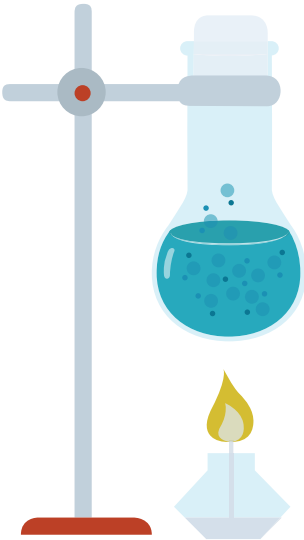
8. Es necesario aclarar que el orden en que se presentan las habilidades y conocimientos, es el que finalmente configuró el OA finalmente, después de ser evaluado y realizado las respectivas sugerencias de modificaciones enviadas por el QCT (equipo de evaluación de los OA). Es decir, la propuesta inicial por parte del experto y el asesor pedagógico, fue otra inicialmente.

La velocidad de una reacción depende fundamentalmente de temperatura, presencia de catalizadores, naturaleza de los reaccionantes, estado de subdivisión y concentración.	8. Analiza el efecto de la concentración, la temperatura y la presencia de catalizadores sobre la velocidad de algunas reacciones químicas. 9. Establece similitudes y diferencias entre reacciones químicas mediadas por catalizadores químicos y catalizadores biológicos.	Actividad N°3
El equilibrio químico es un estado en el que se llevan a cabo dos procesos opuestos en forma simultánea.	2. Distingue las reacciones químicas unidireccionales de las reacciones químicas reversibles, en las que se establece un equilibrio químico. 4. Interpreta el equilibrio químico como un proceso dinámico en el que la velocidad de formación de productos es igual a la velocidad de formación de reactivos.	Actividad N°2
En un sistema en equilibrio, la reacción directa e inversa se llevan a cabo a la misma velocidad. Es decir, siempre se están formando productos y reactivos, manteniendo constante su concentración.	5. Utiliza ecuaciones de constantes de equilibrio para calcular concentraciones de reactivos y productos en reacciones químicas. 7. Verifica el efecto de la presión y la temperatura sobre las concentraciones de equilibrio de reactivos y productos.	Actividad N° 4
Puede presentarse una perturbación externa sobre el sistema en equilibrio, pero éste se ajustará cancelando parcialmente dicha perturbación, alcanzando una nueva posición de equilibrio.		
	6. Investiga sobre procesos de la industria química que utilicen el principio de Le Châtelier para obtener compuestos químicos.	Actividad N° 5

Tabla No 4. Articulación de las habilidades y conocimientos (H/C) a las ideas que configuran el tópico generativo del equilibrio químico.

3.1.2. PROPÓSITOS PARA LA COMPRENSIÓN U OBJETIVO DE APRENDIZAJE

En este principio de diseño, el experto y asesor pedagógico se ocupan de los objetivos de aprendizaje que deberá desarrollar el OA, cuestión que es clara a la luz del currículo prescripto. El cual es, analizar en términos energéticos y cinéticos las reacciones químicas reversibles. Sin embargo, cabe señalar que ellos no solo tienen en cuenta éste, sino que con la información encontrada en la literatura del campo de la educación, la lógica de la disciplina, la sabiduría que otorga la experiencia, y el sistema de valores y creencias, analizan cuáles deberían de ser definitivamente los objetivos de aprendizaje a alcanzar por partes de los estudiantes, con el fin que comprendan el tópico generativo. Es decir, la malla curricular da por sentado el objetivo de aprendizaje que debe de alcanzar el OA, pero estos dos profesionales también analizan si es necesario que el material tenga en cuenta otros objetivos.



Así mismo, en el desarrollo de este principio buscan el cómo podrían lograr los objetivos de aprendizaje una vez éstos hayan sido definidos. En efecto, este panorama prepara el escenario para el siguiente principio, el diseño de actividades de aprendizaje, para ello, definen cuáles deberían de ser los aspectos disciplinares, pedagógicos, tecnológicos y didácticos que informan el proceso de diseño, con el propósito de que el material instruccional asista a los estudiantes en el logro del objetivo previamente formulado.

Ahora bien, para lograr el propósito de este principio, el experto pedagógico de nuevo indaga la literatura en educación en química para encontrar las diferentes dificultades/limitaciones y concepciones alternativas que frecuentemente exhiben los estudiantes durante el aprendizaje del equilibrio químico. A lo que concluye:

La enseñanza tradicional apoyada en textos escolares que solo buscan la resolución de problemas con base en estrategias algorítmicas, donde no implique en primera medida la comprensión de los conceptos involucrados originan dificultades de aprendizaje (Kind, 2004). Dicho de otra manera, las exposiciones teóricas magistrales o actividades de resolución de problemas cuantitativos no suelen ser estrategias eficaces para superar las dificultades que atañen la comprensión del tópico (Campanario, 2002). Habría que decir además, que omitir la enseñanza del tópico desde aspectos submicroscópicos dificulta también su comprensión.

Adicionalmente, la literatura en educación en química le permite al experto pedagógico ver que esta clase de problemas de enseñanza/aprendizaje puede comenzar a ser superada a partir del **diseño e implementación de materiales instruccionales** donde se tenga en cuenta los siguientes aspectos:



Plantear situaciones contextuales que se encuentren en lo posible estrechamente vinculadas al mundo cotidiana con el fin de representar y formular la idea científica bajo consideración, además, que dichas situaciones le brinden la posibilidad de articular sus conocimientos previos con las nuevas ideas. Así mismo, el diseño de propuestas de enseñanza donde ellos puedan regular y tomar conciencia de su proceso de aprendizaje (Bermúdez y De Longhi, 2011).



La descripción del sistema que ha alcanzado el equilibrio puede conseguirse a partir de la **interpretación molecular**, la cual resulta ser adecuada desde el modelo cinético molecular (Rocha et al, 2000).

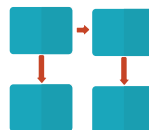


Una administración y gestión de aula focalizada en estructuras de pequeños grupos discusión e interacción dialógica con toda la clase, donde la divergencia es vista como un instrumento para que las nuevas ideas emerjan de las transacciones de significado.

Teniendo en cuenta la información anterior y su respectivo análisis, el asesor y el experto pedagógico deciden que no solo el OA debe buscar el desarrollo del objetivo de aprendizaje propuesto por la malla curricular, o de hecho para alcanzar éste, **el material debe desarrollar la comprensión cualitativa del equilibrio químico dinámico, ya que permitirá contribuir a superar las dificultades señaladas**. Para ello, deciden que el diseño de las actividades de aprendizaje debe de estar informado por recomendaciones como las mencionadas.

Por otro lado, Perkins y Unger (1999) consideran que los propósitos u objetivos para la comprensión tienen un carácter público considerando que los estudiantes deben de ser conscientes hacia dónde se dirigen en el proceso educativo. Con respecto a este punto, es necesario recalcar que en la estructura genérica de los OA dentro del proyecto, la etapa de objetivos, busca dar a conocer a los estudiantes los que éste persigue. No obstante, hay que señalar que solo se presenta el de la malla curricular, analizar en términos energéticos y cinéticos las reacciones químicas reversibles, el otro (la comprensión cualitativa del equilibrio químico dinámico), a pesar de que es objetivo de aprendizaje que informa el diseño del OA y/o un objetivo que contribuye a cumplir el del currículum prescripto, no se presenta.

De manera que, con el alcance de estos objetivos por parte de los estudiantes, podrán ser mayores las probabilidades de contribuir a la comprensión de la disciplina. En vista que, el estudiante tendrá la posibilidad de aplicarlo en las esferas de su vida, contribuyendo de esta manera a la comprensión conceptual de aspectos como: conservación de la materia, interpretación en términos de interacción entre sistemas que llegan a la conservación y el equilibrio (Pozo y Gómez, 2009); reacciones químicas.



Finalmente, el OA del equilibrio químico presenta una coherencia intercurricular como consecuencia a que los dos objetivos que encarna este artefacto, están vinculados con los objetivos que direccionan las otras lecciones relacionadas con este tópico dentro y a lo largo de los grados de escolaridad. Sin embargo, conviene aclarar que esta acción de diseño es completamente direccionada por el currículum prescripto por el estado (malla curricular), de hecho, se supervisa por el equipo de calidad del Ministerio de Educación (MEN) con el ánimo de validar las intenciones de diseño.

3.1.3. DESEMPEÑOS DE COMPRENSIÓN

El análisis de los anteriores principios, brindan elementos que serán vértebras a la hora de propiciar el aprendizaje a través de las actividades que le suministran la oportunidad a los estudiantes de desarrollar desempeños por comprensión. En este sentido, la interacción de éstos principios permite vislumbrar las diferentes estrategias de enseñanza, para ello, se toma en consideración la naturaleza de las ideas que configuran el tópico generativo junto los propósitos de aprendizaje con el fin de representarlas. Desde luego, que esta decisión de diseño direcciona la construcción de un conjunto de actividades articuladas a una gestión de clase de perspectiva sociocultural, cuyo fin se focaliza en asistir a los estudiantes para alcanzar una comprensión del tópico en consideración.

Ahora bien, para desarrollar cada una de las actividades de aprendizaje y con ellas los objetivos por comprensión, es necesario no solo tener en cuenta los contenidos de carácter conceptual sino también los de carácter procedimental.

Así pues, estos últimos también juegan un papel crítico para el aprendizaje de la química, como consecuencia que éstos le brindan la posibilidad a los estudiantes para desempeñarse de manera efectiva en diversas situaciones con el contenido que ha internalizado de manera progresiva, además de extender la visión de cómo el conocimiento científico se construye, válida y comunica. Ahora bien, éstos por su carácter general suelen ser tomados de manera implícita durante el diseño y la enseñanza de los tópicos de esta disciplina.

No obstante, para el diseño de las actividades que estructuran el OA en consideración, el asesor y el experto pedagógico tienen en cuenta muchos de los conocimientos procedimentales que autores como Pozo y Gómez (2009) han formulado como elementos críticos para el diseño y la enseñanza (Ver tabla N°5).

Desde luego, éstos en conjunción con los conocimientos conceptuales actúan como mediadores que les permiten a los estudiantes desarrollar de manera progresiva el conjunto de desempeños por comprensión que se encuentran secuenciados y temporalizados a lo largo del ciclo de aprendizaje⁹ y cuyo fin central descansa en lograr las metas por comprensión y las habilidades/ conocimientos.

9. En este estudio se conceptualiza el ciclo de aprendizaje como las fases donde está circunscriptas las diferentes actividades que configura el OA (Introducción, objetivo, desarrollo, resumen y tarea).

Nombre del OA	¿En qué se parecen el equilibrio físico y el equilibrio químico?
Adquisición de la información	• Tomar apuntes y notas de las explicaciones del profesor. • Subrayar y seleccionar la información de los textos escritos. • Registrar y recoger la información de las experiencias realizadas. • Buscar información en bibliotecas, diccionarios, bases de datos, etc. • Utilizar estrategias de repaso y/o mnemotecnias que faciliten el recuerdo literal de datos y hechos.
Interpretación de la información	• Decodificación de gráficas y tablas. • Elaboración de gráficas y tablas a partir de información presentada en otro formato.
Comprensión de la información	• Estrategias eficaces para la comprensión de textos científicos, siendo capaces de extraer la idea principal del texto, de comprender su estructura, etc. • Diferenciación entre diversos niveles de análisis de los fenómenos químicos (macroscópico, microscópicos, etc.). • Análisis y comparación de diferentes modelos (por ej., diferentes modelos atómicos).
Comunicación de la información	• Procedimiento de exposición oral y escrita. • Uso de diferentes técnicas de expresión escrita. • Desarrollo de capacidades de argumentación y justificación de las propias opiniones.

Tabla N° 5, Contenidos procedimentales para el aprendizaje de la química.

Es decir, teniendo en cuenta los anteriores presupuestos se busca desarrollar de manera progresiva los desempeños por comprensión que se encuentran alineados con el tópico generativo del equilibrio químico. Es de resaltar, que los desempeños por comprensión están secuenciados a lo largo de las diferentes fases del ciclo de aprendizaje buscando que cada una de las actividades permitan que evolucionen, desde el entendimiento de las ideas relacionadas a él, hasta su posible aplicación en situaciones de la vida cotidiana y la comunicación con argumentación de sus ideas de forma oral y escrita ante un público.

En definitiva, los anteriores presupuestos direccionan el diseño del conjunto de actividades aprendizaje, las cuales estarán secuenciadas en la sucesión que prescriben

Perkins y Unger (1999)¹⁰, que bajo el marco del CIER, serían: introducción, objetivos, desarrollo, resumen y tarea. En efecto, se busca con el diseño de las actividades de aprendizaje que están circunscriptas a estas fases que los estudiantes comiencen y continúen extendiendo su comprensión a través de la implementación de las ideas

10. Perkins y Unger (1999) consideran que las actividades de aprendizaje deben de ser secuenciadas y temporalizadas en las siguientes fases: exploración/introducción, investigación guiada y aplicación. El propósito de esta intención de diseño descansa en la creencia de que los desempeños por comprensión se van internalizando y desarrollando de manera progresiva a lo largo de estas tres fases.



científicas que ya han sido internalizadas, las cuales también andamian el aprendizaje de otros contenidos curriculares dentro y a lo largo de los grados de escolaridad.

Por otra parte, es de resaltar que una de las oportunidades que ofrecen los materiales instruccionales como los OA, es la de contar con la ayuda de distintos recursos digitales que suministran la posibilidad de representar los contenidos disciplinares de manera diferente. En el caso particular de la química y del tópico de equilibrio químico dinámico, cuyos modelos teóricos pertenecen al nivel submicroscópico deben ser representados por ejemplo, con animaciones las cuales le permiten al estudiante articular de manera consciente el mundo fenomenológico con el molecular y así poder lograr una comprensión de la idea en consideración. De igual manera, las situaciones cotidianas que son importantes para que los estudiantes anclen sus conocimientos y continúen con el proceso de aprendizaje, pueden ser recreadas por medio de historietas, libros interactivos, líneas de tiempo, entre otros.

Por tanto, la serie de actividades de aprendizaje que están configuradas por medio de recursos digitales que son parte fundamental del diseño de las actividades a partir de las ideas del tópico de equilibrio químico y los objetivos por comprensión, las cuales están dentro de cada una de las fases del ciclo de aprendizaje del OA, brindan la oportunidad para que los estudiantes alcancen un aprendizaje de los conocimientos conceptuales y procedimentales.

No obstante, el OA de aprendizaje pueda que en algunos momentos no lo refleje, porque pese a que en algunas actividades es necesaria mayor participación de esta clase de recursos, dentro del proyecto CIER es limitado el uso de éstos, existiendo una cantidad máxima para cada OA. Condición tal, que el experto y el asesor pedagógico deben de tener en cuenta para poder suplir las necesidades utilizando otra clase de recursos.

En conclusión, las actividades de aprendizaje cuyo proceso de diseño ha estado informado por las teorías del aprendizaje, las teorías del diseño instruccional de Perkins, el conocimiento tecnológico, el conocimiento tecnológico-pedagógico junto con la literatura en educación en química, brindan la oportunidad a los estudiantes de internalizar las ideas que estructuran el tópico del equilibrio químico. Naturalmente, que esta meta de aprendizaje se alcanza gracias al conjunto de desempeños por comprensión que está secuenciados a lo largo de las diferentes fases del ciclo instruccional del OA.

3.1.4. EVALUACIÓN CONTINUA

El último principio de Perkins y Unger (1999) señala que la evaluación debe de ser una valoración continua durante todo el proceso educativo, cuestión tal, que el asesor y el experto pedagógico tienen muy en cuenta en el diseño del OA ¿En qué se parece el equilibrio físico y el equilibrio químico? Considerando que, se diseñan actividades donde el profesor y el mismo estudiante pueden ser conscientes del proceso de cada estudiante, por ejemplo: en la organización de grupos de discusión, donde el profesor puede pasar de manera reiterativa por cada uno de ellos identificando incidentes críticos; la exposición oral y escrita de sus interpretaciones sobre el fenómeno.

En consecuencia, a pesar que exista una etapa llamada tarea, no se concibe que el desarrollo de la misma sea el único aspecto de evaluación. Sino que por el contrario, desde el primer momento el profesor debe de tener una valoración del proceso de aprendizaje de cada uno de sus estudiantes y de esta manera, poder a tiempo hacer las modificaciones, sugerencias respectivas y lograr los objetivos de aprendizaje que se tengan.

3.2. RESULTADOS DEL DESARROLLO DE LOS PRINCIPIOS DE DISEÑO DEL OA.

Orientados por el panorama problemático que envuelve a los OA, el marco conceptual, metodológico y contextual de este estudio, se llevó a cabo el desarrollo de los cuatro principios de diseño de Perkins y Unger (1999), los cuales producen una serie de conocimientos sobre la enseñanza y el aprendizaje del tópico del equilibrio químico. Principios, que tuvieron como propósito central informar e iluminar el diseño y desarrollo del objeto de aprendizaje bajo consideración.

Conviene subrayar, que el Objeto de Aprendizaje del equilibrio químico se encuentra configurado por los siguientes elementos:

- 1 Manuscrito.
- 2 Material del estudiante.
- 3 Objeto de Aprendizaje (interfaz).

Los cuales se encuentran entrelazados de manera sistémica con el fin de asistir al profesor en la enseñanza y al estudiante durante el aprendizaje del tópico generativo en consideración. En este sentido, se representan de manera sucinta los anteriores productos:



3.2.1. EL MANUSCRITO

Es el formato a través del cual se representa y documenta de manera resumida el conocimiento construido acerca de la enseñanza y aprendizaje del tópico del equilibrio, el cual se ha generado a partir del desarrollo de los cuatro principios de diseño de Perkins y Unger (1999) ([ver manuscrito](#)). Este conocimiento juega un papel crítico durante la implementación y evaluación del OA ¿En qué se parece el equilibrio físico y el equilibrio químico? Es decir, en este documento se encuentran las actividades de aprendizaje y las intenciones de diseño que informan a la vez su construcción y secuenciación. Adicionalmente, se presentan las razones que permitieron la selección de las formas de representar las diferentes ideas que configuran el tópico del equilibrio químico, junto con la manera como se podría gestionar el aula durante la implementación del OA que el profesor podrá asumir o modificar de acuerdo a las necesidades e intereses de su contexto.



3.2.2. OBJETO DE APRENDIZAJE (INTERFAZ).

El Objeto de Aprendizaje es considerado el material instruccional que se encuentra estructurado por un conjunto de actividades de aprendizaje debidamente secuenciadas y temporalizadas, las cuales fueron representadas y mediadas por medio de recursos digitales. Cabe señalar, que el proceso de diseño y desarrollo de este material fue informado e iluminado por la serie de conocimientos sobre la enseñanza y el aprendizaje del tópico del equilibrio químico desarrollados previamente a través de los principios propuestos por Perkins y Unger y documentadas en el formato del manuscrito. De esta manera, se comienza a superar la brecha entre la teoría formulada por la investigación educativa y la práctica del diseño, situación que le confiere al Objeto de Aprendizaje coherencia curricular. Este material se puede encontrar en la siguiente dirección electrónica: http://contenidosparaaprender.mineducacion.gov.co/6_10/S/menu_S_610_U04_L03/



3.2.3. MATERIAL DEL ESTUDIANTE.

Cabe recordar, que los OA en el marco del proyecto CIER, no fueron diseñados para la enseñanza por medios virtuales sino presenciales. Por tanto, este material que como su nombre lo indica está dirigido a los estudiantes, es de apoyo para el desarrollo eficiente y efectivo del OA, debido a que:

- El estudiante podrá encontrar en totalidad la secuencia de actividades de aprendizaje para el tópico del equilibrio químico, ya que en algunas ocasiones el OA, aparecerán por ejemplo, solo algunas preguntas o ejercicios de una actividad.
- Es un material que contiene información disciplinar del tópico.
- Llegado el caso, donde las condiciones no sean favorables para proyectar el OA, por ejemplo, que en el salón de clase solo se tenga un computador y un solo video beam, los estudiantes pueden seguir el hilo conductor de éste, puesto que en este material se encuentran los guiones de videos y animaciones, las actividades...



4. CONCLUSIONES, APORTES Y RECOMENDACIONES FINALES

Los Objetos de Aprendizaje pueden llegar a ser de gran ayuda e impacto en el acto educativo, en la medida que sean diseñados bajo teorías del diseño instruccional que iluminen su construcción de forma curricularmente coherente, es decir, con un alcance y una secuencia. De manera tal, que el diseño de estos materiales instruccionales no puede hacerse aleatoriamente por expertos que no tienen conocimiento tanto de la disciplina del tópico generativo a desarrollar como del campo de la educación en ciencias, ya que si ésto ocurre, los OA pueden en lugar de ayudar a comprender los tópicos enseñados, propiciar el surgimiento de dificultades para aprender y el fortalecimiento de concepciones alternativas en los estudiantes, además, se abriría más la brecha que menciona Klopfer (1983), entre la teoría educativa producto de la investigación y la práctica educativa.

Así mismo, estos estudios de diseño también sirven para construir nuevos conocimientos sobre el aprendizaje y la enseñanza de un tópico específico, los cuales podrán ser utilizados por otros agentes educativos como: diseñadores curriculares, profesores e investigadores. En esta dirección, el diseño del Objeto de Aprendizaje del tópico generativo del equilibrio químico dinámico, ha generado un marco teórico que recoge las decisiones curriculares e instruccionales llevadas por el diseñador, las cuales están encarnadas en el documento del manuscrito que delinea la construcción del material del estudiante y Objeto de aprendizaje (como interfaz). Así pues, la interacción de estos instrumentos epistémicos configuran el modelo del OA del tópico generativo en consideración.

Cabe subrayar al respecto, que los primeros OA que fueron diseñados y desarrollados en el campo de la educación no estuvieron informados e iluminados por los marcos de las teorías del aprendizaje y del diseño instruccional. Esta situación, generó en ellos una falta de coherencia curricular, factor que es considerado

clave para asistir a los estudiantes en la comprensión conceptual de un tópico específico. Por tanto, con el propósito de comenzar a superar la anterior restricción, se toma la decisión de direccionar el diseño del OA desde los marcos teóricos de la teoría del diseño instruccional de Perkins y Unger (1999), Enseñanza y Aprendizaje para la Comprensión.

Dicha determinación se toma, como consecuencia a que esta perspectiva de diseño está sustentada en la asunción, que el desarrollo de la comprensión le permite al sujeto llevar a cabo pensamientos y acciones inteligentes apoyándose en los contenidos disciplinares necesarios para actuar cuando se enfrenta a una situación problemática particular.

En este sentido, la **teoría del diseño instruccional de Perkins y Unger (1999)** está configurada por cuatro principios de diseño, a saber:

- 1 Tópicos generativo.
- 2 Propósitos para la comprensión.
- 3 Desempeños para la comprensión.
- 4 Evaluación continua.

1

El **primer principio**, brindó la oportunidad de realizar un análisis al currículo prescripto, considerando que el tópico generativo a desarrollar es el equilibrio químico dinámico, resultado que se da a partir de la respectiva estructura lógica de los elementos de la enseñanza (contenido, grado, objetivo de aprendizaje, habilidades y conocimientos); así mismo, en este principio se investigó el valor y la pertinencia del tópico para la enseñanza y aprendizaje, arrojando que es importante ya que está vinculado a otros contenidos de la química y que adicionalmente, su comprensión es base para interpretar otros. Por último, en este primer principio se hace otro análisis, esta vez de carácter pedagógico a la serie de habilidades y conocimientos, permitiendo desempacar las ideas que estructuran el tópico, para agruparlas y secuenciarlas, y así direccionar la construcción de las futuras actividades.

2

El **segundo principio**, permitió analizar y definir cuáles son los objetivos de aprendizaje que busca lograr el OA ¿En qué se parece el equilibrio químico y el equilibrio físico? Y además, de cómo podrían éstos lograrse, resultados que se se obtuvieron debido a la consulta de las principales dificultades y recomendaciones que hacen las investigaciones al respecto de la enseñanza y aprendizaje del equilibrio químico dinámico, y que contribuyeron de manera sustancial en la construcción de los materiales que involucran el OA.

3

En el **tercer principio**, se consideraron los elementos de la enseñanza que deben de tenerse en cuenta en el desarrollo de las actividades en ciclo de aprendizaje, tales como: desempeños por comprensión, contenidos conceptuales, contenidos procedimentales y posibles recursos digitales.

4

Y para finalizar, el **cuarto principio**, desarrolla los aspectos de la evaluación continua y cómo esta puede ser desarrollada a través del OA.



Ahora bien, el conjunto de conocimientos de dominio específico que se generan del desarrollo de cada uno de estos principios de diseño desde Perkins y Unger (1999), fue representado y documentado a través del formato denominado, **manuscrito**, prescripto por el MEN. Desde luego, que esta clase de conocimiento representado en el manuscrito informó la construcción de manera coherente el Objeto de Aprendizaje del equilibrio químico dinámico a través de su interfaz y del material del estudiante. Es decir, fue un documento esencial para la construcción de los elementos que componen el Objeto de Aprendizaje dentro del Proyecto del CIER SUR.

Además, cabe destacar con respecto al manuscrito es la importancia que también tiene en la orientación para la implementación del OA y su reuso. En vista de que, una de las grandes dificultades que presenta la reutilización de los OA es la falta de información pedagógica, de las intenciones curriculares e instruccionales que tuvo en cuenta el diseñador para elaborar dicho material, aspecto problemático que de alguna manera con este documento puede ser superado. Teniendo en cuenta que, el manuscrito posee información sobre las intenciones de diseño de cada actividad, estrategias de enseñanza sugeridas, la representación de contenidos a través de recursos digitales, gestión de clase.

De igual modo, no cabe duda que para el proceso de diseño del OA, no solo se requiere un fundamento teórico del campo de la educación sino también un trabajo de carácter interdisciplinar, cuestión tal que se resalta del componente de producción de materiales del proyecto CIER SUR. Pues bien, los dos equipos que se conformaron (equipo de diseño pedagógico y equipo de desarrollo) fueron fundamentales para que estos materiales se elaboraran con la mayor calidad posible, hubo una constante comunicación entre los miembros de los dos grupos que facilitó que en la mayoría de los casos lo desarrollado sí reflejara las intenciones pedagógicas con las que se habían propuesto.

Habría que decir también, que el proyecto CIER SUR contó con distintos formatos de recursos digitales que se ofertaban para que el asesor y el experto pedagógico enriquecieran su diseño y mediaran las actividades de aprendizaje, característica propia de los OA. Cabe señalar, que para el proceso de selección de recursos se tenían en cuenta criterios, tales como: la naturaleza del contenido, los objetivos de aprendizaje, las fortalezas y debilidades del recurso. Sin embargo, es necesario

Por tanto, el diseñador que reutilizará el OA puede tomar decisiones informadas para ensamblar un nuevo OA donde su respectivo diseño cuente con un alcance y una secuencia, con una coherencia curricular. De modo que, el manuscrito suple en cierta medida la carencia de información en el metadato de carácter curricular e instruccional.

recaltar que en el marco del proyecto CIER SUR la cantidad a utilizar por cada uno de estos materiales era limitado, en consecuencia, específicamente en este OA ¿En qué se parece el equilibrio físico y el equilibrio químico? afectó para la propuesta de algunas actividades donde el experto y el asesor pedagógico sugerían el uso de éstos, afectando la calidad de la actividad, ya que por ejemplo animaciones, permitían lograr la representación a nivel submicroscópico que es una vía clave que varias investigaciones de aprendizaje y enseñanza del equilibrio químico recomiendan utilizar.

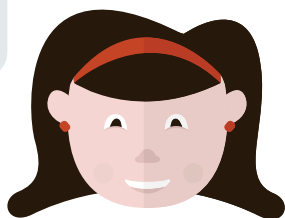
Por otro lado, hay que mencionar que en este trabajo al hacer la investigación sobre qué es un Objeto de Aprendizaje y el análisis de la definición del Ministerio de Educación Nacional con las que trabajaron los CIER, se pudo concluir después del desarrollo estos materiales, que no cumplen la principal característica que

hace al mismo tiempo distintivo los OA a cualquier otro material instruccional de carácter tecnológico, la reutilización. **Considerando que, estos materiales no se pueden descomponer en sus partes para poder ensamblarlos y elaborar nuevos, según sea la necesidad del profesor y/o diseñador.** Es decir, uno de los mayores beneficios que ofrecen los OA, en el marco del proyecto CIER no se estaría aprovechando, ya que no pueden ser reusados muchas veces, cuestión tal que ahorraría tiempo y dinero.

Por tanto, se recomienda para futuros proyectos que los OA no se pueden desarrollar con **lenguajes de programación tan robustos.** Debido a que, pocos son los profesores que tienen conocimientos para poder entenderlos y descomponerlos en sus partes y de esta manera seleccionar lo que crean necesario y útil de acuerdo a las necesidades contextuales, disciplinares y pedagógicas con el fin de desarrollar los objetivos de aprendizaje por comprensión.

Para terminar, otro aspecto que hay que señalar es la **poca flexibilidad de cambio al currículum prescripto que suministró el MEN** para la realización del componente producción de materiales digitales, representados en la malla curricular. Pues bien, a pesar que la literatura sobre Objetos de Aprendizaje recomienda que éstos deben de tener una granularidad baja, los conocimientos y habilidades que debía de alcanzar este OA al ser extensos y numerosos lo convertían de granularidad alta, situación tal, que afectó el desarrollo en profundidad de algunos de ellos.

En conclusión, se espera que este manual conceptual y metodológico del diseño del OA del tópico del equilibrio químico, sea relevante para que agentes educativos puedan contar con este tipo de información. Hay que recordar, que a pesar que el MEN hace ya más de una década está desarrollando proyectos para mediar el acto educativo con los OA, no se cuenta con información suficiente para informar a los futuros usuarios sobre qué es un objeto de aprendizaje, desde qué marcos teóricos provienen, cómo pueden ser diseñados, usados y reutilizados; por tanto, este material puede contribuir a la carencia de este tipo de conocimientos, además que éstos, podrían ser de ayuda para tener parámetros de valoración y de esta manera ser crítico frente a lo que se diseña y se cataloga como un Objeto de Aprendizaje.





5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Astudillo, G., (2011). *Análisis del estado del arte de los objetos de aprendizaje. Revisión de su definición y posibilidades* (tesis de especialización). Universidad Nacional de la Plata, Buenos Aires, Argentina. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/4212/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Bermúdez, G., y De Longhi, A. (2011). *Niveles de comprensión del equilibrio químico en estudiantes universitarios a partir de diferentes estrategias didácticas*. Revista electrónica de enseñanza de las ciencias, 10 (2) 264-288. Recuperado de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen10/ART3_VOL10_N2.pdf
- Callejas, M., Hernández, E., y Pinzón, J. (2011). *Objetos de aprendizaje, un estado del arte*. Entramado, 7 (1), 176-189. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=265420116011>
- Chiappe, A., Segovia, Y., y Rincón, H., (2007). *Toward an instructional design model based on learning objects*. Education Tech Research Dev, 55 (6) 671-681. doi: 10.1007/s11423-007-9059-0
- CIER CENTRO (2015). *Centro de Innovación Educativa Regional- Centro*. Recuperado de: <http://www.ciercentro.edu.co>
- CIER SUR (2014). *Centro de Innovación Educativa Regional- Sur*. Santiago de Cali, Colombia. Centro de Innovación Educativa Regional Sur 2016. Recuperado de <http://ciersur.univalle.edu.co/>
- Confrey, J., (2005). *The Evolution of Design Studies as Methodology*. The Cambridge Handbook of the Learning Sciences. Cambridge University.
- Gibbons, a., Nelson, J., & Richards, R., (2000). *The nature and origin of instructional objects*. En The Instructional Technology. Association for Instructional Technology. Recuperado de: <http://reusability.org/read/chapters/gibbons.doc>
- Gómez, M., (1996). *Ideas y dificultades en el aprendizaje de la química*. Revista Alambique (7) 37-44.
- Hodgins, W., (2000). *Into the future*. Citado por Wiley, D., (2000). *Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, metaphor, and a taxonomy*. En D.A. Wiley, ed., the instructional use of learning objects. Recuperado de: <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>
- IEEE. (2002). *Learning object metadata (LOM)*. Citado por Treviño, M., (2011). *Objetos de aprendizaje. Guía metodológica para el diseño y evaluación de objetos de aprendizaje basados en los principios de individualización y personalización*. Zamora, España: Comunicación social ediciones y publicaciones.
- Kind, V., (2004). *Más allá de las apariencias: Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de la química*. México, D.F. Editorial Santillana.

Referencias Bibliográficas

- Klopfer, L., (1983). *Research and the crisis in science education*. Science Education, 67 (3) 283-284.
- Leal, D., (2009). *Objetos de aprendizaje: cuatro años después*. En Pontificia Universidad Javeriana (Ed.), *Objetos de aprendizaje. Prácticas y perspectivas educativas*. (pp.11-34). Santiago de Cali. Univirtual. Recuperado de http://portales.puj.edu.co/javevirtual/portal/Documentos/Publicaciones/Publicacion_2009.pdf
- Ministerio de Educación Nacional (2009). *¿Qué es un objeto de aprendizaje?* Medellín, Colombia., Programa integración de tecnologías a la docencia. Universidad de Antioquia. Recuperado de: <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/men/oac1.html>
- Ministerio de Educación Nacional. (2012). *Recursos Educativos Digitales Abiertos*. Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia. Graficando Servicios Integrados. Recuperado de: http://www.colombiaprende.edu.co/html/home/1592/articles-313597_reda.pdf
- Perkins, D., y Unger, C., (1999). *Enseñanza y aprendizaje por comprensión*. En C. Reigeluth (Ed.). *Theories and models. A new paradigm of instructional theory* Volume II. (pp. 91 – 115). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Polsani, P., (2003). *Use and Abuse of Reusable Learning Objects*. Citado por Astudillo, G., (2011). Análisis del estado del arte de los objetos de aprendizaje. Revisión de su definición y posibilidades (tesis de especialización). Universidad Nacional de la Plata, Buenos Aires, Argentina. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/4212/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Reigeluth, C. M. & Nelson, L. M. (1997). *A new paradigm of ISD*. Citado por Wiley, D., (2000). *Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, metaphor, and a taxonomy*. En D.A. Wiley, ed., *the instructional use of learning objects*. Recuperado de: <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>
- Reigeluth, C., (1999). *What is Instructional design theory and how is it changing*. En C. Reigeluth (Ed.). *Theories and models. A new paradigm of instructional theory* Volume II. (pp. 5-29). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Rocha, A., García, E., Fernández, R., y Domínguez, J., (2000). *Dificultades en el aprendizaje de equilibrio químico*. Revista de Estudios e Experiencias Educativas, 16, 163-178.
- Roux, A., (2009). Prólogo. En Pontificia Universidad Javeriana (Ed.), *Objetos de aprendizaje. Prácticas y perspectivas educativas*. (pp.7-8). Santiago de Cali: Univirtual. Recuperado de http://portales.puj.edu.co/javevirtual/portal/Documentos/Publicaciones/Publicacion_2009.pdf
- Tibana, G., (2009). *Gestión de contenidos educativos en educación superior*. En Pontificia Universidad Javeriana (Ed.), *Objetos de aprendizaje. Prácticas y perspectivas educativas*. (pp.11-34). Santiago de Cali: Univirtual. Recuperado de http://portales.puj.edu.co/javevirtual/portal/Documentos/Publicaciones/Publicaciones/Publicacion_2009.pdf
- Treviño, M., (2011). *Objetos de aprendizaje. Guía metodológica para el diseño y evaluación de objetos de aprendizaje basados en los principios de individualización y personalización*. Zamora, España: Comunicación social ediciones y publicaciones.
- Trindade, G., y Serrano, A., (2014). *Equil: un objeto para ensino de equilibrio químico*. Universidad Lutenara do Brasil. Porto alegre. Brasil. p. 651 – 654.
- Urda, T., y Weggen, C., (2000). *Corporate e-learning: Exploring a new frontier*. Citado por Wiley, D., (2000). *Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, metaphor, and a taxonomy*. En D.A. Wiley, ed., *the instructional use of learning objects*. Recuperado de: <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>
- Wiley, D., (2000a). *Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, metaphor, and a taxonomy*. En D.A. Wiley, ed., *the instructional use of learning objects*. Recuperado de: <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>
- Wiley, D., (2000b). *Learning objects design and sequencing theory* (tesis doctoral). Brigham Young University. Estados Unidos. Recuperada de <https://opencontent.org/docs/dissertation.pdf>
- Zapata, M., (2005). *Secuenciación de contenidos y objetos de aprendizaje*. RED Revista de Educación a Distancia. (2) p. 1 – 39. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54709510>

El diseño de materiales instruccionales no puede realizarse de manera aleatoria. Por el contrario, debe de tenerse en cuenta para ello, elementos de la enseñanza y de la investigación del campo educativo que orienten con mayor probabilidad que el proceso de enseñanza y aprendizaje, sea eficaz y efectivo. En pro de lo anterior, cada vez más se establece en dicho campo, la línea de investigación del diseño educativo, que en últimas, su principal objetivo es desvanecer la brecha que existe entre las teorías educativas producto de la investigación y la práctica educativa.

Ahora bien, uno de estos materiales son los llamados Objetos de Aprendizaje (OA) los cuales son fuertemente criticados por no tener en cuenta para su diseño, las Teorías del Diseño Instruccional. Las cuales otorgan los principios de diseño que informaran las decisiones instruccionales y curriculares sobre cómo enseñar dicho contenido científico específico. Por tal motivo el presente documento, busca ser un manual que brinde una propuesta teórica y metodológica para el diseño de los OA, desde un caso particular dentro del proyecto CIER SUR, a través del OA titulado ¿En qué se parece el equilibrio químico y el equilibrio físico? teniendo en cuenta la Teoría de Diseño Instruccional de la “Enseñanza y Aprendizaje para la Comprensión” de Perkins y Unger, en el tópico generativo de equilibrio químico dinámico para estudiantes de educación media.

Es decir, este documento tiene un marco teórico y propone un marco metodológico para direccionar la heurística que se debe de seguir con el fin de diseñar y desarrollar el OA. Adicionalmente, este manual brinda elementos generales acerca de la naturaleza de los OA otorgando así luces a los profesores para implementar y evaluar de manera crítica estos materiales instruccionales.



Angela Garay Talero

Nacida en la ciudad de Jamundí, Licenciada en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad del Valle. Experiencia como experta pedagógica en el proyecto CIER SUR.

Boris Fernando Candela

Nacido en la ciudad de Santiago de Cali, es profesor de la Universidad del Valle y en la Institución Educativa Eustaquio Palacios. Licenciado en Biología y Química de la Universidad Santiago de Cali, magister en Educación con énfasis en Ciencias, Universidad del Valle. Pertenece al grupo de investigación interinstitucional, Ciencias Acciones y Creencias, donde ha participado como investigador en diversos estudios sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, obteniendo como resultado la publicación de artículos y libros en este campo del conocimiento.

Robinson Viafara Ortiz

Es un educador en Ciencias Naturales. Nació en la ciudad de Santiago de Cali. Tiene título de pregrado en Licenciatura en Biología y Química y de postgrado en especialización en la enseñanza de las Ciencias Naturales y Maestría en educación con énfasis en Ciencias Naturales. Se desempeña profesionalmente como Profesor Titular del Instituto de Educación y Pedagogía de la Universidad del Valle, hace parte del grupo interinstitucional de investigación Ciencias Acciones y Creencias UPN-UV, donde ha participado como investigador en diversas investigaciones sobre la enseñanza de las Ciencias Naturales obteniendo como resultado la publicación de diversos artículos y libros en este campo del conocimiento.