

ACTIVIDAD CONJUNTA EN UNA UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA Y
EL APRENDIZAJE DE PRINCIPIOS DE ELECTROQUÍMICA EN UN ENTORNO
BIMODAL

SANDRA VIVIANA GARCÍA VALENCIA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE PSICOPEDAGOGÍA
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN
PEREIRA
2012

ACTIVIDAD CONJUNTA EN UNA UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA Y
EL APRENDIZAJE DE PRINCIPIOS DE ELECTROQUÍMICA EN UN ENTORNO
BIMODAL

SANDRA VIVIANA GARCÍA VALENCIA

Informe final de investigación para optar por el título de Magíster en Educación

Directora:

Martha Cecilia Gutiérrez Giraldo
Posdoctora en Psicología de la educación

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE PSICOPEDAGOGÍA
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN
PEREIRA
2012

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	10
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
2. OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GENERAL	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3. REFERENTE TEÓRICO CONCEPTUAL	19
3.1 INTERACTIVIDAD E INFLUENCIA EDUCATIVA	19
3.1.1 Las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje	25
3.2 LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA	32
3.2.1 Las TIC en la enseñanza y el aprendizaje de la química	41
3.2.2 Enseñanza y aprendizaje de la electroquímica	45
4. DISEÑO METODOLÓGICO	49
4.1 ENFOQUE METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN	49
4.2 LA SITUACIÓN DE OBSERVACIÓN	52
4.3 PROCEDIMIENTO PARA OBTENER INFORMACIÓN	52
4.4 PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	55
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS	57
5.1 RESULTADOS VINCULADOS AL DISEÑO TECNOPEDAGÓGICO	57
5.1.1 Diseño tecnopedagógico de la UD	57

5.2 RESULTADOS VINCULADOS AL ANÁLISIS DE LAS FORMAS DE ORGANIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD CONJUNTA DE LA UD	61
5.2.1 Formas de organización de la actividad conjunta de la UD	62
5.2.1.1 Los Segmentos de Interactividad, SI	62
5.2.1.1.1 SI de Aportación de Información	62
5.2.1.1.2 SI de Elaboración Orientada	64
5.2.1.1.3 SI de Elaboración no Orientada	70
5.2.1.1.4 SI de Organización Grupal	73
5.2.1.2 Las Configuraciones de Segmentos de Interactividad, CSI	75
5.2.1.2.1 CSI de Realización Orientada de una Tarea	75
5.2.1.2.2 CSI de Ejecución de una Tarea	76
5.2.2 Evolución de las formas de organización de la actividad conjunta en la UD	77
5.2.2.1 Evolución de la estructura de la actividad conjunta en la UD	77
5.2.2.2 Evolución de la actividad conjunta al interior de los pequeños grupos	81
5.3 DESCRIPCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE AYUDA EN LA UD	83
5.3.1 Dispositivos de ayuda a priori	83
5.3.2 Dispositivos de ayuda durante el proceso	85
5.3.2 Dispositivos de ayuda a posteriori	90
6. DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	92
7. CONCLUSIONES	104
8. RECOMENDACIONES	106
BIBLIOGRAFÍA	107
ANEXOS	115

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Presencia de los SI de Aportación de Información en las sesiones presenciales	63
Tabla 2. Presencia de los SI de Elaboración Orientada en las sesiones Presenciales	65
Tabla 3. Presencia de los SI de Elaboración Orientada en el foro del aula virtual	66
Tabla 4. Presencia de los SI de Elaboración Orientada en el chat del aula virtual	66
Tabla 5. Presencia de los SI de Elaboración no Orientada en las sesiones Presenciales	71
Tabla 6. Presencia de los SI de Elaboración no Orientada en el foro del aula virtual	71
Tabla 7. Presencia de los SI de Elaboración Orientada en el chat del aula virtual	72
Tabla 8. Presencia del SI de Organización Grupal en el foro del aula virtual	74
Tabla 9. Presencia de las CSI de Realización Orientada de una Tarea	76
Tabla 10. Presencia de las CSI de Ejecución de una Tarea	77
Tabla 11. Descripción de Dispositivos de ayuda durante el proceso en el foro	87

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Actuaciones características en los SI de Aportación de Información	63
Cuadro 2. Actuaciones características en los SI de Elaboración Orientada	67
Cuadro 3. Actuaciones características en los SI de Elaboración no Orientada	72
Cuadro 4. Actuaciones características en el SI de Organización grupal	74

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Disposición del aula virtual de la UD	59
Figura 2. Diagrama del diseño tecnopedagógico de la UD	61
Figura 3. Mapa de Interactividad de la UD	80

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Diseño tecnopedagógico de la Unidad Didáctica Principios de electroquímica	116
Anexo B. Formato para los autoinformes docentes	136
Anexo C. Formato del cuestionario inicial para estudiantes	138
Anexo D. Formato del cuestionario final para estudiantes	140

RESUMEN

La investigación ejecutada pretende interpretar las formas de organización de la actividad conjunta generadas por los participante en el desarrollo de una Unidad Didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de Principios de Electroquímica, en un entorno bimodal (presencial y virtual), en la asignatura Química II de la Escuela de Química de la Universidad Tecnológica de Pereira.

La investigación se referencia teóricamente desde la concepción constructivista de la enseñanza y del aprendizaje escolar, el análisis de la interactividad, la influencia educativa, las TIC como mediadoras de los procesos de construcción del conocimiento, la construcción del conocimiento científico, la enseñanza y el aprendizaje de la química y de la electroquímica a nivel universitario, la planeación de unidades didácticas basadas en diseños tecnopedagógicos y la construcción colaborativa del conocimiento.

Metodológicamente es una investigación interpretativa, se trata de un estudio de caso único cuya unidad de observación, análisis e interpretación es la Unidad Didáctica Principios de Electroquímica. Sigue los fundamentos de la teoría del análisis de la interactividad para obtener, analizar e interpretar los resultados.

Los resultados obtenidos describen las formas de organización de la actividad conjunta desarrollada por la profesora y los estudiantes alrededor de los contenidos y tareas de la Unidad Didáctica planeada y ejecutada complementando la habitual presencialidad con la utilización de recursos comunicativos de un aula virtual creada en la plataforma educativa Moodle.

Se detallan los puntos de encuentro y discrepancia entre el diseño planeado y el ejecutado, se catalogan dentro de una tipología específica los usos de las TIC, se analiza esta práctica educativa particular a la luz de la teoría y se establecen conclusiones sobre las formas de organización de la actividad conjunta que se generaron bajo las condiciones de la investigación.

Palabras clave: socioconstructivismo, interactividad, formas de organización de la actividad conjunta, diseño tecnopedagógico, enseñanza y aprendizaje de la química, entorno educativo bimodal, usos educativos de las TIC.

INTRODUCCIÓN

Desde una perspectiva constructivista de orientación sociocultural se analiza la interactividad, definida como las formas de organización de la actividad conjunta que establecen los participantes de un acto educativo alrededor de una tarea o un contenido de aprendizaje; de igual manera, el análisis de la interactividad permite indagar sobre la influencia educativa que se ejerce como medio de facilitación de la construcción conjunta de conocimientos que entablan los participantes y, en esta investigación en particular el análisis de los usos reales y efectivos de las TIC y su papel como mediador de los procesos de construcción que se emprenden.

En este documento se presenta la investigación educativa “Formas de organización de la actividad conjunta en una unidad didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de Principios de electroquímica en un entorno bimodal”. La cual se realizó en el marco de un proyecto que indaga sobre el análisis de la interactividad, los mecanismos de influencia educativa y los usos pedagógicos de las TIC, con la finalidad de mejorar las prácticas educativas en diversos niveles educativos y en varios contenidos curriculares.

Esta investigación se propone interpretar las formas de organización de la actividad conjunta generadas por los participante de una Unidad Didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de Principios de Electroquímica, en un entorno bimodal (presencial y virtual), en la asignatura Química II de la Escuela de Química de la Universidad Tecnológica de Pereira.

La interpretación de los resultados permite contrastar la unidad didáctica planeada de acuerdo a las condiciones de un diseño tecnopedagógico, los resultados de la interactividad generada durante la aplicación de ese diseño y el marco teórico del cual se referencia la investigación; de esta manera se hace un análisis reflexivo de esta práctica educativa particular y se permite obtener puntos de partida para la transformación positiva de las prácticas educativas generales.

Este documento se ha organizado de la siguiente manera, al inicio se define el problema de investigación mientras se justifica la investigación, luego se proponen los objetivos, se presenta el marco teórico dentro del cual se establece y en el cual se soporta la investigación. Posteriormente se detalla el diseño metodológico seguido durante la investigación, luego se presentan los resultados obtenidos, su análisis y su discusión e interpretación a la luz de la teoría. Finalmente se muestran las conclusiones y las recomendaciones que esta investigación aporta.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El conocimiento sobre la naturaleza es un resumen de esfuerzos colectivos que tiene como objeto descubrir el orden en la naturaleza y averiguar las causas que gobiernan ese orden¹. Aunque suena muy tentador acercarse a este conocimiento, partiendo de nuestra curiosidad y nuestro deseo innato por conocer, la realidad y nuestra percepción de ella, parecen advertir que el entendimiento de los fenómenos científicos nos es ajeno y que acercarnos al estudio de las *ciencias naturales* conllevará una sensación de desasosiego y tal vez de frustración.

Desde la práctica podemos intuir lo que la investigación comprueba, existe una crisis en la educación científica en la cual, los profesores son testigos del limitado éxito de sus esfuerzos docentes y los estudiantes cada vez aprenden menos y se interesan menos por lo que aprenden. De modo sintético se puede afirmar que existen problemáticas para el aprendizaje de las ciencias, las cuales podríamos resumir en concepciones no científicas muy persistentes y pérdida de sentido del conocimiento científico, las cuales son directamente consecuencia de la enseñanza recibida, provocando en los estudiantes actitudes inadecuadas con respecto al trabajo científico, además de falta de motivación o interés por su aprendizaje y poca valoración por sus saberes, para concluir en una falta de motivación de los estudiantes por el aprendizaje de la ciencia. Decadencia impulsada por una inadecuada instrucción científica y unos impertinentes currículos, para finalizar en el deterioro de la educación científica del que somos testigos, un desfase entre la formación que los estudiantes jóvenes demandan y necesitan y la oferta educativa que se les ofrece y que reciben².

En el caso específico de la enseñanza y el aprendizaje de la química a nivel universitario las investigaciones son menos abundantes que en otras áreas científicas, pero existe un conjunto numeroso de estudios que acreditan la existencia de fuertes dificultades en el aprendizaje de esta materia, que persisten incluso después de largos e intensos periodos de instrucción. La respuesta a ¿por qué es tan difícil aprender química? Tiene que ver con la interacción entre las características específicas de la asignatura y la forma en que los estudiantes aprenden³.

Aunque, se sabe que es posible que los estudiantes lleguen a aprender algo de química y que aprenden con muchas dificultades y mucho menos de lo que se espera o se pretende; también es sabido que si se conocen las dificultades que tienen y el origen más probable de estas, se podrá mejorar ese aprendizaje.

¹ GARCIA-MILÀ, Mercé. La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias físiconaturales: una perspectiva psicológica". En: COLL, C; PALACIOS, J. Y MARCHESI, A. (Comps.) Desarrollo psicológico y educación, 2. Psicología de la educación escolar. 2 ed. Madrid: Alianza Editorial, 2007. P. 528

² POZO, Juan Ignacio. y GÓMEZ, Miguel Angel. Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Quinta edición. Madrid: Ediciones Morata, 2006. p. 18

³ Ibid

En cuanto a lo anterior, Pozo y Gómez⁴ ilustran cómo la comprensión de la química implica un cambio en la lógica a partir de la cual el estudiante organiza sus ideas, un cambio en el conjunto de objetos asumidos en su propia teoría y un cambio en el marco en que inscribe los conceptos implicados; y que estos cambios requieren de la ayuda ajustada del profesor que participa en la formación de los estudiantes e influye en la construcción del conocimiento científico de química.

Por su parte, Coll y otros⁵ evidencian que si se quiere comprender qué aprenden finalmente unos estudiantes en una clase determinada y cómo lo aprenden, el interesado se tiene que sumergir en un análisis de lo que sucede en dicha clase; se tiene que analizar cómo los estudiantes y el profesor organizan su actividad conjunta, cuáles son los contenidos y las tareas que vertebran las actividades de enseñanza y aprendizaje en el aula; entre otros. Este análisis es imprescindible para comprender qué han aprendido realmente los estudiantes gracias a la ayuda que han recibido de su profesor, como consecuencia de la influencia educativa que sobre ellos éste ha ejercido.

Desde estas dos perspectivas complementarias visualizar la necesidad de “ayuda ajustada” en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química, nos remite al estudio de los procesos de influencia educativa eficaz, un foco fundamental de interés, puesto que su comprensión resulta imprescindible para que se pueda realmente ofrecer criterios concretos y eficaces de actuación a los profesores y a otros agentes educativos, y que dichos criterios les sean de utilidad a la hora de reflexionar sobre su práctica y diseñar actuaciones que permitan innovar y mejorarla; adicionalmente, esta ayuda ajustada se da en el marco de la interactividad, o de las formas de organización de la actividad conjunta en torno al contenido o tarea de aprendizaje y enseñanza, por lo cual su análisis constituye un aspecto esencial e irrenunciable para una mejor comprensión de la práctica educativa.

La reflexión sobre las prácticas educativas se pretende desde el análisis de las formas y pautas de interacción que profesores y estudiantes, desarrollan en los contextos de práctica en que participan conjuntamente⁶, lo cual justifica el análisis de la interactividad como punto de partida para la reflexión y mejora de las prácticas educativas.

Los procesos, mecanismos y dispositivos de influencia educativa insertos dentro del análisis de la interactividad se han venido estudiando, desde una perspectiva psicoeducativa de inspiración constructivista y socio-cultural por el *Grupo de Investigación en Interacción e Influencia Educativa* (GRINTIE), adscrito al

⁴ Ibid. p. 153

⁵ COLL, César, *et al.* Actividad conjunta y habla: una aproximación al estudio de los mecanismos de influencia educativa. *En*: Infancia y Aprendizaje. 1992, no. 59-60

⁶ COLL, C.; ONRUBIA, J. y MAURI, T. Ayudar a aprender en contextos educativos: el ejercicio de la influencia educativa y el análisis de la enseñanza. *En*: Revista de educación No. 346. [En línea] Mayo-Agosto 2008. España.

Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación de la Universidad de Barcelona.

Para tratar las problemáticas del deterioro de la educación científica del que somos testigos, y que se comentó antes, además de subsanar las consecuencias de la inadecuada instrucción científica y de la incorrecta orientación dada por la enseñanza; se requiere superar el desfase entre la formación que los estudiantes jóvenes demandan y necesitan, la distancia entre la oferta educativa que se les ofrece y que reciben, así como fomentar su motivación y diseñar currículos pertinentes.

Se denota la necesidad de prácticas educativas modificadas, puesto que, las ciencias que se enseñan deben cambiar para orientarse hacia los cambios de la sociedad y a las demandas formativas de los estudiantes; de allí surgen las propuestas de recurrir a formatos educativos que se pueden relacionar íntimamente con los procesos de enseñanza y aprendizaje de las disciplinas científicas; porque, la construcción del conocimiento científico guarda relación con la evolución de las propias disciplinas y con el aprendizaje de estas en cuanto a los procesos psicológicos que requiere y en la forma en que se divulga en la sociedad de la información y del conocimiento.

Para dar cumplimiento a los requerimientos recién comentados, se ha planteado involucrar las Tecnologías de la Información y la Comunicación, TIC, para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Involucrar las TIC a la educación, en todos los niveles, se ha convertido en un reto que han asumido organizaciones a nivel mundial, regional, nacional y local.

Por su parte la UNESCO⁷ reconoce que las TIC ofrecen un variado espectro de herramientas que pueden ayudar a transformar las clases actuales –centradas en el profesor, aisladas del entorno y limitadas al texto de clase– en entornos de conocimiento ricos, interactivos y centrados en el estudiante. Así mismo; la Organización de Estados Iberoamericanos, OEI⁸ propone un mejoramiento de la calidad de los procesos de enseñanza y de aprendizaje procurando cubrir la mayor parte de las necesidades de contenidos pedagógicos del currículo con nuevos objetos de enseñanza y aprendizaje digitales. Por su parte; el Ministerio de Educación Nacional⁹ de la República de Colombia establece las líneas de acción que ayudan en la consolidación de comunidades educativas que apropien y pongan en marcha nuevos paradigmas apoyados con tecnología, para dar solidez a las políticas de cobertura, calidad y eficiencia de la Revolución Educativa a nivel de la educación preescolar, básica, media y superior; promoviendo la formación permanente de los docentes en TIC y ligada al mejoramiento de la calidad de su labor profesional, asegurando la calidad en la continuidad del proceso de formación e innovación de las prácticas pedagógicas. En un sentido equivalente,

⁷ UNESCO. (2004) Las tecnologías de la información y la comunicación en la formación docente

⁸ ORGANIZACIÓN DE ESTADOS IBEROAMERICANOS (2009). Metas educativas 2021

⁹ MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Proyectos estratégicos de la Revolución Educativa.

la Universidad Tecnológica de Pereira¹⁰ tiene contemplado dentro de su plan educativo institucional convertir como nota característica de la cultura organizacional, el manejo de las Tecnologías de Información y Comunicación que fomenten la presentación de propuestas b-learning y e-learning.

Se invita a aprovechar las potencialidades de las TIC al ser introducidas al ambiente educativo habitual, no como simple instrumento, sino como herramientas mediadoras semióticas de los procesos educativos, y facilitadoras de las interacciones entre profesor, estudiantes y contenidos. Pues, como lo afirma Coll¹¹ “no es en las TIC sino en las actividades que llevan a cabo profesores y estudiantes gracias a las posibilidades de comunicación, intercambio, acceso y procesamiento de la información que les ofrecen las TIC, donde hay que buscar las claves para comprender y valorar el alcance de su impacto sobre la educación escolar, incluido su eventual impacto sobre la mejora de los resultados del aprendizaje”. Se aclara la pretensión de involucrarlas en contextos educativos bimodales, también llamados híbridos, mixtos, b-learning ó blended-learning; ambientes que involucran el habitual entorno presencial acompañado por un entorno virtual para la enseñanza y el aprendizaje.

La pretensión de valorar el desarrollo de la actividad conjunta en un entorno educativo bimodal, sitúa el interés en valorar cómo las características y herramientas tecnológicas del entorno, y las características del diseño instruccional previsto, prohíben, dificultan, permiten, promueven u obligan a los participantes a implicarse en determinadas formas de organización de la actividad conjunta. Por lo cual se evita considerar que la inclusión de las TIC a las prácticas educativas constituye, en sí misma y necesariamente, una mejora de calidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje; igualmente se evita centrar la discusión sobre la incorporación de las TIC a los procesos de enseñanza y aprendizaje en los aspectos tecnológicos más que en los propiamente educativos.

La unidad didáctica que se determina como unidad de observación, análisis e interpretación de la interactividad, se involucra luego en la elaboración de un diseño tecnopedagógico de los procesos de enseñanza y aprendizaje, el cual aplicado en un ambiente educativo bimodal, consiste en la conjugación de las restricciones y posibilidades derivadas de las características de los recursos tecnológicos que constituyen el entorno virtual y del diseño instruccional establecido para la enseñanza y aprendizaje, aspectos que pueden actuar en diversas direcciones y con diferentes grados de intensidad sobre las formas de organizar la actividad conjunta por parte de profesor y estudiantes.

¹⁰ UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA. Guía metodológica para el diseño y rediseño de programas académicos de la Universidad tecnológica de Pereira. Lineamientos generales.

¹¹ COLL, César. Psicología de la educación y prácticas educativas mediadas por las tecnologías de la información y la comunicación: Una mirada constructivista.

El diseño tecnopedagógico elaborado, siguiendo lo planteado por Onrubia¹², presta especial atención a la creación de contextos que faciliten y promuevan las condiciones para que el profesor pueda ofrecer una ayuda ajustada a los aprendices, y pueda desarrollar con éxito los ajustes interaccionales que constituyen el núcleo de los procesos y mecanismos de influencia educativa que concretan esa ayuda ajustada.

Así, las TIC y los recursos tecnológicos que se pretende adjuntar a la tradicional presencialidad, son usadas propiciando que el profesor pueda seguir de manera continuada el proceso de aprendizaje del estudiante y ofrecer ayudas dinámicas, sensibles y contingentes, a ese proceso, de esta manera se aprovechan y explotan los rasgos de las TIC como sistema semiótico de comunicación y representación que permiten al profesor ayudar más y mejor a los estudiantes.

Siendo así, la comprensión de las interrelaciones entre el diseño tecnopedagógico y las formas de organización de la actividad conjunta efectivamente desarrolladas por profesor y estudiantes, y el análisis de la interactividad real así establecida, constituye un elemento fundamental para la comprensión de qué aprenden los estudiantes en un entorno bimodal de enseñanza y aprendizaje y, sobre todo, por qué lo aprenden. Lo cual lleva a algo que se trató antes, puesto que en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, especialmente de la química, comprender el origen de las dificultades en el aprendizaje ayudará a mejorar las prácticas de enseñanza para conseguir mejoras en ese aprendizaje.

Variadas investigaciones respaldan el uso de las TIC como herramienta para enseñar y aprender química a nivel universitario, los estudios más recientes¹³ se enfocan en un uso pedagógico de las mismas, teniendo en cuenta que estas deben ser un recurso usado críticamente, explorando su potencial y limitaciones como instrumento para la enseñanza y el aprendizaje y seleccionando los recursos que se ajustan al contexto y a los propósitos de formación.

Habiendo presentado esta contextualización desde lo teórico, se procede a realizar una ubicación práctica a estos argumentos para definir una problemática y

¹² ONRUBIA, Javier, *et al.* Del diseño tecnopedagógico y el análisis de la práctica educativa al desarrollo tecnológico: retos para la mejora de Moodle

¹³ DAZA PÉREZ, Erika P. *et al.* Experiencias de enseñanza de la química con el apoyo de las TIC. En: Educación Química.

PROSZEK, Roberta y FERREIRA, Maira. Enseñanza de la química en ambientes virtuales: blogs.

GIORDAN, Marcelo y GOIS, Jackson. Entornos virtuales de aprendizaje en química: una revisión de la literatura.

BARAK, Miri & HUSSEIN-FARRAJ, Rania. Computerized Molecular Modeling as Means for Enhancing Students' Understanding of Protein Structure and Function.

SIERRA, J.; BOSQUE, J.; GARCÍA, A.; BLANC, R.; DEL, M.; GÁMIZ, L. y ALÉS, F. Aprendizaje de procesos analíticos mediante clases prácticas con laboratorios virtuales.

MACEIRAS, Rocío; CANCELA, Ángeles y GOYANES, Vicente. Aplicación de Nuevas Tecnologías en la Docencia universitaria.

LAMAS, María L. ; MASSIÉ, Ana I. y QUERO, Edmundo D. Implementación de un aula virtual bajo la modalidad mixta: El Caso de Química Agrícola en la Universidad Nacional de Salta.

plantear un problema concreto donde ubicar el objeto de estudio sobre el cual se aplicará la propuesta de investigación que de acá surja. Para lo cual se propone la asignatura Química II, correspondiente al segundo semestre del plan de estudio de los programas académicos de la Escuela de Química de la Universidad Tecnológica de Pereira: Tecnología Química y Química Industrial.

Luego, para especificar y delimitar el estudio y dada la funcionalidad que representa, se selecciona el sexto tema del contenido de esta asignatura, denominado *Principios de Electroquímica*, en el cual se tratan, los conceptos y procedimientos propios para una inducción a esta rama de la química.

Debido a su campo de estudio, la electroquímica ha ganado interés en los currículos en la formación universitaria en química; la interacción que supone entre electricidad y reacciones químicas constituye la base de una gran cantidad de hechos que abarcan desde problemas básicos asociados a la conversión y almacenamiento de energía, hasta la interpretación de muchos fenómenos biológicos, pasando por el estudio de la corrosión, el diseño de métodos de análisis y eliminación de contaminantes o el estudio de procesos de alta repercusión tecnológica y económica que condicionan nuestra vida. También se ha destacado el carácter interdisciplinar entre la física y la química, sus numerosas aplicaciones prácticas en la vida cotidiana y su proyección en el desarrollo de nuevas fuentes de energía y procesos industriales respetuosos con el medioambiente. La construcción de conocimiento sobre electroquímica debe permitir a los estudiantes tomar conciencia de la incidencia de la ciencia y la tecnología en la actualidad e intervenir críticamente frente a los problemas a los que se enfrenta la sociedad en que vive.

Se han efectuado multitud de investigaciones en torno a la enseñanza y el aprendizaje de la electroquímica, las más recientes¹⁴ han llevado a constatar las dificultades que los estudiantes tienen sobre el aprendizaje de la electroquímica y los obstáculos que los profesores tienen para enseñarla; a la vez indagan sobre los posibles orígenes de estas dificultades y obstáculos; además, ofrecen claves para contrarrestarlas.

Siguiendo lo expuesto, se justifica la relevancia de formular, desde la denominada concepción constructivista de la enseñanza y el aprendizaje escolar¹⁵, una Unidad

¹⁴ VERA, María I.; MONTIEL, Graciela M.; STOPPELLO, Marta G. y GIMÉNEZ, Liliana I. Aprendiendo electroquímica, un estudio comparativo.

CARREÓN GUTIERREZ, C. A.; CASTILLO CAMACHO, G. Y ALONSO CRUZ, R. D. Importancia de la aplicación de la didáctica en la ciencia electroquímica.

MATUTE PADRÓN, Saida; PÉREZ PEÑA, Léxida y DÍ RACCO VERA, Lucia. Estudio comparativo de la resolución de problemas en el rendimiento estudiantil en el contenido de electroquímica.

CARAMELA, Neusa J. C. y PACCA, Jesuína L. A. Concepções alternativas em eletroquímica e circulação da corrente elétrica.

¹⁵ COLL, César. Constructivismo y educación: la concepción constructivista de la enseñanza y del aprendizaje. En: COLL, C; PALACIOS, J. Y MARCHESI, A. (Comps.) Desarrollo psicológico y educación, 2. Psicología de la educación escolar. 2 ed. Madrid: Alianza Editorial, 2007.

Didáctica, en un entorno bimodal, para la enseñanza y el aprendizaje de Principios de Electroquímica. Estableciendo que esta temática es de suma importancia para comprender conceptos como: oxidación, reducción, corrosión, celdas galvánicas y electrolíticas, reacciones redox, potenciales de reducción, baterías, pilas, conductores eléctricos, entre otros; los cuales servirán para asentar parte de la fisicoquímica y de la química analítica, para la futura comprensión de las teorías que fundamentan su aplicación en procesos industriales y en el análisis químico instrumental.

Finalmente para formular el problema que se pretende abordar, se concreta la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo se organiza la actividad conjunta entre los participantes en una Unidad Didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de Principios de Electroquímica, en un entorno bimodal (presencial y virtual), en la asignatura Química II de la Escuela de Química de la Universidad Tecnológica de Pereira?

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Interpretar las formas de organización de la actividad conjunta generadas en una Unidad Didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de Principios de Electroquímica, en un entorno bimodal, en la asignatura Química II de la Escuela de Química de la Universidad Tecnológica de Pereira.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y describir las formas de organización de la actividad conjunta generadas en una Unidad Didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de Principios de Electroquímica, en un entorno bimodal, en la asignatura Química II de la Escuela de Química de la Universidad Tecnológica de Pereira.
- Analizar y contrastar las características de las formas de organización de la actividad conjunta generadas en una Unidad Didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de Principios de Electroquímica, en un entorno bimodal, en la asignatura Química II de la Escuela de Química de la Universidad Tecnológica de Pereira.

3. REFERENTE TEÓRICO CONCEPTUAL

El marco de referencia teórico y conceptual que sustenta la presente investigación se ubica epistemológicamente en la perspectiva del constructivismo con orientación socio-cultural y específicamente en la llamada Concepción constructivista de la enseñanza y del aprendizaje escolar; desde esa concepción se definen y apropian conceptos como: interactividad o estructura de la actividad conjunta, influencia educativa y se incluye la construcción del conocimiento científico, dentro del cual cabe la construcción del conocimiento de química y, por supuesto de electroquímica; junto con los procesos de enseñanza y aprendizaje que caracterizan dicha construcción conjunta de ese conocimiento específico, la perspectiva del cambio conceptual, los enfoques de enseñanza y estrategias didácticas. Adicionalmente, se considera el uso pedagógico de las tecnologías de la información y la comunicación, su inclusión en el ambiente educativo y sus potencialidades para la mejora de la práctica educativa.

En el desarrollo de este marco referencial se describen y explican las categorías teóricas primordiales y las interrelaciones que las conectan para formar el entramado conceptual como cuerpo teórico que respalda los componentes metodológicos en que se circunscribe la presente investigación.

3.1 INTERACTIVIDAD E INFLUENCIA EDUCATIVA

La denominada **concepción constructivista de la enseñanza y el aprendizaje escolar**¹⁶ consiste en una perspectiva teórica acerca de los procesos de enseñanza y aprendizaje desde la cual se fundamenta el interés por el estudio y caracterización de la interactividad y de los procesos de influencia educativa.

Desde esta perspectiva teórica se asumen las peculiaridades de los procesos de aprendizaje que tienen lugar en contextos educativos y, especialmente, en contextos educativos formales, los cuales se ubican en el marco del constructivismo de orientación sociocultural; así, dicha concepción adopta una visión de estos procesos que es, al tiempo, constructiva, comunicativa y cultural. Lo cual resulta útil cuando se pretende la comprensión de los procesos que permiten a los profesores -u otros agentes educativos- ayudar de manera ajustada a los estudiantes –o aprendices- a construir significados más ricos, complejos y válidos sobre determinadas parcelas u objetos de conocimiento; en otras palabras, cuando se pretende identificar, describir e intentar comprender la estructura de la actividad conjunta.

¹⁶ COLL, César. Constructivismo y educación: la concepción constructivista de la enseñanza y del aprendizaje. Op. cit

La concepción constructivista de la enseñanza y el aprendizaje escolar busca, entre otros objetivos, proporcionar un marco global de referencia que guíe el estudio de los procesos educativos y los esfuerzos por comprenderlos, revisarlos y mejorarlos, y que puede ser utilizado para el análisis de prácticas educativas escolares completas¹⁷, al ser un planteamiento que no se otorga o asume la tarea de formular prescripciones sobre cómo deben desarrollarse los procesos educativos, sino que aporta elementos teóricos, conceptuales y metodológicos que ayudan a comprenderlos y contribuyen a mejorarlos orientando su análisis y guiando la acción.

Desde la concepción constructivista de la enseñanza y del aprendizaje escolar se entiende la **educación escolar** como una práctica social, sistemática y planificada, cuya finalidad es contribuir al desarrollo de las personas en la doble vertiente de socialización y de individualización. Socialización, porque la educación escolar supone un conjunto de actividades y prácticas orientadas a ayudar a los miembros más jóvenes del grupo social a convertirse en miembros participativos, activos y críticos, con plenitud de derechos y deberes, en la sociedad de la que forman parte. Individualización, porque la apropiación de esos saberes culturales debe permitirles no sólo integrarse en la sociedad y ser miembros de la misma, sino también desarrollarse como individuos con sus propias peculiaridades capaces de actuar como agentes de cambio y creación cultural.

Dentro de este ámbito teórico se entiende el **aprendizaje** que acontece en contextos educativos como un proceso de construcción y reconstrucción de significados y de atribución progresiva de sentido llevado a cabo por el estudiante o aprendiz y referido a contenidos complejos culturalmente elaborados, establecidos y organizados. Se entiende, además, que este proceso se produce gracias a la mediación, la intervención y el apoyo del profesor o agente educativo, que es el responsable de orientar y guiar la construcción de los significados y sentidos que el aprendiz elabora de manera que estos se acerquen efectivamente a los contenidos culturales que son objeto de la enseñanza y el aprendizaje¹⁸.

Entonces, si el aprendizaje es un proceso constructivo de carácter interpersonal, social y cultural, gobernado por factores cognitivos, situacionales y contextuales. La **enseñanza** es un proceso de naturaleza social, lingüística y comunicativa, en el que el papel fundamental del profesor es estructurar y guiar la construcción de significados que realizan los estudiantes en un entorno complejo de actividad y

¹⁷ COLL. (2007). Op. cit.

¹⁸ COLL, C.; ONRUBIA, J. y MAURI, T. Ayudar a aprender en contextos educativos: el ejercicio de la influencia educativa y el análisis de la enseñanza. Op. cit. p. 35

ENGEL ROCAMORA, Anna. Construcción del conocimiento en entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje. La interrelación entre los procesos de colaboración entre alumnos y los procesos de ayuda y guía del profesor.

discurso, ajustando sus ayudas y apoyos en función de cómo los estudiantes van realizando esta construcción¹⁹.

Aparece un núcleo de los procesos de enseñanza y aprendizaje que tienen lugar en la escuela, el cual, bajo esta concepción se representa como el **triángulo interactivo**, cuyos vértices están ocupados respectivamente por estudiantes, contenidos y profesor; puesto que el aprendizaje escolar es el resultado de un complejo proceso de relaciones que se establecen entre los estudiantes que aprenden, los contenidos que son objeto de enseñanza y aprendizaje, y el profesor que ayuda a los estudiantes a construir significados y a atribuir sentido a lo que hacen y aprenden.

Desde la perspectiva de la concepción constructivista del aprendizaje y la enseñanza escolar que se ha venido analizando y discutiendo se pueden notar dos rasgos distintivos, por un lado se afirma un proceso de construcción de significados y de atribución de sentido que implica una intensa actividad mental del estudiante, por otro, para que este proceso de construcción se pueda desarrollar satisfactoriamente requiere algún tipo de orientación y guía externa.

Es debido destacar la interacción entre el estudiante y el contenido, la cual por sí misma, no garantiza formas óptimas de construcción de significados y sentidos; por lo cual la ayuda educativa ofrecida por el profesor debe tratar de facilitar esas formas óptimas de construcción. Esta ayuda debe ser un proceso que permita la adaptación dinámica, contextual y situada entre el contenido a aprender y lo que el estudiante puede aportar y aporta a ese aprendizaje en cada momento; características compartidas por la propia construcción que realiza el estudiante.

Los conceptos de ayuda educativa eficaz o ayuda ajustada se tratarán más adelante. En un primer momento se tratará el aspecto relativo a los procesos internos, para después especificar precisamente la orientación externa para el desarrollo favorable del proceso de construcción mencionado.

Con el fin de profundizar en la construcción de significados compartidos sobre los contenidos escolares, primero es debido considerar que los contenidos escolares presentan una peculiar naturaleza social y cultural, puesto que se trata de saberes históricamente contruidos y culturalmente organizados incluidos en el currículo por su relevancia y por la valoración social de la que son objeto. Luego, se pasa a pensar en el proceso involucrado -construcción de significados y de atribución de sentido- que demanda a los estudiantes el establecimiento o revisión de relaciones y conexiones entre sus conocimientos y experiencias previas y los contenidos de aprendizaje. Finalmente, se implica que el desarrollo de estos procesos se logra si los significados finalmente contruidos son compatibles con los significados culturales a los que remiten esos contenidos.

¹⁹ COLOMINA, R.; ONRUBIA, J. Y ROCHERA, M. J. Interactividad, mecanismos de influencia educativa y construcción del conocimiento en el aula.

Desde la misma concepción, la **influencia educativa** debe entenderse en términos de ayuda prestada a la actividad constructiva del estudiante. Pero, dado que el verdadero artífice del proceso de aprendizaje es el estudiante, ésta no pasa de ser una ayuda; sin embargo, es una ayuda necesaria para que se produzca la aproximación deseada entre los significados que construye el estudiante y los significados que representan y vehiculan los contenidos escolares.

Se abre lugar al concepto de **ayuda ajustada** que consiste en contemplar la ayuda que implica la influencia educativa como un proceso. La calidad y la cantidad de ayuda no puede permanecer constante, sino que debe ajustarse progresivamente en función de los avances o retrocesos que vaya experimentando el estudiante en su proceso de construcción de significados y de atribución de sentido sobre los contenidos de aprendizaje.

La **influencia educativa eficaz** es la ayuda prestada a la actividad constructiva del estudiante, ajustada constante y sostenidamente a las vicisitudes de ese proceso de construcción que el estudiante lleva a cabo. De éste se desprende el hecho de considerar una metodología didáctica eficaz a la que concreta los métodos de enseñanza distintos según los casos y las circunstancias y son valorados en función del grado de ajuste a las necesidades del proceso de construcción que llevan a cabo los estudiantes.²⁰

De esta manera es fácil llegar a una definición de los **mecanismos de influencia educativa**, que son los procesos interpsicológicos subyacentes a las formas y dispositivos concretos mediante los cuales es posible, de maneras distintas, en situaciones diversas, ajustar la ayuda educativa a la actividad mental constructiva del estudiante.

Considerando la necesidad de reflexión sobre las prácticas educativas con la finalidad de mejorarlas, se aclara que no se pretende el análisis de dichas prácticas sin otras precisiones, ni el de los procesos de interacción que se producen en ellas; sino, más bien, el análisis de los dispositivos y mecanismos mediante los cuales se ejerce una influencia educativa eficaz –la que consigue efectivamente que los estudiantes elaboren esquemas de conocimiento cada vez más ricos, complejos y válidos–, entendiéndolo, eso sí, que dichos mecanismos y dispositivos están estrechamente asociados a las formas y pautas de interacción que profesores y estudiantes, desarrollan en los contextos de práctica en que participan conjuntamente²¹.

Aunque la indagación sobre los mecanismos de influencia educativa no está al alcance de la investigación que se presenta en este documento, se hará una breve reseña sobre estos, pues se inserta dentro del análisis de la interactividad como un segundo nivel de análisis.

²⁰ COLL, César, *et al.* Actividad conjunta y habla: una aproximación al estudio de los mecanismos de influencia educativa. Op. cit.

²¹ COLL, C.; ONRUBIA, J. y MAURI, T. Ayudar a aprender en contextos educativos: el ejercicio de la influencia educativa y el análisis de la enseñanza.

Los mecanismos de influencia educativa son mecanismos interpsicológicos, que se dan en la actividad conjunta entre profesor y estudiantes, y que tratan de explicar cómo los estudiantes aprenden gracias a, y a consecuencia de, la enseñanza que reciben de los profesores; y cómo los profesores consiguen, cuando lo consiguen, ajustar la ayuda educativa al proceso de construcción del conocimiento subyacente al aprendizaje de los estudiantes.²² Pero, los mencionados procesos y mecanismos interpsicológicos que explican la mayor o menor potencialidad de determinadas formas de construcción de significados que realiza el estudiante cuando aprende, se presentan dentro de la organización de la actividad conjunta y la articulación entre las actuaciones de profesor y estudiantes en torno al contenido y tareas de enseñanza y aprendizaje.

El análisis de la interactividad ha permitido identificar y describir dos grandes mecanismos de influencia educativa que operan en los procesos de enseñanza y aprendizaje: un proceso de construcción progresiva de sistemas de significados compartidos cada vez más ricos y complejos entre profesor y estudiantes, y un proceso de traspaso progresivo del control y la responsabilidad del profesor al estudiante.

Entonces, la **interactividad** es definida como la articulación de las actuaciones del profesor y de los estudiantes en torno a una tarea o un contenido de aprendizaje determinado. La idea que subyace a este concepto tiene que ver con la imposibilidad de entender lo que los estudiantes hacen y dicen, cómo y por qué lo hacen o dicen y qué aprendizajes llevan a cabo haciéndolo o diciéndolo, si no se tiene en cuenta simultáneamente lo que el profesor hace o dice, cómo y por qué lo hace o lo dice; también a la inversa, no es posible entender lo que el profesor hace o dice, cómo y por qué lo hace o lo dice, si a la vez no se mira lo que hacen o dicen los estudiantes, cómo y por qué lo hacen o dicen.

De la misma manera que con la identificación de los mecanismos de influencia educativa se busca unas características que definen una aproximación al intento de identificar los elementos implicados en la enseñanza eficaz; la interactividad y su análisis presenta un conjunto de rasgos distintivos y dimensiones constituyentes; las características y principios de este concepto se tratarán brevemente a continuación.

- La interactividad emerge y toma cuerpo a medida que se despliega la actividad conjunta de los participantes. Las actuaciones interrelacionadas de los participantes en torno a una tarea o contenido de aprendizaje se construyen a medida que se desarrolla el proceso mismo de enseñanza y aprendizaje.

- Mejorar la significatividad y funcionalidad del aprendizaje del estudiante, y asegurar que pueda atribuir sentido personal a éste; parte de la mejora de los procesos de ajuste de la ayuda educativa que el profesor ofrece al estudiante, y la potenciación del trabajo autónomo y autorregulado del estudiante; que sólo pueden conseguirse mediante un cuidadoso y ajustado proceso de ayuda

²² COLOMINA, R.; ONRUBIA, J. Y ROCHERA, M. J. Op. cit

educativa que, además, promueva el traspaso del control y la responsabilidad sobre el aprendizaje del profesor al estudiante.

- El análisis de la interactividad se confirma como un ingrediente necesario y un posible punto de partida para el análisis y comprensión de las prácticas educativas escolares, desde una perspectiva psicoeducativa de inspiración constructivista y sociocultural. La caracterización de los mecanismos de influencia educativa puede explicar las formas en que los profesores consiguen ofrecer ayudas ajustadas a la actividad mental constructiva desarrollada por sus estudiantes; también ofrece elementos relevantes para la elaboración de criterios de planificación y diseño de procesos y secuencias concretas de enseñanza y aprendizaje en las situaciones habituales de aula, así como para el análisis y la reflexión sobre la práctica.

- Si se toma como punto de partida el triángulo estudiantes-profesor-contenidos como un núcleo de interacciones en el que interviene una serie de factores de carácter inter e intra-psicológico, podremos entender mejor los procesos de enseñanza y aprendizaje.

La ubicación epistemológica de esta investigación, como se ha insistido, es el constructivismo con orientación sociocultural, perspectiva teórica que se ha venido desarrollando por los resultados teóricos de investigaciones en educación que engrandecen el corpus teórico; sin embargo, es valioso para este marco de referencia teórico volver a los orígenes que prestaron atención a la educación como proceso decisivo en la génesis de las capacidades psicológicas que nos caracterizan como seres humanos; es decir volver a la teoría según la cual la naturaleza humana es el resultado de la interiorización, socialmente guiada, de la experiencia cultural transmitida de generación a generación.

Retomar las teorías vygotskianas surge de la necesidad de explicar los orígenes de la concepción constructivista de la enseñanza y del aprendizaje escolar y de la necesidad de conectarla con la influencia educativa y con la mediación semiótica necesarias para construir conocimiento.

Desde la concepción constructivista, Onrubia²³ presenta una definición de la enseñanza asociada a la noción vygotskiana de Zona de Desarrollo Próximo, ZDP, definida para este contexto, como el lugar donde, gracias a los soportes y la ayuda de los otros, puede desencadenarse el proceso de construcción, modificación, enriquecimiento y diversificación de los esquemas de conocimiento que define el aprendizaje escolar.

En este sentido, se entiende la enseñanza como una ayuda necesaria al proceso de aprendizaje, ayuda que debe ser ajustada al proceso constructivo que realiza el estudiante. Esta ayuda debe considerar la situación y a las características que, en cada momento, presente la actividad mental constructiva del estudiante; lo cual supone colocar retos que pueda afrontar el estudiante gracias a la combinación de sus propias posibilidades y de los apoyos e instrumentos que reciba del profesor

²³ ONRUBIA, Javier. Enseñar: crear Zonas de Desarrollo Próximo e intervenir en ellas.

con el fin de incrementar sus capacidades de comprensión y actuación autónoma. Según Onrubia²⁴, los retos abordables dependen del punto de partida del estudiante y de lo que pueda aportar al proceso de aprendizaje, a la vez de la cantidad y calidad de apoyos e instrumentos de ayuda que reciba. Los apoyos, soportes, instrumentos o dispositivos de ayuda corresponden a los diferentes niveles que supone la actuación docente desde la intervención directa con un estudiante o un grupo de estudiantes hasta la organización global de la situación con todos los aspectos que conlleva; todas estas ayudas forman parte de la tarea de enseñar. En este sentido, “ofrecer una ayuda ajustada al aprendizaje escolar supone crear ZDP y ofrecer asistencia y apoyos en ellas, para que, a través de esa participación y gracias a esos apoyos, los alumnos puedan ir modificando en la propia actividad conjunta sus esquemas de conocimiento y sus significados y sentidos, y puedan ir adquiriendo más posibilidades de actuación autónoma y uso independiente de tales esquemas ante situaciones y tareas nuevas, cada vez más complejas”.

Visto de esta manera, desde la noción de ayuda ajustada y por lo que hace referencia a la creación de ZDP; primero, la enseñanza no tiene efectos lineales ni automáticos sobre los estudiantes, sino que estos efectos son en función de los estudiantes concretos y lo que éstos aportan en cada momento al aprendizaje; segundo, ajustarse y crear ZDP requiere, necesariamente, variación y diversidad en las formas de ayuda; y, tercero, valorar si una determinada ayuda resulta adecuada depende del momento del proceso en que se presente.

3.1.1 Las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje

Coll y Martí²⁵ analizan cómo las TIC pueden ser un instrumento psicológico, en el sentido en que proporcionan, potencialmente, un medio de representación y comunicación cuyo uso puede introducir modificaciones importantes en determinados aspectos del funcionamiento psicológico de las personas. Las TIC pueden ser un mediador semiótico del comportamiento humano, pues, su utilización, con sus respectivas potencialidades y limitaciones, puede modificar la manera de memorizar, de pensar, de relacionarse y de aprender. En su aplicación educativa, son determinantes los usos que las personas hacen de las TIC como recursos semióticos disponibles, usos que conducen a determinadas formas de interacción con el objeto de conocimiento y que dependen de las prácticas sociales y educativas en los que se insertan, las TIC crean unas condiciones diferentes de tratamiento, transmisión, acceso y uso de la información.

²⁴ Ibid. p. 103

²⁵ COLL, César y MARTÍ, Eduardo. La educación escolar ante las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación.

En coherencia con esta consideración y de acuerdo con los principios básicos de la concepción constructivista de la enseñanza y del aprendizaje, los mismos autores²⁶ consideran que la clave para valorar el alcance y las repercusiones de los usos educativos de las TIC se deben buscar respecto a su ubicación en el triángulo interactivo –profesor, estudiantes, contenidos- y en su incidencia sobre las relaciones e interacciones que se establecen entre estos tres elementos.

En síntesis, las TIC digitales pueden ser, en el sentido vygotskiano, instrumentos psicológicos mediadores de los procesos intra e inter-mentales implicados en la enseñanza y el aprendizaje cuando su potencialidad semiótica es utilizada para planificar y regular la actividad y los procesos psicológicos propios y ajenos. En el marco de los procesos de enseñanza y aprendizaje las TIC pueden mediar las relaciones entre los participantes – en especial los estudiantes, pero también los profesores- y los contenidos de aprendizaje; también pueden mediar las interacciones y los intercambios comunicativos entre los participantes, ya sea entre profesores y estudiantes, ya sea entre los mismos estudiantes.

Es un interés de esta investigación, tal vez no tan evidente, estudiar el uso de las TIC en los procesos de influencia educativa en el contexto formal de enseñanza y aprendizaje que se está observando; en cuanto a esto se busca estudiar cómo y hasta qué punto las TIC inciden en la organización de la actividad conjunta entre profesores y estudiantes, permitiendo (o no) amplificar los dispositivos de ajuste de la ayuda utilizados por el profesor. Según Coll, Mauri y Onrubia²⁷, se trata de una aproximación que ubica las TIC en el marco del triángulo interactivo, es decir, en la organización de la actividad conjunta entre profesores y estudiantes en torno a los contenidos y tareas de aprendizaje, y que concibe estas tecnologías como potenciales instrumentos psicológicos que pueden actuar como mediadores en dicha actividad.

Pero lo que interesa destacar es que la potencialidad mediadora de las TIC sólo se actualiza, sólo se hace efectiva, cuando estas tecnologías son utilizadas por estudiantes y profesores para planificar, regular y orientar las actividades propias o ajenas, introduciendo modificaciones importantes en los procesos implicados en la enseñanza y el aprendizaje.

Para presentar las TIC como herramientas de mediación, se retoma lo que se consideró antes sobre el triángulo interactivo, se recuerda cómo lo que los estudiantes aportan al acto de aprender, su actividad mental constructiva, es un elemento mediador entre la enseñanza del profesor y los aprendizajes que llevan a cabo. Recíprocamente, la influencia educativa que ejerce el profesor a través de la enseñanza es un elemento mediador entre la actividad mental constructiva de los estudiantes y los significados que vehiculan los contenidos escolares. La

²⁶ Ibid. p. 644

²⁷ COLL, C.; MAURI, T.; ONRUBIA, J. Análisis de los usos reales de las TIC en contextos educativos formales: una aproximación socio-cultural.

naturaleza y características de esos contenidos mediatizan a su vez totalmente la actividad que profesor y estudiantes despliegan entre ellos.

Coll, Mauri y Onrubia nos muestran cómo las características intrínsecas de las TIC las pueden hacer funcionar como herramientas psicológicas susceptibles de mediar los procesos inter e intra-psicológicos implicados en la enseñanza y el aprendizaje; las TIC cumplen esta función – cuando la cumplen- mediando las relaciones entre los elementos del triángulo interactivo –estudiantes, profesor, contenidos- y contribuyendo a conformar el contexto de actividad en el que se tienen lugar estas relaciones.

Sin embargo, los mismos autores aclaran que esa capacidad mediadora de las TIC como instrumentos psicológicos es una potencialidad que, como tal, se hace o no efectiva, y se hace efectiva en mayor o menor medida, en las prácticas educativas que tienen lugar en las aulas en función de los usos que los participantes hacen de ellas. Porque, como se ha aclarado aquí antes, lo que determina el mayor o menor impacto de las TIC en las prácticas educativas y en su mayor o menor capacidad para transformar la enseñanza y mejorar el aprendizaje, son los contextos de uso, y en el marco de estos contextos la finalidad o finalidades que se persiguen con la incorporación de las TIC y los usos efectivos que hacen de estas tecnologías los profesores y estudiantes en las aulas.

La potencialidad de las TIC para influir en los procesos inter e intra-psicológicos implicados en los procesos de enseñanza y aprendizaje será tanto más elevada cuanto mayor sea su incidencia en la manera en la que profesores y estudiantes organicen la actividad conjunta en torno a los contenidos y tareas de aprendizaje. Entonces, siguiendo con los autores arriba mencionados, donde se puede manifestar con especial intensidad el potencial de las TIC para transformar e innovar las prácticas educativas es en los usos que median las relaciones entre los tres elementos del triángulo interactivo.

De esta manera, Coll, Mauri y Onrubia²⁸ establecen una tipología para clasificar, identificar y describir los usos educativos de las TIC e intentar comprender su impacto sobre las prácticas educativas y su incidencia eventual como instrumentos psicológicos mediadores, implicados en la enseñanza y el aprendizaje. La primera gran categoría son las TIC como instrumentos mediadores de las relaciones entre los estudiantes y los contenidos (y tareas) de aprendizaje, la segunda se refiere a las TIC como instrumentos mediadores de las relaciones entre los profesores y los contenidos (tareas) de aprendizaje; la tercera, las TIC como instrumentos mediadores de las relaciones entre los profesores y los estudiantes o entre los estudiantes; la cuarta es las TIC como instrumentos mediadores de la actividad conjunta desplegada por profesores y estudiantes durante la realización de las

²⁸ COLL, C.; MAURI, T y ONRUBIA, J. La utilización de las tecnologías de la información y la comunicación en la educación: del diseño tecno-pedagógico a las prácticas de uso.

tareas o actividades de enseñanza y aprendizaje y, la quinta, las TIC como instrumentos configuradores de entornos o espacios de trabajo y de aprendizaje.

Estos autores subrayan que la potencialidad de las TIC para influir en los procesos inter e intra-psicológicos implicados en los procesos de enseñanza y aprendizaje será tanto más elevada cuanto mayor sea su incidencia en la manera en la que profesores y estudiantes organicen la actividad conjunta en torno a los contenidos y tareas de aprendizaje. Entonces, cabe esperar que el potencial de las TIC para transformar e innovar las prácticas educativas se manifieste con especial intensidad en los usos que median las relaciones entre los tres elementos del triángulo interactivo, ya sea condicionando y determinando las formas de organización de la actividad conjunta (categoría cuatro), ya sea conformando un entorno o espacio de enseñanza y aprendizaje (categoría cinco).

Habiendo tratado la potencialidad transformadora de las TIC con su uso como instrumentos mediadores de las relaciones entre los tres elementos del triángulo interactivo, y más concretamente como instrumentos mediadores de la actividad conjunta que despliegan profesores y estudiantes en torno a los contenidos y tareas de aprendizaje, se van a considerar los aspectos necesarios para que las TIC puedan ayudar a conseguir el objetivo de apoyar y mejorar las formas de ayuda educativa que el profesor ofrece a los estudiantes, y promover las capacidades de aprendizaje autónomo y autorregulado por parte de éstos. En este sentido las TIC se utilizan como herramientas de soporte a la interacción, la comunicación, la colaboración y la regulación mutua entre el profesor y los estudiantes, y entre los propios estudiantes, y como herramienta de pensamiento por parte de los estudiantes en la resolución de las tareas que se proponen. Sin embargo, las herramientas tecnológicas ofrecidas por las distintas TIC (plataformas, entornos virtuales) para la enseñanza y el aprendizaje se deben utilizar en el marco de un diseño tecnopedagógico en el que se concrete su uso y tome un sentido instruccional.²⁹

Onrubia³⁰ explica que cuando se insertan las TIC a los procesos de enseñanza y aprendizaje, la actividad conjunta se condiciona fuertemente por las características de los recursos tecnológicos y por el diseño instruccional establecido; las restricciones y potencialidades derivadas de estos dos factores forman lo que, en conjunto, se ha llamado **diseño tecnopedagógico** de los procesos que incluyen TIC en la enseñanza y el aprendizaje y puede actuar en diversas direcciones y con diferentes grados de intensidad sobre determinadas formas de organizar la actividad conjunta por parte de profesor y estudiantes. El diseño tecnopedagógico, sin embargo, y pese a condicionar la actividad conjunta, no la determina completamente. Profesor y estudiantes pueden acabar realizando actuaciones no previstas ni promovidas por las herramientas tecnológicas del entorno o por el

²⁹ ONRUBIA, Javier, *et al.* Op. cit

³⁰ ONRUBIA, Javier. Aprender y enseñar en entornos virtuales: actividad conjunta, ayuda pedagógica y construcción del conocimiento.

diseño instruccional, o no realizar lo que las herramientas o el diseño permiten o promueven.

Luego, la comprensión de las interrelaciones entre el diseño tecnopedagógico que se plantee -interactividad potencial-, con las formas de organización de la actividad conjunta efectivamente desarrolladas por profesor y estudiantes -interactividad real-, es un elemento fundamental para la comprensión de qué aprenden (o no) los estudiantes en un entorno bimodal de enseñanza y aprendizaje y, sobre todo, por qué (o por qué no) lo aprenden.

Desde una perspectiva socioconstructivista la misión de los recursos y usos de las TIC y de los recursos tecnológicos es permitir que el profesor pueda seguir de manera continuada el proceso de aprendizaje del estudiante y ofrecer ayudas dinámicas, sensibles y contingentes a ese proceso. Las TIC deben ser un sistema semiótico de comunicación y representación que permiten al profesor ayudar más y mejor a los estudiantes; entonces, el punto de partida de las tareas de diseño no es únicamente el contenido a transmitir, sino también, y fundamentalmente, las formas de organización de la actividad conjunta que se pretende que estudiantes y profesor desarrollen. El diseño tecnopedagógico debe incluir herramientas tecnológicas y recursos instruccionales dirigidos a apoyar las formas de ayuda y mediación social implicadas en el ofrecimiento por parte del profesor de ayudas ajustadas, debe aumentar y amplificar la presencia docente en el proceso de aprendizaje de los estudiantes y debe promover en los estudiantes ciertos tipos de actuaciones y formas de aprender que potencien la comprensión y elaboración significativa de conocimiento, así como ciertas formas de organización de la actividad conjunta centradas en el seguimiento y apoyo del profesor a esa comprensión y elaboración significativa.

Siguiendo a Onrubia³¹ Un diseño tecnopedagógico planeado y ejecutado permite evaluar la calidad de un entorno virtual de enseñanza y aprendizaje -o bimodal como es el caso de esta investigación-, la cual no está tanto en las herramientas técnicas de que dispone, en los materiales que incluye o en las actividades de aprendizaje que plantea a los estudiantes, sino en la manera en que esas herramientas, materiales y actividades se combinan y se ponen en juego para promover que estudiantes y profesores se impliquen en unas formas de interactividad, y en la manera en que esas formas de actividad se organizan, combinan, secuencian y evolucionan a lo largo del proceso de enseñanza y aprendizaje, ofreciendo al profesor más o menos posibilidades de ajustar la ayuda a los estudiantes, la cual es la pretensión fundamental de esta investigación.

Adicionalmente, se permite valorar cómo las características y herramientas tecnológicas del entorno -bimodal en el caso de esta investigación-, y las características del diseño instruccional previsto, prohíben, dificultan, permiten, promueven u obligan a los participantes a implicarse en determinadas formas de organización de la actividad conjunta y valorar el uso efectivo de las herramientas

³¹ Ibid. p. 12

disponibles y la concreción que los participantes hacen del diseño previsto, y la estructura de la actividad conjunta real en que, a partir de todo ello, se implican los participantes.

La propuesta didáctica que esta investigación plantea, se aplica en la docencia universitaria en el ámbito disciplinar de la química, y parte de un diseño tecnopedagógico que satisface las condiciones que se han comentado y desde el cual se dan y se interpretan las formas de organización de la actividad conjunta que consiguen, en teoría, la autonomía y la autorregulación del estudiante; mejorando los procesos de ajuste de la ayuda educativa que la profesora le ofrece, para mejorar la significatividad y funcionalidad de su aprendizaje y asegurar que pueda atribuirle sentido personal.

El diseño tecnopedagógico constituido prosigue con la formulación de una Unidad Didáctica (UD) en un entorno bimodal para la enseñanza y el aprendizaje de la electroquímica, que es de suma importancia para asentar parte de la química analítica y de la fisicoquímica y para la futura comprensión de los fundamentos teóricos que sustentan su utilización en procesos industriales y fenómenos químicos que involucran las transformaciones entre energía eléctrica y energía química.

Con esta finalidad nace el diseño tecnopedagógico que pondrá en acción la UD para la enseñanza y el aprendizaje de Principios de Electroquímica, articulando un diseño instruccional apropiado y acorde con las estrategias didácticas previstas, con la inclusión de un aula virtual creada para tal fin en la plataforma Moodle. De acuerdo a esto y con base en los diseños comentados de otras experiencias de uso de Moodle en la enseñanza universitaria³², el diseño instruccional se concreta a partir de algunos principios y criterios rectores, sintetizados de la explicación que presentan Coll, Mauri y Onrubia³³, entre los que se encuentran la articulación entre teoría y práctica; la organización de la asignatura en bloques amplios que se abordan a partir del análisis y la resolución de casos o situaciones-problema; la combinación de diferentes tipos de actividades dirigidas tanto a la comprensión conceptual como a la aplicación y al uso estratégico del conocimiento; el trabajo colaborativo entre estudiantes; el seguimiento, apoyo y tutorización continuados y personalizados por parte del profesor; la introducción de un cierto grado de semipresencialidad; y la evaluación continuada.

Tal como lo proponen Martínez y Martínez³⁴ el término **Unidad Didáctica**, UD, se ha utilizado con significado amplio, en general se puede definir como un instrumento de planificación de las tareas didácticas que permite al profesor organizar su práctica educativa para articular unos procesos de enseñanza y

³² ONRUBIA. *et al.* Op. cit.

³³ COLL, MAURI Y ONRUBIA, 2006. Op. cit.

³⁴ MARTINEZ SOTO, Ángel Pascual y MARTÍNEZ CERÓN, Ginés. La Unidad Didáctica en E. primaria: Elaboración y diseño.

aprendizaje de calidad y con el ajuste adecuado (ayuda pedagógica) al grupo clase y a cada estudiante que lo compone.

La elaboración de una UD constituye una fase más del proceso de planificación y desarrollo del currículo. Cuando se realiza la planificación denominada UD, los profesores tratan de reducir las incertidumbres sobre la base de un mejor conocimiento de la realidad del aula (diagnóstico) y la previsión de lo que puede suceder en caso de mantenerse algunas situaciones (prognosis). Con la información que se dispone de lo que ocurre en la clase y el análisis e interpretación de la misma se puede elaborar un diagnóstico en forma de diseño de UD que sirva para establecer de una manera más adecuada qué se va a hacer y cómo, cuándo, dónde y con qué.

La UD también forma parte de los procesos más concretos de programación, y en este caso se identifica con un conjunto de procedimientos y técnicas que permiten establecer, relacionar y concretar temporal, espacial y técnicamente el conjunto de actuaciones dirigidas al logro de unas determinadas metas educativas. Por tanto, la UD se configura como una operativización de los procesos más las áreas, especifica acciones y recursos y, además, todo ello dentro de un marco temporal concreto. La programación de aula queda integrada por el conjunto de UD ordenadas y secuenciadas de acuerdo con los criterios de los profesores y profesoras y las peculiaridades necesidades de cada grupo de alumnos.

La UD se constituye como una propuesta de trabajo relativa a un proceso de enseñanza y aprendizaje articulado y completo. La UD contiene la planificación de un proceso completo de enseñanza y aprendizaje y por tanto engloba todos los elementos curriculares: objetivos, bloques elementales de contenidos, actividades de aprendizaje, principios básicos de información y unas actividades de evaluación. Todos estos componentes deben estar articulados en torno a un “eje organizador” que actúa como un epítome (Un organizador previo que integra los elementos esenciales de contenido y los contextualiza conceptualmente. Su función es transmitir los elementos esenciales del contenido y facilitar su ampliación) que servirá de anclaje a las informaciones sucesivas que se ofrecen a los alumnos y que también les transmite los elementos fundamentales del contenido de la UD.

Resumiendo, una UD está articulada alrededor del eje organizador y contiene además la concreción de los contenidos a desarrollar y las actividades que deben realizarse, así como aquellos aspectos metodológicos y para la evaluación que se consideran relevantes. La UD se configura como un espacio de concreción y síntesis de decisiones sobre los objetivos y contenidos a desarrollar, las estrategias metodológicas que han de emplearse y la evaluación a aplicar con relación al contexto del entorno/institución y a las características de los propios alumnos.

La UD concreta aspectos tales como las estrategias metodológicas; el diseño y/o selección de materiales; la gestión del aula (concreción del uso de espacios y

tiempos, modelos de agrupamiento en función de estos, etc.); la selección de las actividades pertinentes (procurando una adecuada combinación/variedad del código utilizado) y de las personas implicadas, y la evaluación que exige la adopción de decisiones sobre el tipo, referente, criterio y medio que se va a utilizar.

Como instrumento de planificación o programación, la UD cumple algunas de las funciones que los profesores y profesoras asignan a tales actividades:

- Ayuda a eliminar la dependencia excesiva del azar y la improvisación (tomadas en sentido negativo)
- Satisface, en consecuencia, las necesidades psicológicas inmediatas de la persona que planifica: sentimientos de control sobre los procesos, seguridad en lo que se hace o propone, confianza en sí mismo y en la propuesta, disminución de la incertidumbre, entre otros.
- Favorece la eliminación de programas incompletos, ya que implica una reflexión sobre la secuencia y la temporalización realizadas en el Proyecto Curricular.
- Ayuda al profesor o profesora a prepararse cognitivamente e instrumentalmente para el proceso de enseñanza y aprendizaje, a través de la construcción de los mapas conceptuales (incluyendo los epítomes, ejes organizativos u organizadores previos) y del conjunto de actividades (con sus correspondientes recursos y maneras de organización del aula: espacios y tiempos, agrupamientos...)
- Evita la pérdida de tiempo y rentabiliza al máximo los esfuerzos.
- Da pie al desarrollo de procesos creativos e imaginativos cuando se diseña en grupo, al tiempo que refuerza los vínculos del equipo.
- Guía los procesos interactivos de enseñanza y aprendizaje que tienen lugar durante la puesta en práctica.
- Permite adaptar el trabajo didáctico de los profesores y profesoras a las características socioculturales del contexto de la institución.
- Genera desarrollo y crecimiento profesional cuando se procede a su diseño a través de la reflexión y autorevisión de lo que sucede con el “ecosistema” del aula de todos los niveles.

3.2 LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA

La ciencia –haciendo referencia a las ciencias naturales- es una actividad humana colectiva que tiene como objetivo descubrir el orden en la naturaleza y averiguar

las causas que gobiernan este orden. A lo largo de la historia, científicos y pensadores han ido sustituyendo teorías aceptadas como verdaderas durante años por otras que proporcionan una mejor interpretación de los fenómenos. Frecuentemente los profesores no comparten esta concepción de ciencia, por lo cual no ayudan a los estudiantes a entender que las teorías científicas son construcciones sociales y que el conocimiento científico no existe porque haya sido probado, sino porque todavía no ha sido refutado³⁵.

García-Milà³⁶ explica cómo un cambio progresivo en las concepciones sobre cómo se aprende y se enseña ciencia, se ha producido al considerar que ésta se construye socialmente, junto con una perspectiva psicológica constructivista del aprendizaje de las ciencias. Este cambio apunta hacia la construcción de conocimiento científico que implica la puesta en marcha de una serie de procesos que desarrollan unas determinadas actitudes, activan unos conocimientos previos y dan lugar a unas determinadas estrategias que operan sobre el conocimiento y ayudan a solucionar problemas. Estos aspectos de la ciencia son necesarios para construir eficazmente el conocimiento científico y un amplio campo de la didáctica de las ciencias naturales se está dedicando a estudiar los procesos de construcción y co-construcción del conocimiento implicados en el aprendizaje de las ciencias a partir del análisis de situaciones concretas de enseñanza y aprendizaje y al análisis del conocimiento científico implicado en estas situaciones.

El mismo autor hace un recorrido por los factores psicológicos implicados en la construcción del conocimiento científico, del cual se pueden extraer las siguientes nociones importantes para el presente trabajo. En este sentido, varios estudios sobre aspectos cognitivos del aprendizaje han permitido concluir que aunque las operaciones formales –en el sentido piagetano– puedan ser una condición necesaria para aprender algunos contenidos en general, y más concretamente para aprender ciencias, no son en ningún caso suficientes.

Para promover el aprendizaje de conceptos, es necesario conocer y tomar en consideración los conocimientos previos de los estudiantes. Partiendo de lo que ya sabe el estudiante, es necesario activar los conocimientos que favorecen un buen aprendizaje y eliminar todo aquello que los bloquee. Las investigaciones sobre este aspecto han permitido a García-Milà³⁷ hacer una división entre el conocimiento procedimental y el conocimiento declarativo.

El conocimiento procedimental remite a las estrategias en general y las estrategias de aprendizaje en particular. Las investigaciones sobre éste se estructuran en un grupo que hace referencia a las estrategias cognitivas implicadas en el razonamiento científico (experimentación y argumentación) y en otro grupo que concierne a las estrategias de solución de problemas. En resumen, en cuanto a las estrategias de razonamiento científico, los estudiantes presentan gran

³⁵ GARCIA-MILÀ. Op. cit. p. 529

³⁶ Ibid. p. 529

³⁷ Ibid. p. 532-539

dificultad en diseñar experimentos que refuten las hipótesis previas y muestran, en general, un gran sesgo hacia la confirmación de dichas hipótesis; en cuanto a los procesos de argumentación, los estudiantes acostumbran ignorar o incluso distorsionar datos previos que refutan sus teorías previas y tienen una gran dificultad para eliminar hipótesis alternativas. En cuanto a las estrategias de resolución de problemas, se concluye que una resolución efectiva requiere un cuerpo de conocimiento significativo y bien organizado. Las estrategias de resolución de problemas dependen del nivel de conocimiento del sujeto sobre el tema y las estructuras de conocimiento que posee.

El conocimiento declarativo está formado por datos, conceptos, principios y teorías. Las investigaciones sobre éste se agrupan bajo diferentes nombres, como los autores que se han seguido al respecto³⁸, en este trabajo se ha optado por adoptar la denominación **concepciones alternativas** que son los conocimientos conceptuales previos a partir de los cuales los estudiantes construyen el conocimiento. Las concepciones alternativas se caracterizan, entre otras, por ser construcciones personales de los estudiantes originadas en su interacción cotidiana con el mundo, se forman de manera espontánea y preexisten a la enseñanza; presentan incoherencia científica, aunque no cotidiana; son estables y presentan resistencia al cambio, se han identificado en estudiantes de todas las edades, resultan difíciles de explicitar.

En síntesis, el aprendizaje de las ciencias implica tanto la activación de las estructuras de pensamiento formal y de los conocimientos previos relativos a las estrategias de construcción de conocimiento y de solución de problemas, como la activación y la óptima organización de los conocimientos previos de tipo conceptual. Sin embargo, la activación de los procesos cognitivos es insuficiente para explicar la construcción del conocimiento científico; es necesario, además, tener en cuenta los aspectos relacionados con la dimensión afectiva del aprendizaje.

De acuerdo con las ideas constructivistas, para que los estudiantes aprendan de una manera significativa deben activar un conjunto de conocimientos previos que puedan ser relacionados coherentemente con el contenido que se intenta aprender, pero, además el estudiante debe poder atribuirle sentido a lo que aprende. Por esto los esfuerzos en la enseñanza de las ciencias se deben enfocar hacia la promoción del interés por la ciencia a partir de una mejora de las actitudes de los estudiantes hacia esta; adicionalmente, diseñar métodos para lograr la acomodación de los conocimientos previos conceptuales al conocimiento científico objeto de enseñanza, es decir, promover el **cambio conceptual**, activando los conocimientos previos, proporcionando a los estudiantes datos discordantes con sus propias teorías y realizando actividades dirigidas a aplicar el conocimiento adquirido a nuevas situaciones. Se pretende que el estudiante se dé cuenta de las limitaciones y carencias de sus teorías previas para predecir e interpretar otros

³⁸ ibid. p. 537
POZO y GÓMEZ. Op. cit.

fenómenos y de que la nueva teoría resuelve con mayor eficacia problemas que antes no eran interpretables.

La construcción del conocimiento científico debe verse como un producto del enriquecimiento que se produce cuando varias mentes entran en interacción permitiendo, al poner en relación distintos niveles de conocimiento previo, la creación y activación de múltiples ZDP, de las cuales ya se habló antes al considerar la enseñanza como un modo de crear ZDP e intervenir en ellas. De acá surge el sentido de estudiar los procesos escolares de enseñanza y aprendizaje tomando como unidad de análisis la multitud de interacciones que se establecen entre el estudiante, el profesor y el contenido. En otras palabras, el reto es analizar y comprender las interacciones que se establecen entre los vértices del triángulo interactivo cuando el contenido es sobre ciencias naturales. Particularmente, en el caso que esta investigación abarca, la enseñanza y el aprendizaje de la química a nivel universitario, particularmente la electroquímica para estudiantes que están en proceso de formación profesional en química.

El objetivo principal de la **química** es el estudio de la materia, sus características, propiedades y transformaciones a partir de su composición íntima (átomos, moléculas, etc.). El estudio de la química sirve para comprender, interpretar y analizar el mundo en que vivimos, sus propiedades y sus transformaciones recurriendo, con un poco de imaginación y pensamiento, a modelos que hacen referencia a las partículas que, según enseña la ciencia, constituyen la materia.

Aunque la química es algo presente en nuestra vida diaria, mucho más familiar de lo que la mayoría cree, su estudio hace evocar algunos recuerdos desagradables de la infancia y la adolescencia; sin embargo, es altamente probable que no sea el caso para estudiantes universitarios que han optado por estudiarla como su profesión –tal como ocurre con los participantes de esta investigación-. Pero, en definitiva la experiencia de profesores y estudiantes muestra que aprender química no resulta sencillo. Tal como demuestran Pozo y Gómez³⁹, las dificultades en el aprendizaje, y en la enseñanza, de la química tienen que ver, como ocurre con la mayoría de disciplinas, con la interacción entre las características específicas de la disciplina y la forma en que los estudiantes aprenden.

Con la enseñanza de la química se intenta que los estudiantes comprendan y analicen las propiedades y transformaciones de la materia. Pero, para conseguirlo, tienen que enfrentarse a un gran número de leyes y conceptos nuevos, fuertemente abstractos, necesitan establecer conexiones entre ellos y entre los fenómenos estudiados y, por si fuera poco, se enfrentan a la necesidad de utilizar un lenguaje altamente simbólico y formalizado junto a modelos de representación analógicos que ayuden a la representación de lo no observable.

En general, las **dificultades para el aprendizaje de la química** se pueden resumir en que el estudiante debe, a partir de los conceptos y modelos anteriores ya de por sí abstractos, debe abstraer nuevos conceptos que son necesarios para

³⁹Ibid p. 151

comprender las distintas teorías que se introducen. Apareciendo en muchos casos, teorías diferentes para explicar un mismo hecho. Para enfrentarse a esta *abstracción sobre la abstracción*, el estudiante se encuentra con limitaciones ontológicas, epistemológicas y conceptuales que se explicarán más adelante, además, el cambio conceptual, que se explicó antes, es también necesario en la química, pero resulta poco frecuente y difícil de lograr. Sin embargo, conociendo qué dificultades tienen los estudiantes y cuál es su origen más probable, se podría mejorar el aprendizaje.⁴⁰

Las dificultades de aprendizaje están determinadas por la forma en que el estudiante organiza sus conocimientos a partir de sus propias teorías implícitas sobre la materia. Así la comprensión de las teorías científicas implica superar las restricciones que imponen las teorías implícitas que mantienen los estudiantes y que subyacen una serie de supuestos de carácter epistemológico, ontológico y conceptual.

De esta manera, comprender la química implica un cambio en la lógica a partir de la cual el estudiante organiza sus teorías (cambio epistemológico), el cambio conceptual implica un cambio en el conjunto de objetos asumidos en su propia teoría (cambio ontológico) y, comprender la química implica un cambio en el marco en que se inscriben los conceptos implicados (cambio conceptual). Desde el punto de vista de la enseñanza, de estos tres supuestos que caracterizan las teorías mantenidas por el estudiante, el que más interesa es el relativo a las dificultades conceptuales.

Pozo y Gómez⁴¹ manifiestan que el estudio de las dificultades de aprendizaje de la química puede resultar más sencillo si se tiene en cuenta que existe una estrecha relación entre la mayoría de ellas. De tal manera que la mayoría de contenidos de la química pueden organizarse alrededor de tres núcleos conceptuales fundamentales, los cuales según Pozo y otros⁴² son las tres estructuras conceptuales que el estudiante debe dominar para comprender la química: la comprensión de la naturaleza discontinua de la materia, la conservación de propiedades no observables de la materia y la cuantificación de relaciones. La primera de ellas, la idea de discontinuidad, es fundamental para comprender cómo está formada la materia y por tanto interpretar y comprender sus propiedades. El segundo núcleo, la conservación de propiedades no observables, es necesario junto con el anterior para comprender las transformaciones a las que se ve sometida la materia, los cambios físicos y los cambios químicos. Por último, la cuantificación de relaciones, se refiere a la representación cuantitativa de las leyes físico-químicas y a su aplicación práctica. Estos tres problemas aparecen latentes en las ideas de los estudiantes sobre los distintos conceptos químicos y en las dificultades que encuentran para comprenderlos y aplicarlos.

⁴⁰ Ibid. p. 152-155

⁴¹ Ibid. p. 156

⁴² POZO, Juan Ignacio, *et al.* Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química.

Por otro lado, el aprendizaje de la química implica no sólo aprender conceptos, sino también aprender procedimientos de trabajo, los cuales se unen a las dificultades para el aprendizaje de la química. Estos procedimientos no se limitan a los implicados en *hacer química* y solucionar problemas de química, los estudiantes deben también aprender los procedimientos necesarios para *aprender química*, para lo cual necesitan dominar algunas técnicas y estrategias que, si bien no son específicas de la química, sin ellas pueden encontrar dificultades de aprendizaje adicionales; estas pueden ser las referentes a la adquisición, interpretación, análisis, comprensión y explicitación de la información.

Como se ha visto, lograr que los estudiantes aprendan química, y lo hagan de modo significativo y con sentido, requiere superar muchas dificultades. La adquisición de conocimiento científico requiere un cambio profundo de las estructuras conceptuales y las estrategias habitualmente utilizadas en la vida cotidiana. Ese cambio no es un producto espontáneo y natural de nuestra interacción con el mundo, es una laboriosa re-construcción social que se alcanza mediante una enseñanza eficaz que sepa afrontar las dificultades que ese aprendizaje plantea⁴³.

Siguiendo con las ideas constructivistas sobre la enseñanza y el aprendizaje, de las cuales se profundizó en el apartado anterior en este mismo capítulo. “La labor de la educación científica es lograr que los estudiantes construyan en las aulas actitudes, procedimientos y conceptos que por sí mismos no lograrían elaborar en contextos cotidianos y que, siempre que esos conocimientos sean funcionales, los transfieran a nuevos contextos y situaciones”⁴⁴. Esta reducción de la distancia entre la mente del estudiante y el discurso científico, entre el conocimiento cotidiano y el científico, requiere adoptar estrategias didácticas orientadas hacia la consecución de esa meta.

Pozo y Gómez⁴⁵ hacen un recorrido analizando varios de los **enfoques de enseñanza de las ciencias**, pasando por la enseñanza tradicional de la ciencia, la enseñanza por descubrimiento, la enseñanza expositiva, la enseñanza mediante el conflicto cognitivo, la enseñanza mediante investigación dirigida y la enseñanza por explicación y contrastación de modelos; para finalmente proponer la integración de estos diferentes enfoques como estrategia de enseñanza posible para las ciencias, especialmente las de corte constructivista (las cuatro últimas), para lo cual se requiere, por parte de los profesores, una integración jerárquica, que, a través de la reflexión y la contrastación de los modelos didácticos les permita asumir el papel más acorde a sus propia concepción de educación.

⁴³ POZO y GÓMEZ. Op. cit. p. 265

⁴⁴ Ibid. p. 266

⁴⁵ Ibid. p. 268-305

Como aportes de su investigación, Gómez⁴⁶ presenta una amplia gama de orientaciones que pueden guiar la actuación del profesorado con la finalidad de promover un mayor éxito en el aprendizaje de los estudiantes de química. Además se han evaluado estrategias educativas centradas en los estudiantes para el aprendizaje de química, obteniéndose resultados prometedores^{47,48}. El aprendizaje activo incluye distintas metodologías docentes, como el aprendizaje basado en problemas, proyectos, trabajo en el laboratorio, tutorías, aprendizaje colaborativo, discusión de casos prácticos, entre otros, todos estos facilitados con el empleo de las TIC.

La utilización de ejercicios, cuestiones y ejemplos de la vida cotidiana durante la enseñanza y el aprendizaje de la química ha mostrado efectos positivos, primero, se aleja del modelo didáctico tradicional de transmisión de conceptos mientras que la relación entre aspectos cotidianos y contenidos de química favorecen la asimilación de conceptos y el interés de los estudiantes hacia su estudio⁴⁹.

Las técnicas del trabajo cooperativo se han usado anteriormente para la enseñanza y aprendizaje de la química a nivel universitario, obteniéndose resultados prometedores, tal es el caso de la incorporación de una técnica de aprendizaje cooperativo en química orgánica⁵⁰, al aplicar métodos que facilitan el desarrollo de habilidades para pensar lo abstracto, visualizar objetos tridimensionales y pensar analíticamente; por otro lado, atacan la mala reputación de la asignatura y la pobre actitud y motivación de los estudiantes, creando un ambiente positivo con posibilidades de mejorar el desempeño de los participantes. Además, investigaciones como están hacen visibles los inconvenientes presentados en cuanto al trabajo en equipo, organización interna de los pequeños grupos y utilización efectiva del tiempo.

En la investigación que acá se presenta se ha seleccionado una estrategia didáctica desde la planeación de la UD que concreta un diseño tecnopedagógico, tal como se explicó en el apartado anterior. Esta estrategia didáctica no desconoce la integración jerárquica de modelos didácticos, la estrategia de enseñanza se enfoca más hacia la enseñanza por explicación y contrastación de modelos⁵¹, en la cual el profesor debe exponer a sus estudiantes diversos modelos alternativos que deben contrastar con el fin de comprender las diferencias conceptuales que hay entre ellos, y de esa forma, ser capaces de relacionarlos e integrarlos

⁴⁶ GÓMEZ MOLINÉ, Margarita. Algunos factores que influyen en el éxito académico de los estudiantes universitarios en el área de química.

⁴⁷ PINTO CAÑÓN, Gabriel; CHÁVEZ FLORES, Arturo; YUNQI, Liu y XU, Jianing. Estrategias educativas centradas en los alumnos para el aprendizaje de química en niveles universitarios.

⁴⁸ PINTO CAÑÓN, Gabriel; ESCUDERO GONZÁLEZ, Pilar y MARTÍN SÁNCHEZ, Manuela. Aportaciones sobre el aprendizaje activo de la química.

⁴⁹ PINTO CAÑÓN, Gabriel. Ejemplos de la vida cotidiana para el aprendizaje de la química: valoración por alumnos universitarios.

⁵⁰ CARPENTER, Suzanne R. & MCMILLAN, Tim. Incorporation of a Cooperative Learning Technique in Organic Chemistry.

⁵¹ Ibid. p. 299

metacognitivamente; el estudiante, debe construir e integrar los valores, los métodos y los sistemas conceptuales producidos por la ciencia con la ayuda pedagógica de su profesor que debe, mediante sus explicaciones, hacer comprensibles y contrastables esos conocimientos.

Adicionalmente, considerando los resultados de investigaciones previas sobre la enseñanza y el aprendizaje de la química mediada por TIC -las cuales se describirán brevemente en el siguiente apartado- se opta por la estrategia didáctica de corte constructivista: aprendizaje colaborativo –sobre la cual se comenta a continuación-, para realizar la planeación didáctica ofrecida por la UD y su diseño tecnopedagógico. Dentro de ésta, también se ha considerado la inclusión del estudio de casos, en su forma de resolución de caso-problema, siguiendo los resultados positivos de investigaciones que sobre la interactividad se han hecho en ambientes bimodales y a nivel universitario, aunque no en asignaturas relacionadas con las ciencias naturales o experimentales⁵²; además de las sugerencias que han dado estudios previos sobre la enseñanza y el aprendizaje de la electroquímica -de los cuales se comentará en un apartado más adelante-

De acuerdo con Berkley, Cross y Major⁵³ el **aprendizaje colaborativo** alude a las actividades de aprendizaje expresamente diseñadas para parejas o pequeños grupos interactivos y realizadas por ellos; para esto el aprendizaje colaborativo posee unas características esenciales:

- 1) Su diseño debe responder a una estructura intencional: en el aprendizaje colaborativo los profesores estructuran las actividades de aprendizaje intencional para los estudiantes.
- 2) La colaboración: Todos los participantes del grupo deben comprometerse activamente a trabajar juntos para alcanzar los objetivos señalados.
- 3) Su lugar en una enseñanza significativa: Cuando los estudiantes trabajan juntos en una tarea colaborativa, deben incrementar sus conocimientos o profundizar su comprensión de los contenidos de la asignatura; es decir que la tarea encomendada al grupo debe estructurarse para cumplir los objetivos de aprendizaje de la asignatura.

Cumpliendo estas características el aprendizaje colaborativo consiste en que dos o más estudiantes trabajen juntos y compartan equitativamente la carga de trabajo mientras progresan hacia los resultados de aprendizaje previstos. El aprendizaje colaborativo aborda diversas cuestiones importantes relacionadas con la mejora del aprendizaje de los estudiantes, el trabajo estructurado en pequeño grupo que

⁵² ENGEL. Op. cit

COLL, C.; MAURI, T. y ONRUBIA, J. Análisis y resolución de casos-problema mediante el aprendizaje colaborativo.

⁵³ BERKLEY, Elizabeth F.; CROSS, K. Patricia y MAJOR, Claire Howell. Técnicas de aprendizaje colaborativo. Manual para el profesorado universitario.

aprovecha la interdependencia positiva y la responsabilidad individual, también aumenta el rendimiento del estudiante.

En este sentido, la primera ventaja se refiere al hecho evidente de que los profesores no pueden limitarse a transferir conocimientos a los estudiantes y que el aprendizaje significativo y duradero se produce mediante la implicación personal y activa. En el aprendizaje colaborativo los mismos estudiantes deben estructurar su mente mediante un proceso de asimilación de información en su propio entendimiento. La segunda se refiere a que el aprendizaje colaborativo ofrece a los estudiantes la oportunidad de adquirir valiosas competencias y disposiciones interpersonales y de trabajo en equipo, participando en grupos orientados a la tarea; esta trasciende a la idea de que la disposición y la preparación para participar en un trabajo en equipo productivo es un requisito para tener éxito. La tercera ventaja que ofrece el aprendizaje colaborativo al aprendizaje de los estudiantes es que desarrolla habilidades necesarias para nuestra sociedad cada vez más diversa que requiere ciudadanos comprometidos que puedan apreciar y beneficiarse de perspectivas diferentes, habilidades como aprender a escuchar con atención, pensar críticamente, participar de forma constructiva y colaborar de manera productiva para resolver los problemas comunes.

La implementación del aprendizaje colaborativo es un desafío estimulante que requiere una cuidadosa planeación previa; por esto, esta Unidad Didáctica ayuda a crear ambientes productivos de aprendizaje mediante el uso de los grupos de aprendizaje colaborativo. Así mismo, ayuda a profesores y estudiantes a adquirir responsabilidades nuevas y diferentes de las que están acostumbrados a tener en la educación tradicional.

El diseño de actividades de enseñanza y aprendizaje siguiendo el modelo de aprendizaje colaborativo debe ayudar a afrontar los cambios que implican nuevos roles y requieren el desarrollo de competencias diferentes. Cuando los estudiantes se implican activamente en actividades basadas en el aprendizaje colaborativo, pasan de oír, observar y tomar apuntes a resolver problemas, aportar y dialogar; pasan de competir con los compañeros a trabajar colaborativamente con ellos; pasan de considerar a los profesores y los libros de texto como únicas fuentes de autoridad y saber a considerar a los compañeros, a sí mismos y a la comunidad como fuentes adicionales e importantes de saber.

Los elementos más críticos al estructurar el aprendizaje colaborativo son el diseño de tareas de aprendizajes adecuadas y la estructura de unos procedimientos que atraigan a los estudiantes y los hagan participar activamente en su realización. Sin embargo, es debido destacar que el cometido del profesor consiste en ayudar a los grupos a trabajar con eficacia.

3.2.1 Las TIC en la enseñanza y el aprendizaje de la química

La búsqueda de recursos que apoyen la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, particularmente de la química, ha sido una labor constante cuyos resultados han puesto al servicio de la comunidad educativa gran cantidad de elementos, los más recientes se han llamado TIC o tecnologías digitales. La implementación de un nuevo recurso en el contexto escolar genera inicialmente un interés y entusiasmo, que disminuye con el tiempo. Así, en el caso de la Internet, su uso en un comienzo se limitó a la búsqueda de información, pero actualmente su uso se va extendiendo y puede llegar a convertirse en una herramienta fundamental en la enseñanza de la química.

Una característica importante de las TIC y sus posibilidades educativas es su acelerado desarrollo. Así, mientras que hace pocos años se manejaban el correo electrónico, las páginas Web estáticas (el lenguaje HTML), las aplicaciones de Microsoft Office, las simulaciones en forma de applets, etc., hace pocos años aparecieron los blogs, las webquests, los wikis, formas más integradas de correo electrónico en formato Web (como Gmail), los grupos de trabajo en línea (como Google Groups, por ejemplo), las simulaciones en formato Flash, los portales de recursos (y objetos de aprendizaje), las aulas digitales (como Moodle). Y recientemente se habla de aplicaciones de carácter social, como Flickr, Slideshare, Ning, Facebook, YouTube, Skype, y de entornos y aplicaciones más evolucionados y gratuitos como Linux y OpenOffice, de recursos sofisticados como las pizarras digitales, de multitud de proyectos colaborativos, etc. Y todo ello sin hablar de las herramientas auxiliares (archivos PDF, capturadores de pantallas como Snapshot, tratamiento de imágenes y de vídeo, gestión de pagos y de compras como Paypal y Amazon), o la posibilidad de disponer y gestionar el servidor propio del docente (para lo que se requiere, por ejemplo, manejar programas como EasyPHP, MySQL, etc.).

Como se ve, la lista es extensa y nadie sabe de qué nuevos instrumentos se dispondrá en pocos años. Por ello, Daza⁵⁴ y colaboradores concluyen que el docente debe introducirse en el mundo de las TIC lo antes posible, y aprender a usarlas de manera pausada pero constante.

Valverde y Llitjós⁵⁵ y Daza⁵⁶ presentan un amplio recorrido sobre el uso de Internet y de otras TIC en la enseñanza de la química, mostrando su potencial

⁵⁴ DAZA PÉREZ, Erika P. *et al.* Op. cit

⁵⁵ JIMÉNEZ VALVERDE, Gregorio y LLITJÓS VIZA, Anna. Una revisión histórica de los recursos didácticos audiovisuales e informáticos en la enseñanza de la química.

JIMÉNEZ VALVERDE, Gregorio y LLITJÓS VIZA, Anna. Cooperación en entornos telemáticos y la enseñanza de la química.

⁵⁶ DAZA. *et al.* Op.cit

educativo en varios sentidos. Por su parte, Giordan⁵⁷ hace una revisión de estudios sobre las principales formas de uso del computador en las aulas de ciencia, defendiendo la necesidad de investigar cómo los estudiantes y profesores integran las TIC en situaciones de enseñanza. Otros ejemplos pueden ser la elaboración de blogs⁵⁸ y la extendida utilización de Entornos virtuales de Aprendizaje, EVA, específicamente para la edición y visualización de objetos moleculares bidimensionales o tridimensionales⁵⁹.

Por otra parte, Internet permite a docentes y estudiantes poder colaborar o cooperar superando las barreras espaciales y temporales. Ahora, gran parte de la investigación en el uso de las TIC en la educación considera más o menos explícitamente las posibilidades tecnológicas para facilitar la interacción social entre el profesorado y el alumnado y entre los propios estudiantes. Ahora las TIC permiten una interacción entre estudiantes y entre éstos y el profesorado que va más allá de la simple interacción estudiantes-contenido que ofrecían los recursos audiovisuales anteriores. Por este motivo, las herramientas *groupware* (software que facilita el aprendizaje cooperativo *on-line*) están recibiendo cada vez más atención en contextos educativos.

Por ejemplo, Jiménez y Llitjós⁶⁰ utilizaron el software *BSCW Basic (Support for Cooperative Work* ó soporte básico para el trabajo cooperativo) en cursos universitarios de química ambiental. Los autores concluyen que el BSCW es una herramienta útil y de gran versatilidad para establecer una red de comunicación y cooperación entre los estudiantes y entre los estudiantes y el profesorado, y constituye un formato alternativo al aprendizaje cooperativo tradicional. Por su parte, Pence⁶¹ evaluó el uso de correo electrónico cooperativo en un curso universitario de química general, obteniendo el beneficio de desarrollar en los estudiantes las habilidades de comunicación interpersonal y una respuesta positiva por parte de estos al utilizar un medio de comunicación digital. Jiménez y Llitjós⁶² también presentan una manera diferente de utilizar el aprendizaje colaborativo mediante las TIC para la enseñanza y el aprendizaje de la química, en este caso mediante la elaboración colaborativa de materiales hipermedia.

Muchos de los esfuerzos por introducir el uso de las TIC a la enseñanza y el aprendizaje de la química se han centrado en la capacidad de muchos de los recursos que estas ofrecen para la construcción de modelos, pues es fácilmente reconocible la dificultad que presentan los estudiantes para imaginar

⁵⁷ GIORDAN, Marcelo. O computador na educação em ciências: breve revisão crítica acerca de algumas formas de utilização.

⁵⁸ PROSZEK, Roberta y FERREIRA, Maira. Op. cit.

⁵⁹ GIORDAN, Marcelo y GOIS, Jackson. Op. cit

⁶⁰ JIMÉNEZ y LLITJÓS. Cooperación en entornos telemáticos y la enseñanza de la química. Op. cit.

⁶¹ PENCE, Laura E. Cooperative Electronic Mail: Effective Communication Technology for Introductory Chemistry.

⁶² JIMÉNEZ VALVERDE, Gregorio y LLITJÓS VIZA, Anna. Producción cooperativa de materiales hipermedia en espacios compartidos de trabajo: un caso de enseñanza de la Química.

correctamente el mundo microscópico, dificultad apoyada por la ausencia de referenciales que les ayuden en esta tarea de abstracción. El aprendizaje de la química requiere la comprensión de la materia también en un nivel simbólico; entonces, los hechos observados deben ser explicados mediante un conocimiento construido a través del uso de modelos sobre entidades no visibles, y además, utilizando un lenguaje simbólico.

La comprensión de la química depende de dar sentido a lo invisible e intocable, dada la abundancia de fenómenos químicos que no son accesibles a través de la experiencia directa y la visión que se tiene es mínima, los recursos audiovisuales han sido ampliamente utilizados en la enseñanza y el aprendizaje de la química, actualmente la mayor cantidad que se encuentran a través de Internet son las demostraciones de experiencias de laboratorio basadas en filmaciones reales, seguidas de animaciones empleando modelos moleculares y de algunas simulaciones⁶³.

En este sentido, la simulación por ordenador de fenómenos químicos constituye un espacio intermediario entre lo concreto y lo abstracto, que facilita la puesta en relación de la realidad y las teorías científicas mediante diversas representaciones simbólicas, permite la manipulación de modelos por el alumnado y el aprendizaje de conocimiento conceptual, procedimental y actitudinal.

Una forma de uso de los simuladores consiste en aprovechar sus posibilidades para ayudar a entender la estructura tridimensional de las moléculas, permitiendo a los estudiantes visualizar el comportamiento cinético-molecular, así como comprender y utilizar diferentes representaciones, ampliando su aprendizaje conceptual⁶⁴. En el mismo sentido Barak y Hussein-Faraj⁶⁵ proponen el uso de Modelos Moleculares Computarizados (CMM: *Computarized Molecular Models*) y de visualización computarizada de procesos, como herramientas poderosas para manipular y predecir estructuras moleculares espaciales.

Do Nascimento y colaboradores⁶⁶, investigaron sobre una manera diferente de utilización de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje de la química, en este caso utilizaron los programas computacionales ConQuest y Mercury en un curso universitario de química inorgánica. Los autores evalúan cualitativa y cuantitativamente los programas, mientras los estudiantes los utilizan para resolver ejercicios utilizando las bases de datos de ambos programas.

En un sentido similar, Fonseca⁶⁷ ha desarrollado y evaluado un entorno virtual 3-D (tridimensional) con la idea de que los mundos computarizados permiten visualizar

⁶³ GALÁN GIRÓ, Angels. Anàlisi de documents audiovisuals des de la didàctica de la química.

⁶⁴ AYRES, C. y ARROIO, A. Um simulador aplicado ao estudo de interações intermoleculares

⁶⁵ BARAK, Miri & HUSSEIN-FARRAJ, Rania. Op. cit

⁶⁶ DO NASCIMENTO, Fábio Batista; BARRO, Mario Roberto; ELLENA; Javier y LINHRES QUEIROZ, Salete.

Estudo das qualidades pedagógicas dos programas ConQuest e Mercury no Ensino Superior de Química.

⁶⁷ FONSECA E TRINDADE, Jorge. Improving Physics learning with virtual environments: an example on the phases of water.

procesos químicos y físicos para mejorar la comprensión conceptual de la estructura microscópica y el comportamiento de la materia, en estudiantes universitarios de primer año. Giordan y Gois⁶⁸ también han evaluado la utilización de la simulación y la animación computarizada para la representación de partículas.

Distintos investigadores han considerado los trabajos prácticos con laboratorios virtuales mediante simulación por ordenador como actividades previas al trabajo en el laboratorio real, que facilitan la conexión entre la teoría y la práctica y mejoran el aprendizaje en el laboratorio real⁶⁹. Otra forma de uso de las TIC para prácticas de laboratorio, ha sido utilizar videos como tutoriales de apoyo a la función del profesor como orientador de la actividad de laboratorio, por ejemplo se puede citar el uso de DVD con pregrabados de la práctica de laboratorio utilizados por Ruedas⁷⁰ y colaboradores en fisicoquímica.

Otra de las maneras en que las TIC se han insertado en la enseñanza y el aprendizaje, particularmente en química, ha sido el uso de Objetos Virtuales de Aprendizaje, OVA, que son recursos digitales basados en la Web, cuya característica principal es que pueden ser utilizados y reutilizados para apoyar el aprendizaje. Una experiencia en este sentido es la descrita por Maceira, Cancela y Goyanes⁷¹ quienes analizaron el uso de una *Píldora de conocimiento* sobre la temática Equilibrio químico.

Por su parte, Cole y Todd⁷² diseñaron e implementaron tareas o deberes escolares basadas en la Web, en un curso universitario de química general, estas tareas incluyeron el uso de multimedia y una retroalimentación inmediata. Para lograrlo utilizaron la plataforma educativa virtual WebCT. Los investigadores concluyen que es necesario continuar la investigación en la utilización de plataformas virtuales educativas, aunque no encontraron diferencias significativas con las tareas asignadas de la manera habitual, sin utilización de la web, encontraron resultados prometedoras con la facilidad de poder brindar retroalimentación inmediata.

En el mismo sentido, se evaluó la implementación de un aula virtual, utilizando la plataforma Moodle, en una modalidad mixta (presencial y virtual) en un curso de química agrícola con estudiantes universitarios⁷³, concluyéndose que la limitada gestión del tiempo y la falta de habilidad para el estudio independiente de los

⁶⁸ GIORDAN, Marcelo y GÓIS, Jackson. Telemática educacional e ensino de química: consideracoes em torno o desenvolvimento de um construtor de objetos moleculares.

⁶⁹ SIERRA, J.; BOSQUE, J.; GARCÍA, A.; BLANC, R.; DEL, M.; GÁMIZ, L. y ALÉS, F. Op. cit.

RASO, Miguel Ángel, *et. al.* Materiales para la enseñanza virtual de la química: una práctica de laboratorio.

⁷⁰ RUEDAS RAMA, M. J. *et al.* Aplicación de nuevas metodologías de la información y la comunicación (TIC) a la enseñanza práctica de física aplicada y fisicoquímica.

⁷¹ MACEIRAS, Rocío; CANCELA, Ángeles y GOYANES, Vicente. Op. cit.

⁷² COLE, Renée S. & TODD, John B. Effects of Web-Based Multimedia Homework with Immediate Rich Feedback on Student Learning in General Chemistry.

⁷³ LAMAS, María L. ; MASSIÉ, Ana I. y QUERO, Edmundo D. Op. cit.

estudiantes, se constituyen en el principal obstáculo para el aprovechamiento integral de la modalidad mixta para la enseñanza y el aprendizaje. Los investigadores reconocen la necesidad de seguir los esfuerzos por construir un aula virtual superadora, que no sólo sea un elemento informativo sino que se constituya en un entorno activo de formación, que incentive la participación y colaboración de los estudiantes.

Giordan⁷⁴ describe otra línea de estudio sobre la inclusión de las TIC en las aulas de ciencias, se trata de la dinámica de las interacciones de aula en la presencia del computador y cómo se construyen los significados a través de esas interacciones. La investigación de este autor sobre la estructura del dialogo en la clase de ciencias, específicamente en la enseñanza y el aprendizaje de química, ha mostrado resultados unánimes al constatar un patrón discursivo en forma de la estructura IRF: Iniciación-Respuesta-Feedback (evaluación).

3.2.2 Enseñanza y aprendizaje de la electroquímica

Debido a su campo de estudio, la electroquímica ha ganado interés en los currículos, tanto en la educación preuniversitaria como en la formación universitaria en química; la interacción que supone entre electricidad y reacciones químicas constituye la base de una gran cantidad de hechos que abarcan desde problemas básicos asociados a la conversión y almacenamiento de energía, hasta la interpretación de muchos fenómenos biológicos, pasando por el estudio de la corrosión, el diseño de métodos de análisis y eliminación de contaminantes o el estudio de procesos de alta repercusión tecnológica y económica que condicionan nuestra vida. También se ha destacado el carácter interdisciplinar entre la física y la química, sus numerosas aplicaciones prácticas en la vida cotidiana y su proyección en el desarrollo de nuevas fuentes de energía y procesos industriales respetuosos con el medioambiente⁷⁵.

La revisión bibliográfica de varios autores⁷⁶ los ha llevado a constatar las concepciones erróneas que los estudiantes tienen sobre electroquímica y, en

⁷⁴ GIORDAN. Op. cit. p. 295-296

GIORDAN, Marcelo. Tutoring through the internet: how students and teachers interact to construct meaning.

⁷⁵ DE LA PLAZA, Maria de los Ángeles, IZQUIERDO, Maria Cruz, PERAL, Fernando y TROITIÑO, Maria Dolores. Aspectos didácticos de la electroquímica en relación con el medio ambiente.

⁷⁶ BOULABIAR, Ahlem; BOURAOUI, Kamel; CHASTRETTE, Maurice & ABDERRABBA, Manef. A historical analysis of the Daniell cell and electrochemistry teaching in French and Tunisian textbooks.

VERA, Maria I.; MONTIEL, Graciela M.; STOPPELLO, Marta G. y GIMÉNEZ, Liliana I. Op. cit.

CARAMELA, Neusa J. C. y PACCAB, Jesuína L. A. Op. cit.

MATUTE PADRÓN, Saida; PÉREZ PEÑA, Léxida y DI´RACCO VERA, Lucia. Op. cit.

SANGER, Michael J. & GREENBOWE, Thomas J. Students' Misconceptions in Electrochemistry: Current Flow in Electrolyte Solutions and the Salt Bridge.

algunos casos, indagan sobre los posibles orígenes de las mismas para ofrecer claves para contrarrestarlas.

Para el caso del fenómeno que ocurre dentro de una celda electroquímica, han encontrado dificultades relacionadas con un inapropiado conocimiento sobre el puente salino, cargas no balanceadas en el electrolito, presencia de electrones en la solución, dirección incorrecta en el movimiento de aniones y cationes en el electrolito e incorrecto movimiento de electrones en los cables externos. Además, han reconocido que los estudiantes presentan serias dificultades para entender y utilizar correctamente los criterios para seleccionar la dirección espontánea de las reacciones electroquímicas usando los potenciales estándares de reducción, y varios son incapaces de producir diagramas de celdas electroquímicas aceptables, la deficiencia radica en que varios estudiantes no dominan ni entienden claramente los conceptos de oxidación, reducción, potencial redox y espontaneidad.

Generalmente, las dificultades en los contenidos sobre electroquímica se presentan en la identificación del marco conceptual y físico común entre celdas electrolíticas y galvánicas, así como las asociadas a las propias reacciones de óxido-reducción, iones responsables del transporte de la corriente eléctrica a través de la solución y del puente salino o con la interpretación de las cargas asignadas a cada electrodo. Adicionalmente, se ha registrado confusión entre los estudiantes para la identificación de reactivos que se comportan como agentes oxidantes o reductores y la interpretación y asignación de números de oxidación en especies poliatómicas.

Otras investigaciones han llevado a afirmar que la gran problemática, por la que atraviesan los estudiantes en este contenido, se debe a los complejos desarrollos matemáticos en los que hacen énfasis la mayoría de los profesores, sin dar a conocer la importancia y utilidad de la electroquímica a nivel industrial, ambiental y social, entre otros. Se ha encontrado que muchos estudiantes pueden resolver problemas cuantitativos sobre electroquímica, pero pocos son capaces de responder preguntas cualitativas que requieren un profundo conocimiento conceptual de la misma.

Caramela y Pacca⁷⁷ encontraron que los estudiantes tienen dificultades al explicar los fenómenos microscópicos que ocurren en una celda electroquímica en operación, porque la mayoría de las explicaciones no tienen en cuenta los contenidos establecidos científicamente. También encontraron una deficiente apropiación del lenguaje específico, utilizando los términos (oxidación, reducción, iones, cationes, aniones) en un sentido diferente al que la química oficialmente acepta. Los estudiantes tienden a justificar el hecho de la generación de corriente a la transformación de las especies químicas, sin importar los aspectos dinámicos

⁷⁷ CARAMELA y PACCA. Op. cit.

CARAMELA, Neusa J. C. y PACCA, Jesuína L. A. Concepções alternativas em eletroquímica e circulação da corrente elétrica.

del movimiento de cargas tanto en los cables como en los electrolitos; la función del puente salino es prácticamente ignorada por los estudiantes y, para ellos, el movimiento de iones en la solución no constituye una corriente eléctrica ó le atribuyen una función de transporte de una determinada especie de iones de una semicelda a otra, ignorando el equilibrio de cargas. La disociación iónica que necesaria y espontáneamente ocurre en la solución no es utilizada en la mayoría de explicaciones de los estudiantes.

Boulabiar y colaboradores⁷⁸ presentan un recorrido histórico de la enseñanza de la Pila o celda de Daniell y de la electroquímica, reconociendo las dificultades conceptuales que puede generar en los estudiantes la manera en que comúnmente se ha presentado esta temática y proponiendo nuevas formas de enseñar esta celda y, en general, la electroquímica y la conducción iónica.

El modelo de enseñanza de la Celda de Daniell que se ha usado por muchos años, difiere notablemente de las celdas de este tipo construidas, por lo cual se hace necesario introducir el puente salino, como dispositivo para completar el circuito. Esta forma de representar la celda como dos compartimentos separados por un puente salino se ha utilizado para enfatizar las reacciones redox que ocurren; sin embargo, el fenómeno de conducción, la neutralidad eléctrica, los procesos de electrodo y demás, son complejos, están entrelazados y no pueden entenderse aislados de los otros. El modelo de enseñanza de la pila de Daniell con el énfasis en las reacciones redox en las semiceldas no ayuda a los estudiantes a ver la celda como un sistema; además, ignorar la conducción iónica en el puente salino probablemente impide la construcción del concepto de corriente iónica. Aunque se introduce con buena intención para ayudar a comprender algunas reacciones electroquímicas, parece actuar como la principal fuente de concepciones erróneas sobre conducción iónica.

Dadas sus ventajas para la enseñanza de reacciones redox se mantiene este modelo en los currículos, pero se propone utilizar dos modelos de conducción en diferentes contextos, lo cual puede servir para que los estudiantes superen sus concepciones erróneas, también se deben explicar los fenómenos electroquímicos a nivel molecular y ayudar a los estudiantes a establecer la conexión entre los procesos macroscópicos y microscópicos. La simulación y visualización del nivel microscópico y los mecanismos de reacción pueden facilitar la asimilación de los fenómenos electroquímicos en la celda. En este sentido, también Sanger y Greenbowe⁷⁹ han evaluado el uso de simulaciones por computador para contrarrestar las concepciones erróneas sobre el flujo de electrones en solución, proponen el uso de diagramas detallados y animaciones sobre el flujo de corriente a través del electrolito y el puente salino, incluyendo presentaciones multimedia para ayudar a los estudiantes a visualizar estos conceptos, el uso de imágenes en movimiento resultan más efectivas que el uso de imágenes estáticas.

⁷⁸ BOULABIAR *et.al.* Op. cit.

⁷⁹ SANGER y GREENBOWE. Op. cit.

Se ha sugerido, además, que los profesores y los autores de libros de texto reconsideren y examinen cuidadosamente el lenguaje que utilizan; además, el uso de una variedad de situaciones experimentales y contextos puede ser eficaz para producir cambios conceptuales en los estudiantes. También han probado que los estudiantes pueden aprender más exitosamente los conceptos de electroquímica si son conscientes de sus preconcepciones y concepciones erróneas antes de introducirse en los temas, para eso los profesores deben extraer y discutir las formas de pensamiento de los estudiantes acerca de la conducción iónica en celdas electroquímicas y, particularmente, en el puente salino para promover que evalúen su pensamiento críticamente.

Por otra parte, Vera y colaboradores⁸⁰ concluyen que los estudiantes universitarios tienen dificultad para reconocer las especies químicas que reaccionan en los electrodos y deducir las ecuaciones anódica, catódica y global, por lo cual sugieren la necesidad de intensificar la ejercitación con mayor número de propuestas referidas al uso e interpretación de los valores de la tabla de potenciales estándar de reducción. Al respecto, se han propuesto con antelación orientaciones didácticas del uso de los potenciales de reducción⁸¹ que han probado ser efectivas para superar y clarificar los problemas encontrados en el aprendizaje de electroquímica.

Carreón, Castillo y Alonso⁸² plantean la necesidad de diversidad didáctica al abordar la temática y proponen, de acuerdo a la indagación en investigaciones previas, una serie de estrategias y actividades didácticas que pueden resultar útiles para abordar los contenidos sobre electroquímica. Las sugerencias para la enseñanza de electroquímica, además de las comentadas acá, se han extendido hasta la utilización de trabajos en laboratorio usando la electroquímica para comprobar el comportamiento molecular⁸³ y el uso de analogías⁸⁴ que permitan la incorporación de los nuevos conceptos mediante la activación de ideas o esquemas mentales sobre los cuales pueda asentarse la nueva información. Por su parte, Santos⁸⁵ presenta otra alternativa para abordar la problemática en torno a la enseñanza y el aprendizaje de la electroquímica, proponiendo la utilización de las TIC y utilizando el aprendizaje activo como estrategia didáctica.

⁸⁰ VERA *et. al.* Op. cit.

⁸¹ RUNO, James R. & PETERS, Dennis G. Climbing a Potential Ladder to Understanding Concepts in Electrochemistry.

⁸² CARREÓN GUTIERREZ, C. A.; CASTILLO CAMACHO, G. Y ALONSO CRUZ, R. D. Importancia de la aplicación de la didáctica en la ciencia electroquímica.

⁸³ HOLDER, Grant N. Teaching Students to Use Electrochemistry as a Probe of Molecular Behavior.

⁸⁴ VASINI, Enrique Julio y DONATI, Edgardo Rubén. Uso de analogías adecuadas como recurso didáctico para la comprensión de los fenómenos electroquímicos en el nivel universitario inicial.

⁸⁵ SANTOS RODAS, Rosario Margarita. Aplicación de un diseño metodológico basado en el aprendizaje activo y el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación, para la enseñanza de la electroquímica y sus aplicaciones en el nivel secundario.

4. DISEÑO METODOLÓGICO

En este capítulo se describe todo lo concerniente a la metodología de la investigación, primero se detallan las características del enfoque metodológico seguido para su realización, después se describen la situación de observación y la unidad de análisis; luego, se detalla el procedimiento para la recogida de información y captación de la realidad, con todas las técnicas e instrumentos utilizados y, finalmente, se presenta el procedimiento para el análisis de la información recolectada.

4.1 ENFOQUE METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación es de inspiración constructivista, busca entender los procesos de enseñanza y aprendizaje desde una visión de las prácticas educativas como una realidad social, cultural e interpersonal; que es entendida como una construcción histórica, cambiante, sujeta a la intersubjetividad, interpretación e intencionalidad de los participantes.

Tomando la actividad conjunta para explicar los procesos de enseñanza y aprendizaje se tiene una perspectiva de las aulas de clase como contextos únicos, singulares y complejos, en permanente construcción y reconstrucción y en los que confluyen factores interconectados que van desde la actividad constructiva del estudiante, pasando por la estructuración y guía del profesor y el contenido o tarea específico de aprendizaje, hasta el contexto institucional.

Se opta por un paradigma investigativo hermenéutico, ubicándola como una *investigación interpretativa*, enfoque que se adapta a los intentos por comprender la realidad en su carácter específico, distintivo y particular; donde se buscan *universales concretos* a los que se llega estudiando casos específicos, intentando descubrir lo que hay de único en ellos y lo que puede generalizarse a situaciones similares.

Según Engel⁸⁶, el enfoque de investigación interpretativo se vale de métodos cualitativos de investigación y no renuncia a la cuantificación ni a los instrumentos de análisis formales, los cuales utiliza para brindar descripciones más precisas y de validar las interpretaciones contextuales. Por lo cual involucra participación intensa y larga del investigador en el contexto investigado, registrando cuidadosamente lo que ocurre en éste, consultando otras fuentes de evidencia y analizando reflexivamente esos registros y evidencias.

La estrategia de investigación por la que se opta se centra en delimitar, observar, registrar y analizar en profundidad una única situación real de enseñanza y

⁸⁶ ENGEL Op. cit, p. 121

aprendizaje con el objetivo de identificar, describir y analizar la articulación de la actividad conjunta en torno a unos contenidos cuando se desarrolla una Unidad Didáctica, bajo unas condiciones y en un entorno específico. De este modo se define esta investigación como un *estudio de caso único* fundamentado en el interés por conocer y comprender un problema más amplio a través del conocimiento de un caso particular y por considerarse adecuado para el análisis de un contexto real.

Yin⁸⁷ describe concisamente cómo usar el estudio de caso en la investigación en educación, dando las características básicas de este método y destaca su fuerza en su habilidad de examinar, en profundidad, un caso dentro de su contexto de la vida real. Recomendando su utilización en investigaciones que enfrentan cuestiones descriptivas -¿qué sucedió?- o explicativas -¿cómo o por qué sucedió?- y que pretenden producir una comprensión de primera mano de personas o eventos. Estas características se ajustan a las pretensiones de esta investigación, por lo cual es debido ajustarse a otras exigencias que el autor propone cuando se opta por este enfoque investigativo.

Moreira⁸⁸ realiza una aproximación conceptual sobre el *estudio de caso*, el cual describe, a partir de varios autores, como la investigación de un individuo, un grupo o un fenómeno. Entonces, una investigación del tipo estudio de caso pretende entender un caso, para comprender y descubrir cómo las cosas ocurren y por qué ocurren, para predecir algo a partir de un único ejemplo o para obtener indicadores que puedan ser usados en otros estudios, para lo cual es necesario un profundo análisis de las interdependencias de las partes, no de variables aisladas.

Moreira⁸⁹ cita a Serrano para describir las propiedades esenciales de un estudio de caso cualitativo, las cuales son la *particularización* (se centran en una situación, evento, programa o fenómeno particular), la *descripción* (el producto final es una descripción rica y densa del objeto de estudio), la *heurística* (iluminan la comprensión del lector respecto al objeto de estudio) y la *inducción* (se basan en el razonamiento inductivo; las teorías, los conceptos o las hipótesis surgen de un examen de los datos fundados en el contexto mismo).

Desde una visión sistémica se presupone que los elementos de un evento educativo son interdependientes e inseparables y un cambio en un elemento implica un cambio en todo lo demás. La utilización de esta metodología en la investigación educativa es reciente y se ha desarrollado dentro de una concepción bastante restringida al estudio descriptivo de una unidad que puede ser una escuela, un profesor, un estudiante o un aula, aunque también puede ser el estudio de un currículum o de un sistema escolar. No obstante, también se plantea que en educación la mayoría de los estudios de casos son una combinación de descripción y evaluación o de descripción e interpretación.

⁸⁷ YIN, R. K. Case study methods.

⁸⁸ MOREIRA, M. A. Investigación en educación en ciencias: Métodos cualitativos.

⁸⁹ Ibid

Esta investigación es un *estudio interpretativo de caso*. Los estudios de este tipo se caracterizan por que contiene descripciones ricas y densas, los datos descritos se utilizan para desarrollar categorías conceptuales o para ilustrar, defender o desafiar presupuestos teóricos difundidos antes del estudio. El investigador debe reunir tanta información sobre el objeto de estudio como le sea posible, con la pretensión de interpretar o teorizar sobre el fenómeno.

De igual manera, este tipo de estudio es una metodología que sirve para fundamentar una teoría, o mejor, para inducir categorías o hipótesis comprensivas a partir de datos descriptivos muy ricos. Las características mencionadas se ajustan a lo perseguido por la presente investigación, al querer identificar, describir, analizar, comprender las formas de organización de la actividad conjunta presentes en el desarrollo de una Unidad Didáctica en un entorno bimodal, para proponer alternativas de mejora de la práctica educativa.

Yin⁹⁰ afirma que un buen diseño de estudio de caso, como mínimo, involucra definir el caso, justificar la elección de un estudio de caso único o de casos múltiples y adoptar o minimizar deliberadamente perspectivas teóricas. Respecto a esta exigencia se puede aclarar lo que parece obvio, para el desarrollo de esta investigación se ha decidido usar el desarrollo teórico existente para seleccionar el caso único, para desarrollar un protocolo de recolección de información y para organizar la estrategia inicial de análisis de datos. Se ha optado por investigaciones previas dentro de una perspectiva epistemológica constructivista socio-cultural y específicamente avances teóricos dentro de la denominada Concepción constructivista de la enseñanza y del aprendizaje escolar que procuran la comprensión de la interactividad en diferentes contextos educativos.

Otras características que, según Yin⁹¹ tiene el estudio de casos en cuanto a la recolección de datos y al análisis de la información involucrada a la argumentación de la metodología de investigación que se está describiendo. Una demanda clave es que, al contrario de la mayoría de métodos, al efectuar un estudio de caso el investigador debe realizar la recolección de datos a la vez que realiza el análisis de los mismos. La segunda exigencia consiste en presentar los datos formal y explícitamente, en una variedad de matrices de datos presentadas aparte de la narración del estudio de caso. Para finalizar, un tercer requerimiento nos dice que el análisis del estudio de caso puede basarse en varias técnicas cuyo uso podría incluso ser anticipado durante el diseño inicial del estudio de caso, a la medida que se construye un argumento que direcciona las preguntas de investigación.

⁹⁰ YIN. Op. cit.

⁹¹ Ibid

4.2 LA SITUACIÓN DE OBSERVACIÓN

Se mencionó como exigencia de una metodología investigativa de estudio de caso único, definir el caso o los casos seleccionados y justificar la elección de un estudio de caso único o de casos múltiples; pues como se ha mencionado, en esta investigación se optó por estudiar el caso único de una Unidad Didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de Principios de Electroquímica en un entorno bimodal y en esta situación se observan las formas de organización de la actividad conjunta, con la finalidad de identificarlas, describirlas e interpretarlas tal como sucedieron en esta realidad particular dentro de su contexto específico. De esta manera se comienza a describir la situación de observación elegida para captar la realidad y obtener información y de acuerdo a la cual se analiza la información obtenida.

Como lugar para aplicar la propuesta descrita se decide optar por la asignatura Química II, correspondiente al segundo semestre del plan de estudio de los programas académicos de la Escuela de Química de la Universidad Tecnológica de Pereira: Tecnología Química y Química Industrial. Con vista en especificar y delimitar el estudio y dada la funcionalidad que representa, se selecciona el sexto tema del contenido de esta asignatura, denominado Principios de Electroquímica, en el cual se trata, entre otros, los conceptos y procedimientos de: reacciones de oxidación-reducción, electrólisis, celdas galvánicas o voltaicas, potenciales de reducción, corrosión.

Se diseña, desde la denominada concepción constructivista de la enseñanza y el aprendizaje escolar, una Unidad Didáctica en un entorno bimodal para la enseñanza y el aprendizaje de esta temática. Unidad Didáctica que desde su planeación se involucra en la elaboración de un diseño tecnopedagógico aplicado a un ambiente educativo bimodal, que satisface todos los requerimientos descritos en el capítulo anterior.

Es válido señalar que, en el diseño de la situación de observación se respeta al máximo las condiciones habituales y el contexto natural en el que los participantes despliegan normalmente su actividad. Para lo cual, la investigadora negocia todos aquellos aspectos susceptibles de facilitar el proceso de observación y recogida de datos y de garantizar su fiabilidad y su pertinencia para los objetivos del proyecto. La finalidad es reducir al máximo la artificialidad de las condiciones, dejando a los participantes un amplio margen de maniobra en la definición de la situación y en el desarrollo de la actividad.

4.3 PROCEDIMIENTO PARA OBTENER INFORMACIÓN

En este apartado se abordan las fuentes y los tipos de información recogida, junto con la exposición de los instrumentos que se emplearán, y las fases a través de

las que se desarrolla este procedimiento. Con base en los estudios previos realizados por investigadores pertenecientes a GRINTIE⁹² y con la finalidad de registrar con el mayor detalle posible la evolución de la actividad conjunta de los participantes durante la Unidad Didáctica en el contexto en que se desarrollan.

La necesaria distinción entre el plano del diseño tecnopedagógico y el plano de su concreción efectiva en la actividad conjunta real de profesor y estudiantes, conlleva la necesidad de diversificar y multiplicar los instrumentos metodológicos de recogida de información y de análisis de datos; por lo que es apropiado destacar la importancia de acceder a fuentes de información y poseer técnicas de recolección de datos que permiten acceder “en vivo” al desarrollo real de los procesos virtuales y presenciales de enseñanza y aprendizaje, ofreciendo información concreta sobre cómo el profesor y los estudiantes llevan a cabo, articulan e interrelacionan sus actuaciones en torno a las tareas y actividades que vertebran el proceso de enseñanza y aprendizaje⁹³.

Para el desarrollo metodológico de esta investigación se procede a una recogida sistemática de información en tres fases, que se describen a continuación con las informaciones correspondientes y las estrategias e instrumentos de recogida de información que se utilizarán:

- Fase 1. Informaciones previas al inicio del caso:

Selección y preparación de la Unidad Didáctica; obtención del permiso institucional para llevar a cabo el estudio; negociación de un acuerdo con el profesor titular y los estudiantes implicados en la Unidad Didáctica, para la aceptación del registro de sus actuaciones y aportaciones, tanto en el entorno virtual como en el entorno presencial, en donde el registro sería en video. Obtención del compromiso por parte de los estudiantes de responder a los cuestionarios inicial y final; cuestionario dirigido a los estudiantes, con el fin de indagar sus previsiones y expectativas sobre el desarrollo de la Unidad Didáctica y sus resultados.

- Fase 2. Informaciones durante el desarrollo del caso:

Recogida completa de los intercambios entre la profesora y los estudiantes, y entre estudiantes, durante el tiempo en que se desarrolle la Unidad Didáctica. Recogida periódica de los documentos, en proceso y finales, que generen la profesora y los estudiantes durante el tiempo en que se desarrolle la Unidad Didáctica; recogida de los auto-informes que realice la profesora luego del desarrollo de cada sesión presencial y virtual de la Unidad Didáctica; recogida

⁹² ENGEL. Op. cit

COLL, C.; MAURI, T. y ONRUBIA, 2006. Op. cit

COLL, César, *et al.* Actividad conjunta y habla: una aproximación al estudio de los mecanismos de influencia educativa. Op. cit.

COLL, C.; ONRUBIA, J. y MAURI, T. Ayudar a aprender en contextos educativos: el ejercicio de la influencia educativa y el análisis de la enseñanza.

⁹³ ONRUBIA, J. Aprender y enseñar en entornos virtuales: actividad conjunta, ayuda pedagógica y construcción del conocimiento.

completa de los registros automáticos de actividad en la plataforma Moodle. Filmación y grabación en audio de las clases que se desarrollen en modalidad presencial durante el desarrollo de la Unidad Didáctica.

- Fase 3. Informaciones al final del caso:

Cuestionario final dirigido a los estudiantes con el fin de conseguir sus valoraciones sobre el desarrollo de la Unidad Didáctica y sobre el grado de consecución de los objetivos perseguidos y los aprendizajes realizados.

Se obtiene un conjunto de informaciones utilizando diferentes técnicas e instrumentos para captar sentidos en la situación de observación, estos instrumentos serán puestos en un proceso de validación que incluye pilotaje y revisión por pares académicos. Este conjunto conforma una base de datos que incluirá los datos descritos a continuación:

- Cuestionario a estudiantes sobre experiencia previa, motivación y expectativas en relación con el desarrollo de la temática de la Unidad Didáctica en un entorno bimodal.
- Cuestionario a estudiantes sobre valoración final en relación al aprendizaje en entornos virtuales y/o bimodales y consecución de objetivos de aprendizaje.
- Diario de campo, auto-observación, observación participante y auto-informe de observación que la profesora-investigadora efectúa sobre su práctica docente para cada sesión presencial y periódicamente en la modalidad virtual.
- Documentación de la profesora relativa a la planificación de la Unidad Didáctica.
- Informes de valoración y calificaciones otorgadas por la profesora a cada uno de los productos elaborados por los estudiantes.
- Registro de todos los mensajes intercambiados por los participantes en los diversos espacios de comunicación disponibles en el aula virtual.
- Documentos intercambiados por los estudiantes y la profesora.
- Registro en video y audio de todas las sesiones de actividad conjunta, con modalidad presencial, que conforman la Unidad Didáctica.
- Documentos publicados por la profesora en el aula virtual.
- Registros de actividad o lectura en la plataforma.

Los cuestionarios los responden los estudiantes previo a la iniciación de la Unidad Didáctica a observar y al finalizar la misma, el inicial tiene como objetivo conocer las motivaciones y expectativas de los estudiantes respecto a la temática que estudiarán y respecto a su desarrollo en un entorno educativo bimodal. El cuestionario final da información sobre la valoración que los estudiantes hacen a la experiencia dada al estudiar la temática propuesta en un entorno bimodal y sobre los objetivos que los estudiantes pudieron alcanzar luego de finalizada la Unidad Didáctica. (Ver cuestionarios en Anexo C y Anexo D).

La finalidad del diario de campo que la profesora elabora durante cada sesión con modalidad presencial y de su desempeño en el aula virtual sirve para realizar una auto-observación y una observación participante de su práctica educativa, con esta información podrá elaborar luego un auto-informe, diligenciando un formato diseñado para valorar la interactividad real que sucedió durante la sesión observada, con el propósito de reflexionar e introducir modificaciones en la práctica. (Ver formulario de autoinforme en Anexo B)

Los registros de los intercambios comunicativos, tanto en la modalidad presencial como en la virtual, y los documentos generados por el profesor y los estudiantes constituyen el núcleo de las informaciones para identificar la interactividad en la Unidad Didáctica estudiada. Las restantes informaciones tienen como finalidad aportar elementos complementarios para facilitar o contrastar las interpretaciones elaboradas a partir de dichos registros.

4.4 PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Al igual que para el procedimiento y el diseño de instrumentos para la recogida de información, el análisis de los datos recolectados también toma precedentes de investigaciones similares⁹⁴, según las cuales se han establecido unas opciones tanto teóricas como metodológicas para lograr el análisis de la interacción entre estudiantes y profesor mientras desarrollan las formas de organización de la actividad conjunta que realizan en torno al contenido o tarea que están llevando a cabo.

Según lo anterior, el análisis de los datos se apoya en el modelo de análisis de la interactividad, particularmente en los trabajos de Coll y sus colaboradores⁹⁵, en los cuales se proponen, para el análisis de la actividad conjunta y de su evolución a lo largo de la Unidad Didáctica, distintos niveles de profundidad y con diferentes propósitos.

Sin embargo, todos los análisis tienen un carácter complementario y deben llevarse a cabo de tal manera que sus resultados respectivos se apoyen y se enriquezcan mutuamente en aras de una interpretación integrada. El estudio de la interactividad requiere que se consideren, de forma interrelacionada en el marco más amplio de la actividad conjunta, tanto la actividad discursiva de los participantes –lo que dicen y cómo lo dicen- como la actividad no discursiva –lo que hacen y cómo lo hacen-.

El análisis considerado para esta investigación se centra en la articulación de las actuaciones del profesor y de los estudiantes en torno a la tarea o contenido de

⁹⁴ ENGEL. Op.cit.

⁹⁵ COLL, César, *et al.* Actividad conjunta y habla: una aproximación al estudio de los mecanismos de influencia educativa. Op. cit.

aprendizaje y en su evolución a lo largo de la Unidad Didáctica. Para esto se requiere identificar las actuaciones de los participantes, de manera que se refleje su mayor o menor interconexión, que permita detectar una posible evolución de las mismas a lo largo de la Unidad Didáctica y que atiendan a la naturaleza de los contenidos abordados y a las tareas desarrolladas. Para este nivel de análisis se han establecido las unidades de análisis que se definen a continuación:

- La Unidad Didáctica (UD) es tanto la unidad básica de recogida de datos como la unidad básica de análisis e interpretación, debido a que se debe centrar el análisis en la evolución de la actividad conjunta en el transcurso de la UD.
- Para facilitar la descripción y análisis de la actividad conjunta, se distinguen unidades de análisis de nivel inferior, estas son los Segmentos de Interactividad (SI), que configuran la sesión. Los SI son formas particulares de organización de la actividad conjunta que se dan a lo largo de la UD.
- Las Configuraciones de Segmentos de Interactividad (CSI) son unidades de análisis formadas a partir de la repetición sistemática de dos o más SI que aparecen en el mismo orden dos o más veces a lo largo de la UD.

El procedimiento concreto de análisis a emplear se relaciona con el nivel y unidades propuestos y comienza con el análisis del diseño tecnopedagógico y prosigue con el análisis de las formas de organización de la actividad conjunta, que se centra en la identificación de SI, mediante patrones de actuaciones dominantes o típicos. Establecidos los SI se identifican los tipos de CSI. El análisis de los SI junto con el de las CSI permite indagar indicadores del grado de organización de la actividad conjunta, a partir de parámetros cualitativos y cuantitativos.

Con la actividad conjunta segmentada se representa la interactividad gráficamente mediante un *mapa de interactividad* que informa sobre los aspectos más globales de la actividad conjunta y sobre la articulación y distribución de los SI y las CSI a lo largo de la UD, con el patrón evolutivo y tendencia de cambio durante la UD. Paralelamente, se describen y analizan los dispositivos de ayuda docente ofrecida a lo largo de la UD,

Los resultados obtenidos después del análisis, se triangulan respecto a los resultados vinculados al diseño tecnopedagógico y a los referentes teóricos de la investigación, de esta manera se logra una interpretación que, por una parte, muestra los aportes de la investigación y, por otra parte, permite un análisis de la práctica educativa desarrollada.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados divididos en tres apartados, el primero contiene los resultados vinculados al diseño tecnopedagógico, en este se hace la descripción de la planeación tanto de las sesiones presenciales, como de la Actividad apoyada por TIC en la UD. El segundo apartado muestra los resultados vinculados al análisis de las formas de organización de la actividad conjunta, en este se presentan las formas de actividad conjunta en la UD y su evolución; en el tercer apartado se describen los dispositivos de ayuda que se presentaron a lo largo de la UD.

5.1 RESULTADOS VINCULADOS AL DISEÑO TECNOPEDAGÓGICO

Con este apartado se inicia la presentación de los resultados de la aplicación del modelo de análisis propuesto en la metodología de la investigación. Se exponen los resultados vinculados al diseño tecnopedagógico previsto de la UD, con la finalidad de dar a conocer los criterios generales que guiaron el proceso de enseñanza y aprendizaje y describir las características tecnológicas y pedagógicas del mismo. Se hace una presentación de las posibilidades y limitaciones que este diseño ofreció tanto a la profesora como a los estudiantes para organizar las actividades de enseñanza y aprendizaje.

A partir de los datos aportados por los documentos de planificación específicos de la UD elaborada previamente a su puesta en marcha, se han examinado los objetivos y los contenidos de aprendizaje propuestos, así como las relaciones mutuas entre los mismos; las actividades de enseñanza y aprendizaje y de evaluación, en particular, la forma de plantearlas, sus exigencias, su duración, las modalidades de participación previstas y las responsabilidades asignadas a los participantes. Igualmente, en lo relacionado a la planificación docente, se ha analizado las características de la información que la profesora ofrece a los estudiantes tanto para las sesiones presenciales como en el aula virtual: información sobre los contenidos de aprendizaje, sobre la organización y gestión docente del curso y sobre la utilización de los recursos de comunicación disponibles en el entorno virtual. Finalmente, se recopila información sobre las diferentes herramientas tecnológicas previstas para mediar la comunicación y colaboración entre los participantes.

5.1.1 Diseño tecnopedagógico de la UD

La UD “Principios de Electroquímica” se diseñó para los estudiantes que desarrollan su formación profesional en las carreras de Tecnología Química o

Química Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira, específicamente para quienes cursan la asignatura Química 2, de la cual Principios de electroquímica es una unidad temática. El diseño tecnopedagógico que se dispuso para esta UD no pretende abarcar todos los contenidos de la unidad temática.

Los objetivos y contenidos de aprendizaje se enfocaron hacia la contextualización de la electroquímica, aplicaciones prácticas, conexiones con otros fenómenos químicos y la solución de problemas de la industria química. Junto con la utilización de recursos y herramientas tecnológicas para la comunicación y la construcción colaborativa del aprendizaje y el trabajo en equipo y la capacidad de autoevaluación y coevaluación.

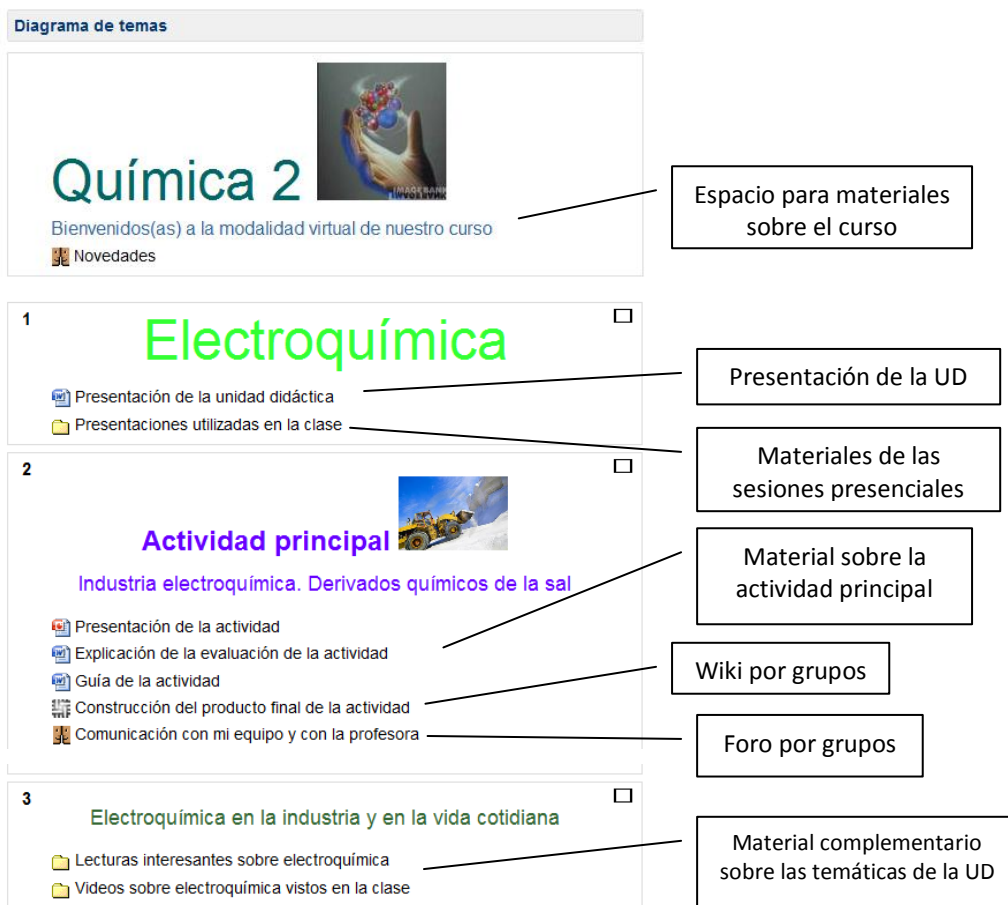
La pretensión primordial de la UD es que los estudiantes se basen en sus conocimientos previos y las relaciones que establezcan entre éstos con la nueva información y los conocimientos que se van construyendo y co-construyendo progresivamente, mientras se van aplicando y contextualizando, al ser utilizados para solucionar problemas posibles de una industria electroquímica ficticia a su cargo.

Para lograr esta pretensión, la estrategia didáctica fundamental sería el aprendizaje colaborativo, aplicando la técnica de estudio de casos, acompañada de otras técnicas orientadas por la profesora en los encuentros presenciales, que permiten el avance de los estudiantes en el aprendizaje de los diferentes contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales referentes a la unidad temática Principios de Electroquímica, mientras se crean oportunidades de usarlos en un contexto de práctica concreto.

El diseño tecnopedagógico es planeado para desarrollar la UD en un entorno bimodal, por lo cual incluye dos ambientes simultáneos uno presencial y el otro virtual. El ambiente presencial se pensó en tres sesiones de clase para el encuentro de la profesora con los estudiantes, con la finalidad de aproximarlos a los contenidos estipulados; mientras que el ambiente virtual se pensó para el desarrollo de la actividad principal de la UD, a través de la plataforma educativa Moodle, tal como se explica más adelante.

La disposición del aula virtual se presenta en la siguiente imagen (ver Figura 1).

Figura 1. Disposición del aula virtual de la UD



El detalle de la secuencia de actividades planeadas, los contenidos a trabajar, los objetivos que persiguen, la distribución temporal, las estrategias propuestas para llevarlas a cabo, el tiempo estimado para su ejecución, los responsables de su desarrollo y el uso previsto de las TIC se detallan en el Diseño tecnopedagógico de la UD (ver Anexo A).

Para el desarrollo de las sesiones presenciales se prevé la utilización de ciertos recursos TIC adicionales a los presupuestados en el aula virtual para el desarrollo de la actividad principal, en este caso los recursos son de dos tipos: el uso de videos y animaciones sobre los fenómenos estudiados y el uso de presentaciones en Power Point diseñadas y presentadas por la profesora y que sirven de apoyo a las explicaciones de las diferentes temáticas de los encuentros presenciales.

La Actividad Principal de la UD consiste en una situación-caso problema que los estudiantes estudian con la finalidad de dar solución a las problemáticas planteadas, para lograr unos aprendizajes sobre electroquímica útiles y aplicables a diferentes contextos, en el desarrollo de su carrera, en situaciones cotidianas y

en su futuro profesional. Mediante el trabajo colaborativo en pequeños grupos, en los cuales cada estudiante es responsable por su aprendizaje y debe mostrar su autonomía y autorregulación en la consecución de los objetivos de todos los compañeros de su grupo de trabajo.

Esta actividad es ejecutada utilizando herramientas del aula virtual, aprovechando la plataforma educativa Moodle como una ayuda en el proceso de aprendizaje, en la medida en que permite una comunicación efectiva entre los participantes del curso, los integrantes de cada grupo de trabajo y de éstos con la profesora; adicional a sus ventajas para la presentación y permanente disposición de materiales y recursos que apoyan el aprendizaje de los estudiantes, permiten a la profesora ofrecer la ayuda que los estudiantes requieran para lograr un óptimo desempeño en este proceso.

Tal como se detalla en el diseño tecnopedagógico de la UD (Ver Anexo A) la actividad se presenta a los estudiantes al inicio de la UD, se proporciona a los estudiantes una guía que les muestra las actividades que se les proponen y las orientaciones sobre la forma en que se desea que las aborden, indicándoles la vía para su entrega, los recursos con que cuentan y destacando que siempre que contarán con la ayuda y orientación de la profesora para la consecución satisfactoria de los objetivos formulados.

La situación-caso de estudio y la guía que se ofrece a los estudiantes con las indicaciones puede encontrarse en el Anexo A. En la Actividad Principal de la UD se propone a los estudiantes imaginarse como colaboradores líderes de esa industria ficticia que crearán junto con sus compañeros de grupo de trabajo, proponiendo soluciones viables a problemas similares a los que este tipo de industria se enfrenta en sus labores comunes.

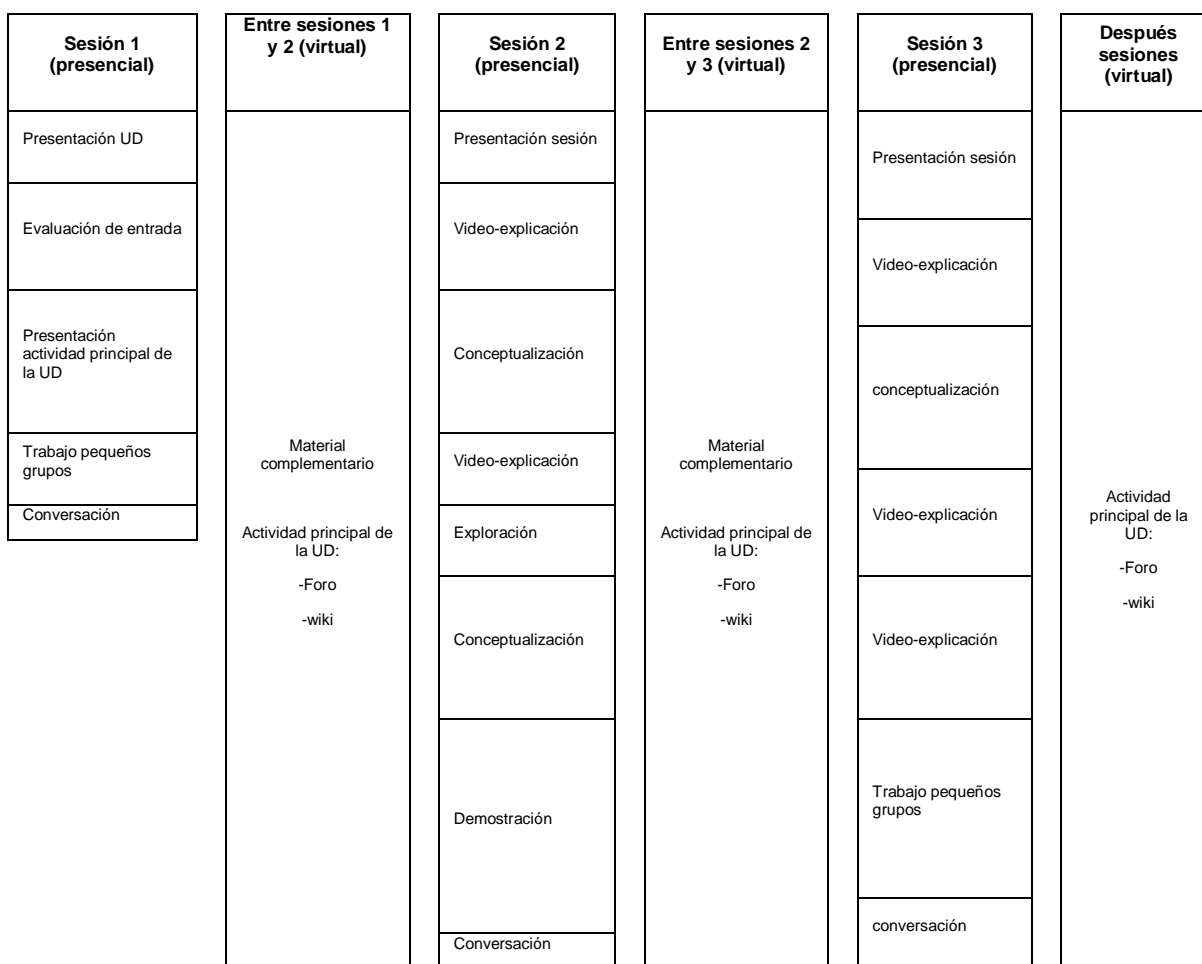
Con la finalidad de desarrollar esta actividad de manera amena y cómoda, se permiten espacios de encuentro en el aula virtual para reunir los grupos de trabajo colaborativo y compartir y discutir ideas y opiniones en torno a las problemáticas que se vayan planeando. De esta manera cada pequeño grupo cuenta con un *Foro* en el cual se pueden comunicar de manera asíncrona entre los estudiantes de cada pequeño grupo y con la profesora. También cuentan con un *Wiki*, donde cada pequeño grupo construye un texto colaborativo que es el producto final de la actividad que se propone.

El proceso de evaluación de los aprendizajes de los estudiantes en la UD, culminaría con la calificación de su desempeño en la realización de la actividad principal de la UD, conteniendo el trabajo colaborativo y la construcción del producto final. El trabajo colaborativo se califica mediante la autoevaluación que hace cada estudiante de su desempeño en el trabajo con su pequeño grupo y la coevaluación que hace del desempeño de sus compañeros de pequeño grupo; estos dos aspectos se calificarían según unos criterios de evaluación que se pueden ver en la tabla adjunta en el Anexo A. La construcción del producto final es calificada por la profesora respondiendo a los criterios presentados en la tabla

adjunta en el Anexo A, evaluando el aporte individual de cada uno de los participantes del pequeño grupo y el producto final elaborado por el pequeño grupo utilizando el wiki.

En la siguiente figura se muestra el mapa del diseño tecnopedagógico de la UD Principios de electroquímica según como ha sido planeada.

Figura 2. Diagrama del diseño tecnopedagógico de la UD



5.2 RESULTADOS VINCULADOS AL ANÁLISIS DE LAS FORMAS DE ORGANIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD CONJUNTA DE LA UD

En este apartado se presentan los resultados de la segunda fase de la investigación, los correspondientes al análisis de las formas de organización de la

actividad conjunta que se dieron durante la ejecución de la UD. Para iniciar se presentan las formas de organización de la actividad conjunta que se hallaron, después se muestra cómo evolucionaron a lo largo de la ejecución de la UD.

5.2.1 Formas de organización de la actividad conjunta de la UD

Se presentan a continuación las descripciones de los tipos de Segmentos de Interactividad y de Configuración de Segmentos de Interactividad, hallados en el análisis de las formas de organización de la actividad conjunta que se presentaron durante la ejecución de la UD.

5.2.1.1 Los segmentos de interactividad, SI

En este apartado se presenta la descripción detallada de los cuatro tipos de SI encontrados en la UD, cada tipo de SI se describe cualitativa y cuantitativamente. El primer tipo de SI que se presenta es el llamado SI de Aportación de Información, seguido del tipo SI de Elaboración Orientada, el tercer tipo que se muestra es SI de Elaboración no Orientada y finalmente el tipo de SI de Organización Grupal.

5.2.1.1.1 SI de Aportación de Información

En los SI de Aportación de Información el control y responsabilidad recae sobre la profesora, quien utiliza varias maneras y recursos para presentar información (exposición magistral, videos o animaciones, presentaciones en Power Point, fotocopias de libros de texto, etc.) sobre el contenido, sobre la actividad general de la UD o sobre ejercicios y demostraciones realizadas durante la clase; mientras que los estudiantes hacen seguimiento a esta. En oportunidades los estudiantes preguntan sobre el contenido que se está tratando en el momento o solicitan recapitulación de lo expuesto anteriormente; a lo cual la profesora presenta una respuesta; también se presentan momentos en los que la profesora pregunta sobre el contenido que está presentando, para verificar el seguimiento de los estudiantes o solicita su aprobación u opinión sobre la información recién aportada.

La función instruccional de este tipo de SI tiene relación con la presentación, contextualización, exposición y explicación de información relacionada con el contenido, ejercicios y actividades de la UD.

Los SI de Aportación de Información sólo se presentaron en las sesiones presenciales de la UD, en las cuales este tipo de SI contó con la mayoría del tiempo y de presencia, en relación con los otros tipos de SI; contando con 15 de

los 26 SI encontrados, equivalente a un 57,69% de los SI encontrados y con 1:43:16 de un total presencial de 3:23:49, equivalentes a un 50,67% de la duración de las sesiones presenciales. No hubo SI de este tipo ni en el foro ni en el chat realizados en el aula virtual.

En la siguiente tabla se muestra información cuantitativa sobre los SI de Aportación de Información, incluyendo la cantidad, duración y frecuencia de este tipo de SI en las tres sesiones presenciales de la UD y en la totalidad de la UD.

Tabla 1. Presencia de los SI de Aportación de Información en las sesiones presenciales

	Primera sesión presencial		Segunda sesión presencial		Tercera sesión presencial	
SI de Aportación de Información	Cantidad: 5	Duración: 0:37:15	Cantidad: 7	Duración: 0:39:40	Cantidad: 3	Duración: 0:26:21
Frecuencia respecto al número de SI	5 / 8 = 62,50 %		7 / 7 = 100 %		3 / 11 = 27,27 %	
Frecuencia respecto al tiempo	0:37:15 / 1:04:59 = 57,32%		0:39:40 / 0:39:40 = 100 %		0:26:21 / 1:39:10 = 26,57 %	

El número total de SI de todos los tipos en las sesiones presenciales fue de 26 y la duración total de las sesiones presenciales fue 3:23:49, por lo tanto, la frecuencia de los SI de Aportación de Información según el número de SI es: $15/26 = 57,69\%$ y según el tiempo es: $1:43:16/3:23:49 = 50,67\%$.

La visualización de la presencia de este tipo de SI a lo largo del desarrollo de la UD puede encontrarse en el Mapa de Interactividad de la UD (Figura 3, página 80) donde se muestra la presencia y evolución temporal de todos los tipos de SI y de CSI sucedidos en la UD. En éste aparecen los SI de Aportación de información graficados en color rojo.

Los tipos de actuación predominantes de la profesora y de los estudiantes en los SI de Aportación de Información se describen en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Actuaciones características en los SI de Aportación de Información

<u>Patrón de actuación de la profesora</u>	<u>Patrón de actuación de los estudiantes</u>
Presenta, contextualiza, expone, explica información	Siguen
Verifica seguimiento	Responden - reaccionan
Confirma	Preguntan – solicitan recapitulación
Aclara - complementa	Siguen

A continuación se presentan ejemplos de cada patrón de actuación durante los SI de Aportación de Información, lo cual puede ayudar a comprender los procedimientos específicos a través de los cuales se busca asegurar la función instruccional señalada.

En uno de los patrones de actuaciones interrelacionadas de este tipo de SI la profesora presenta, contextualiza, expone y/o explica información mientras los estudiantes hacen seguimiento:

Ejemplo tomado de la primera sesión presencial:

Profesora: (...) En la parte de reacción de oxidación se consumen electrones ¿cierto? por lo, por eso, pues se pierden y se va a dar la oxidación, esto nos debe quedar muy claro. Entonces en la parte de la otra reacción se producen electrones (...)

Luego del bloque de información la profesora verifica que los estudiantes la estén siguiendo, los estudiantes le responden o reaccionan y la profesora confirma. Volviendo al ejemplo anterior:

(...)
Profesora: (...) ¿listo? ¿vamos ahí?
Estudiantes: xxxxxxx (hablan simultáneamente, dando respuestas positivas y/o asintiendo con la cabeza)
Profesora: Bueno. Ahora vamos a (...)
(...)

En ocasiones los estudiantes tienen preguntas sobre la información recibida, por lo cual la profesora brinda otra porción de información para complementar y/o recapitular. Para ver este patrón de actuaciones interrelacionadas se toma como ejemplo un fragmento de conversación en el minuto 15 de la primera sesión presencial:

(...)
Estudiante 1: pero en sí ¿cuál fue el proceso electroquímico ahí?
Estudiante 2: no había
Profesora: claro, aquí no hay proceso electroquímico todavía.
Estudiante 2: xxxxx (no es claro en la grabación en audio ni en video lo que el estudiante dice)
Profesora: Aquí no hay proceso electroquímico todavía, ¿dónde viene? Acá apenas extrajimos la sal, apenas tenemos la sal en la parte industrial, no la refinada, la refinada es la que nosotros utilizamos para la alimentación, en, en la sal industrial, la que mandaban como en unos costales, ahí es donde empieza el trabajo de nosotros. (...)
(...)

5.2.1.1.2 SI de Elaboración Orientada

En los SI de Elaboración Orientada la profesora guía y asesora a los estudiantes, estos tienen la oportunidad de resolver dudas sobre la actividad principal de la UD, sobre el manejo de herramientas de la plataforma virtual o sobre un ejercicio que

acaba de presentar la profesora y que están resolviendo conjuntamente estos y ella.

La función instruccional de los SI de Elaboración Orientada se trata de la presentación y resolución conjunta de un ejercicio o de aspectos de la actividad principal de la UD con la aclaración, complementación, guía y asesoría de la profesora.

Este tipo de SI se presenta a lo largo de la UD, tanto en las sesiones presenciales como en el foro y el chat del aula virtual. En las sesiones presenciales tuvo una duración del 44,93% del tiempo total, en el chat tuvo un 93,25% de los mensajes intercambiados y un 93,37% de su duración efectiva, en el foro contó con 92,68% de los mensajes intercambiados.

En las siguientes tablas se muestra información cuantitativa sobre los SI de Elaboración Orientada, incluyendo la cantidad, duración y frecuencia de este tipo de SI en las tres sesiones presenciales de la UD, y en el foro y en el chat del aula virtual. Igualmente, la visualización de la presencia de este tipo de SI a lo largo del desarrollo de la UD puede encontrarse en el Mapa de Interactividad de la UD (Figura 3, página 80) donde se muestra la presencia y evolución temporal de todos los tipos de SI y de CSI sucedidos en la UD. En este aparecen los SI de Elaboración Orientada graficados en color verde.

Tabla 2. Presencia de los SI de Elaboración Orientada en las sesiones presenciales

	Primera sesión presencial		Segunda sesión presencial		Tercera sesión presencial	
	Cantidad:	Duración:	Cantidad:	Duración:	Cantidad:	Duración:
SI de Elaboración Orientada	3	0:27:44	0	0:00:00	6	1:03:50
Frecuencia respecto al número de SI	3 / 8 = 37,50 %		0 / 7 = 0 %		6 / 11 = 54,55 %	
Frecuencia respecto al tiempo	0:27:44 / 1:04:59 = 42,68 %		0:00:00 / 0:39:40 = 0 %		1:03:50 / 1:39:10 = 64,37 %	

El número total de SI de todos los tipos en las sesiones presenciales fue de 26 y la duración total de las sesiones presenciales fue 3:23:49, por lo tanto, la frecuencia de los SI de Elaboración Orientada según el número de SI es $9/26 = 34,62\%$ y según el tiempo es $1:31:34/3:23:49 = 44,93\%$.

En la siguiente tabla se muestra la presencia y frecuencia del tipo de SI de Elaboración Orientada en el foro en el aula virtual, especificando para cada pequeño grupo el número de mensajes catalogados dentro de este tipo de SI y emitidos tanto por estudiantes (E) como por la profesora (P) durante cada día del foro.

Tabla 3. Presencia de los SI de Elaboración Orientada en el foro del aula virtual

Día	SI de Elaboración Orientada											
	Grupo1		Grupo3		Grupo4		Grupo5		Grupo7		Grupo9	
	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1
6	2	0	1	0	8	0	3	0	0	0	0	0
7	0	3	1	2	2	5	2	5	0	2	0	1
8	0	0	1	2	6	4	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	1
Total mensajes por emisor	2	5	3	6	22	17	5	7	1	4	0	4
Total mensajes por grupo	7		9		39		12		5		4	
Total mensajes SI de Elaboración Orientada en el foro	76											

En la totalidad del foro se intercambiaron 82 mensajes, 76 de los cuales fueron catalogados dentro de los SI de Elaboración Orientada; por lo tanto, la frecuencia de mensajes de los SI de Elaboración Orientada en el foro es: $76/82 = 92,68\%$. De estos 76 mensajes, 33 fueron emitidos por estudiantes y 43 por la profesora, dando una frecuencia de mensajes emitidos por estudiantes de: $33/76 = 43,42\%$ y mensajes emitidos por la profesora: $43/76 = 56,58\%$

En la siguiente tabla se presentan la cantidad de mensajes y duración del SI de elaboración orientada en el chat del aula virtual.

Tabla 4. Presencia de los SI de Elaboración Orientada en el chat del aula virtual

	Número de mensajes		Duración (minutos)
	E	P	
SI de Elaboración Orientada	171	133	155
Total mensajes SI de Elaboración orientada	304		

En el chat del aula virtual se intercambiaron un total de 326 mensajes, de los cuales 193 mensajes fueron emitidos por estudiantes y 133 por la profesora. El chat duró en total 243 minutos de los cuales 166 minutos corresponden a la duración efectiva, puesto que en los restantes 77 minutos no hubo intercambios comunicativos.

En total se produjeron 304 mensajes dentro de los SI de Elaboración Orientada en el chat, por lo cual la frecuencia de este tipo de SI en el chat según la totalidad de mensajes intercambiados es: $304/326 = 93,25\%$ y según la duración efectiva del chat es: $155/166 = 93,37\%$. De estos 304 mensajes, 171 fueron emitidos por estudiantes y 133 por la profesora, dando una frecuencia de mensajes emitidos por estudiantes de: $171/304 = 56,25\%$ y mensajes emitidos por la profesora: $133/304 = 43,75\%$

El conjunto de actuaciones propias de los SI de Elaboración Orientada queda recogido en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Actuaciones características en los SI de Elaboración Orientada

<u>Patrón de actuación de la profesora</u>	<u>Patrón de actuación de los estudiantes</u>
Presenta ejercicio	Siguen
Orienta resolución de ejercicio	Responden preguntas de la profesora o preguntan a la profesora
Sigue	Preguntan sobre actividad o ejercicio - Solicitan asesoría u orientación
Aclara actividad o ejercicio - Responde, asesora u orienta	Siguen

A continuación se presentan ejemplos de las actuaciones de los participantes en los SI de Elaboración Orientada.

De acá en adelante en este documento, en los ejemplos tomados del foro o el chat en el aula virtual se presentan los mensajes tal como fueron escritos por su emisor, se conservan las abreviaturas utilizadas y las faltas ortográficas, pero se mantiene el anonimato de sus emisores. Los ejemplos extraídos de las sesiones presenciales han sido copiados de la transcripción de los registros en video y en audio de las mismas.

Un patrón de actuaciones interrelacionadas de los participantes en este tipo de SI consiste en la presentación de un ejercicio que resolverán conjuntamente estudiantes y profesora durante una sesión presencial. Como ejemplo se presenta un fragmento de lo ocurrido en la primera sesión:

(...)

Profesora: (...) Bueno, entonces vamos a comprender la tabla, vamos a hacer el ejercicio, por favor que les propongo, ahí en sus cuadernitos...

Estudiante: detrás de la hoja

Profesora: bueno, detrás de la hoja... Dice, [leyendo de la diapositiva] tenemos las siguientes especies en medio ácido, el dicromato, el bromuro, el magnesio metálico y el ion magnesio... vamos a decir de estos, quién es más oxidante, quién es más reductor y, yyy los vamos organizando según esa fuerza que tengan... ¿entienden el ejercicio?, El que les estoy proponiendo, bueno, al menos díganme que saben de qué estamos hablando... este

es un ejemplo del libro de, de Masterton el mismo del de la tabla ¿sí?... ¿qué debemos hacer primero... díganme, yo les voy ayudando. Díganme (...)

Luego la profesora orienta la resolución del ejercicio, va haciendo preguntas a los estudiantes para guiarlos mientras estos le responden y formulan otras preguntas que ella les responde. Este tipo de actuaciones se evidencia en el siguiente fragmento de conversación entre la profesora y algunos estudiantes tomado de la tercera sesión presencial:

(...)

Profesora: (...) Entonces. Alguna idea al menos para iniciar... por favor... ¿no? ... ¿alguna idea?... al menos ¿para qué tienen la tabla pues?

Estudiante 1: para mirar los...

Profesora: para mirar... ¿las reacciones?

Estudiante 1: no / Estudiante 2: en la parte de abajo son más oxidantes / Estudiantes varios: xxxx (dando posibles respuestas simultáneamente, en los videos no es claro lo que dicen)

Profesora: ¿Para saber quién es más oxidante y quién es más reductor?

Estudiantes: (asienten)

Profesora: Bueno, entonces, ¿qué estamos buscando en la tabla entonces?...

Estudiante 3: miramos el cobre, miramos si el cobre es más oxidante xxxxx (habla más fuerte) / Estudiantes varios: xxxxx (dando posibles respuestas simultáneamente, en los videos no es claro lo que dicen)

Profesora: quién es más oxidante si el cobre o el cromo, ¿empezamos por ahí?

Estudiante 3: ah, sí / Estudiantes varios: xxxxx (asienten, aprueban)

(Estudiantes hablan entre ellos, miran las tablas, el ejercicio en el tablero y sus cuadernos, escriben)

Profesora: busquemos esas dos reacciones de las que nos hablan ahí, esas dos semirreacciones, nos hablan ¿de?

Estudiantes varios: xxxx (dando respuestas, hablando entre ellos)

Profesora: una de cromo más tres a cromo ¿cierto?... (mientras escribe en el tablero) y otra de cobre dos más, nos están hablando de algo así ¿cierto?, de esas dos

Estudiantes varios: xxxx (asienten)

P: (7cs37:34) ubiquémoslas allí, por favor.... Y díctenmelas, tal cual aparecen allí

Estudiante 4: (7cs37:42) cromo más tres

Profesora: cromo más tres

Estudiante 4: ehh, cromo.... Y da cromo

Profesora: ¿y da cromo?

Estudiante 5: más tres electrones

Profesora: ah, más tres electrones

Estudiante 4: ah, más tres electrones, si, si

Profesora: y ¿me da?

Estudiante 4: cromo metálico

Profesora: cromo metálico. Y eso tiene un potencial de reducción ¿de?

(...)

El siguiente ejemplo muestra a un estudiante buscando orientación para la resolución de un aspecto particular de la actividad principal de la UD. Este fue tomado del foro en el aula virtual del grupo 5, conversación que inicia con un nuevo tema de discusión propuesto por el estudiante y quien lo titula "Me enredé

con la cantidad de agua necesaria!!". El estudiante solicita una orientación y la profesora le brinda su orientación:

Me enredé con la cantidad de agua necesaria!!

De (nombre de estudiante) – Saturday, 11 de September de 2010, 17:17

Cómo puedo hallar la cantidad necesaria para realizar el proceso??

mhhh y esto de la energía necesaria también se halla por la ecuación de $E(\text{celda}) = E_{\text{red}}(\text{catodo}) - E_{\text{red}}(\text{Anodo})$??? si si, me dio negativo y ps obvio no es espontáneo, pero esa es la única info que puedo deducir de ahí, cómo deduzco la que necesito? gracias:

Re: Me enredé con la cantidad de agua necesaria!!

De (nombre de estudiante) – Saturday, 11 de September de 2010, 21:05

bueno, ya resolví mi duda, pero aun me falta lo de la $E(\text{celda})$ heeelp me, please!!

Re: Me enredé con la cantidad de agua necesaria!!

De (nombre profesora) – Sunday, 12 de September de 2010, 09:32

Hola (nombre de estudiante), feliz día

Respecto a sus dudas, la clave está en que partimos de 1000 kg de sal, entonces la pregunta apropiada será ¿qué cantidad de agua se requiere para descomponer 1000 kg de NaCl?, creo que esto le da una buena orientación y sé que usted puede continuar con la actividad.

En cuanto a lo de la cantidad de energía necesaria, le sugiero que intente con lo visto sobre trabajo eléctrico, la fórmula $w = n F E_{\text{ext}}$ nos da un dato sobre la cantidad de trabajo mínimo necesario para lograr que se lleve a cabo la reacción de electrólisis deseada, el potencial externo sería el que nos da la corriente eléctrica que nos está suministrando la energía necesaria para forzar el proceso. Por otro lado, las compañías proveedoras de electricidad trabajan con la unidad kilovatios-hora, una unidad de potencia eléctrica que indica la velocidad de gasto de energía.

Espero que le puedan ayudar estas sugerencias. Seguimos en comunicación. Hasta pronto.

En esta conversación entre un estudiante y la profesora, tomada del chat en el aula virtual entre los minutos 55 y 62, el estudiante pregunta sobre la actividad principal de la UD y la profesora le aclara sus dudas y le orienta cómo encontrar mayor información:

(...)

Estudiante: (nombre de profesora) me podría hacer el favor de avisarme como va a calificar Estudiante: individual o grupal

Profesora: (nombre de estudiante), la evaluación de la actividad tiene un 80% de evaluación individual, el 20% restante corresponde a la wiki final total.

Estudiante: y como hace para saber q parte agrego cada estudiante

Profesora: (nombre de estudiante), le sugiero el documento "Explicación de la evaluación de la actividad" para información más detallada

Profesora: (nombre de estudiante), ingrese en su wiki y seleccione la opción "Historia" en la parte de las pestañas que aparecen, allí aparece un pequeño resumen de las entradas y modificaciones que cada participante realizó, yo en mi rol de profesor dentro de la plataforma tengo información más detallada de todos sus movimientos en nuestro aula virtual.

(...)

Otro tipo de actuación típica de este tipo de SI se da en la parte virtual, tanto en el foro como en el chat, cuando los estudiantes piden asesorías específicas sobre

las herramientas de la plataforma Moodle y la profesora ofrece la asesoría dando instrucciones. Por ejemplo en el día sexto del foro del grupo 1, un estudiante solicita información sobre el funcionamiento del wiki, mediante un nuevo tema al que nombra “imágenes”:

imagenes

De (nombre de estudiante) – Saturday, 11 de September de 2010, 21:56

Necesitamos saber bien como subir imágenes y si se puede algunos documentos y diapositivas

Re: imagenes

De (nombre de profesora) – Sunday, 12 de September de 2010, 08:53

Hola (nombre de estudiante), feliz día para usted y sus compañeras de aprendizaje colaborativo.

Ustedes pueden añadir imágenes a su documento en el wiki, por favor intente de la siguiente manera. Ingresar al wiki, seleccionar la opción “Edición”, en la barra de herramientas aparece el ícono de “insertar imagen”, seleccionando esta opción ingresan a una ventana donde tienen varias opciones: 1) si la imagen es desde Internet y 2) si la imagen es un archivo en su computador.

Para la opción 1: sobre la imagen que desea seleccionan la opción “copiar la ruta de la imagen” (atención: hay otra opción llamada “copiar la ruta del enlace”, esta no es tan efectiva) esta ruta la pegan en el espacio para “URL de imagen”, luego asignan un nombre a la imagen en el espacio “Texto alterno” y dan click sobre la opción “OK”. La imagen debe aparecer en el lugar donde señalaron dentro de su texto en el wiki.

Para la opción 2: Seleccionan la opción “Examinar” y buscan el archivo que desean, como si se tratara de adjuntar un archivo en un correo electrónico, luego de buscar el archivo seleccionan la opción “Subir”, después de un momento el archivo va a aparecer en el listado de “Navegador de archivos”, luego simplemente dan click sobre el nombre del archivo en el listado y debe aparecer una vista previa en el espacio de “Previsualizar”, para terminar asigna un nombre al archivo en el espacio “Texto alterno” y dan click sobre la opción “OK”. La imagen debe aparecer en el lugar donde señalaron dentro de su texto en su wiki.

Espero que les sirvan estas indicaciones. Seguimos en contacto.

5.2.1.1.3 SI de Elaboración no Orientada

Durante los SI de Elaboración no Orientada los estudiantes resuelven ejercicios o elaboran aspectos de la actividad principal de la UD sin presencia notable de la profesora.

La función instruccional de los SI de Elaboración no Orientada es permitir a los estudiantes la elaboración individual y/o la comunicación con compañeros para compartir información, para la resolución de un ejercicio o para desarrollar aspectos de la actividad principal de la UD sin intervención de la profesora.

Los SI de Elaboración no Orientada aparecen en la última de las sesiones presenciales, en el foro y en el chat. En las sesiones presenciales cuentan con un 4,41% del tiempo total, en el foro con 1,22% de la totalidad de mensajes intercambiados y en el chat con un 6,63% del tiempo efectivo.

En las siguientes tablas se muestra información cuantitativa sobre los SI de Elaboración no Orientada, incluyendo la cantidad, duración y frecuencia de este

tipo de SI en las tres sesiones presenciales de la UD, y en el foro y el chat del aula virtual.

Igualmente, la visualización de la presencia de este tipo de SI a lo largo del desarrollo de la UD puede encontrarse en el Mapa de Interactividad de la UD (Figura 3, página 80) donde se muestra la presencia y evolución temporal de todos los tipos de SI y de CSI sucedidos en la UD. En este aparecen los SI de Elaboración no Orientada graficados en color púrpura.

Tabla 5. Presencia de los SI de Elaboración no Orientada en las sesiones presenciales

SI de Elaboración no Orientada	Primera sesión presencial		Segunda sesión presencial		Tercera sesión presencial	
	Cantidad:	Duración:	Cantidad:	Duración:	Cantidad:	Duración:
	0	0:00:00	0	0:00:00	2	0:08:59
Frecuencia respecto al número de SI	0 / 8 = 0 %		0 / 7 = 0 %		2 / 11 = 54,55 %	
Frecuencia respecto al tiempo	0:00:00 / 1:04:59 = 0 %		0:00:00 / 0:39:40 = 0 %		0:08:59 / 1:39:10 = 9,06 %	

El número total de SI de todos los tipos en las sesiones presenciales fue de 26 y la duración total de las sesiones presenciales fue 3:23:49, por lo tanto, la frecuencia de los SI de Elaboración Orientada según el número de SI es $2/26 = 7,69\%$ y según el tiempo es $0:08:59/3:23:49 = 4,41\%$.

En la siguiente tabla se muestra el acontecimiento del único mensaje catalogado dentro del tipo de SI de Elaboración no Orientada ocurrido en el foro en el aula virtual.

Tabla 6. Presencia de los SI de Elaboración no Orientada en el foro del aula virtual

Día	SI de Elaboración no orientada	
	Grupo1	
	Estudiantes	Profesora
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	1	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0
Total por emisor	1	0
Total por grupo	1	
Total por tipo de SI	1	

Durante todo el foro sólo se produjo un mensaje dentro de los SI de Elaboración no Orientada, este mensaje fue emitido por los estudiantes; por lo cual, la frecuencia de mensajes emitidos por estudiantes de: $1/1 = 100\%$ y mensajes emitidos por la profesora: $0/1 = 0\%$

En la totalidad del foro se intercambiaron 82 mensajes correspondientes a todos los tipos de SI y emitidos tanto por estudiantes como por la profesora. Por lo tanto, la frecuencia de mensajes de los SI de Elaboración Orientada es: $1/82 = 1,22\%$

En la siguiente tabla se presentan la cantidad de mensajes y duración del SI de Elaboración no Orientada en el chat del aula virtual.

Tabla 7. Presencia de los SI de Elaboración no Orientada en el chat del aula virtual

	Número de mensajes		Duración (minutos)
	E	P	
SI de Elaboración no Orientada	22	0	11
Total mensajes SI de Elaboración orientada	22		

En el chat del aula virtual se intercambiaron un total de 326 mensajes, de los cuales 193 mensajes fueron emitidos por estudiantes y 133 por la profesora. El chat duró en total 243 minutos de los cuales 166 minutos corresponden a la duración efectiva, puesto que en los restantes 77 minutos no hubo intercambios comunicativos.

En total se produjeron 22 mensajes dentro de los SI de Elaboración no Orientada en el chat, por lo cual la frecuencia de este tipo de SI en el chat según la totalidad de mensajes intercambiados es: $22/326 = 6,75\%$ y según la duración efectiva del chat es: $11/166 = 6,63\%$. De estos, los 22 fueron emitidos por estudiantes, dando una frecuencia de mensajes emitidos por estudiantes de: $22/22 = 100\%$ y mensajes emitidos por la profesora: $0/22 = 0\%$

Los tipos de actuación predominantes de la profesora y de los estudiantes en los SI de Elaboración no Orientada se describen en el siguiente cuadro:

Cuadro 3. Actuaciones características en los SI de Elaboración no Orientada

<u>Patrón de actuación de los estudiantes</u>	<u>Patrón de actuación de la profesora</u>
Consultan – presentan dudas – solicitan ayuda	
Aclaran tarea – asesoran u orientan – explican	
	Sigue

A continuación se presentan dos ejemplos donde se percibe este patrón de actuación durante los SI de Elaboración no Orientada. El primero, consiste en un fragmento de la conversación que sostienen dos estudiantes en el chat del aula virtual durante el minuto 101:

(...)

Estudiante 1: (nombre de estudiante 2) ud cree q nos sobrara cloro o hidróxido de sodio

Estudiante 2: nos va sobrar es hidróxido de sodio

Estudiante 2: ya que el reactivo limite es el cloro

Estudiante 1: y tiene algún problema el exceso o falta de algún reactivo

(...)

El siguiente ejemplo es un mensaje tomado durante el sexto día del foro en el aula virtual del grupo 1, enviado al foro como un nuevo tema titulado por la estudiante emisora como “:)” y sin respuesta por parte de los receptores:

:)

de (nombre de estudiante) – Saturday, 11 de September de 2010, 14:01

Ya están todas conectadas para empezar??

5.2.1.1.4 SI de Organización Grupal

En el SI de Organización Grupal los estudiantes organizan el funcionamiento de su grupo y reparten los roles que cada uno de los integrantes desempeñará. Este tipo de SI sólo se presentó una vez en uno de los grupos en el foro del aula virtual en el cual los estudiantes intercambiaron 5 mensajes que representan un 6,10% de la totalidad de mensajes intercambiados en el foro.

La función instruccional de los SI de Organización Grupal consiste en la proposición por parte de los estudiantes de formas propias de organizarse para realizar la actividad principal de la UD y aportar a su elaboración.

En la siguiente tabla se muestra información cuantitativa sobre el SI de Organización Grupal, incluyendo la cantidad y frecuencia de este tipo de SI en el foro del aula virtual. Igualmente, la visualización de la presencia de este tipo de SI a lo largo del desarrollo de la UD puede encontrarse en el Mapa de Interactividad de la UD (Figura 3, página 80) donde se muestra la presencia y evolución temporal de todos los tipos de SI y de CSI sucedidos en la UD. En este aparecen los SI de Organización Grupal graficados en color naranja.

Tabla 8. Presencia del SI de Organización Grupal en el foro del aula virtual

Día	SI de Organización Grupal	
	Grupo4	
	Estudiantes	Profesora
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	3	0
7	0	0
8	2	0
9	0	0
Total por emisor	5	0
Total por grupo	5	
Total por tipo de SI	5	

Durante toda la UD sólo se produjeron mensajes dentro de los SI de Organización Grupal en uno de los pequeños grupos del foro, los 5 mensajes fueron emitidos por estudiantes; por lo cual, la frecuencia de mensajes emitidos por estudiantes es: $5/5 = 100\%$ y mensajes emitidos por la profesora: $0/5 = 0\%$

En la totalidad del foro se intercambiaron 82 mensajes correspondientes a todos los tipos de SI y emitidos tanto por estudiantes como por la profesora. Por lo tanto, la frecuencia de mensajes de los SI de Organización Grupal es: $5/82 = 6,10\%$

Los tipos de actuación predominantes de la profesora y de los estudiantes en los SI de Organización Grupal se describen en el siguiente cuadro:

Cuadro 4. Actuaciones características en el SI de Organización Grupal

Patrón de actuación de los estudiantes	Patrón de actuación de la profesora
Proponen formas de organizarse	
Deciden	
Acuerdan	
	Observa intercambios comunicativos

A continuación se presenta el ejemplo de cómo se dio el patrón de actuación durante los SI de Elaboración no Orientada en el grupo 4 del foro en el aula virtual durante el sexto día del foro. Primero un estudiante abre un nuevo tema en el foro el cual titula “personajes” a este responde otro estudiante y re-responde el emisor original:

personajes

de (nombre de estudiante 1) – Saturday, 11 de September de 2010, 18:05

no se si es buena idea, pero me gustaría escoger el cargo de director técnico, ustedes eligen el cargo que deseen.

Re: personajes

de (nombre de estudiante 2) – Saturday, 11 de September de 2010, 21:03
(nombre estudiante 1) me gustaría estar encargado de director comercial, entonces (nombre estudiante 3) y (nombre estudiante 4) escogerían los otros dos cargos.

Re: personajes:

de (nombre de estudiante 1) – Saturday, 11 de September de 2010, 22:09
A LISTO ESCOJALO, POR MI PARTE NO HAY PROBLEMA, A OTRA COSA, YO YA TERMINE EL ASUNTO 2, VOY A EMPEZAR A HACER EL TRES MAÑANA, YA QUE EL RITMO DE TRABAJO MIO NO ES MUY RAPIDO, ENTONCES USTEDES SE TURNAN QUE ASUNTO LES TOCA. SE CUIDAN.

Posteriormente, durante el octavo día del foro, en el mismo grupo, el Estudiante 2 abre un nuevo tema que titula “selección de asunto” al cual responde Estudiante 4:

Selección de asunto

de (nombre de estudiante 2) – Monday, 13 de September de 2010, 10:33
compañeros decidi escoger el asunto # 4 del presente trabajo. por este motivo ustedes decidirán a su propio criterio cual desean elegir. Esta una próxima ocacion.

Re: selección de asunto

de (nombre de estudiante 4) – Monday, 13 de September de 2010, 18:10
ps no se (nombre de estudiante 1) yo ya había había dicho que iba a hacer el 4 y el 7 y ps (nombre estudiante 3) había quedado encargada del 8 y como q también va a hacer el 6... además el 5 tiene q ver con su cargo.. claro q ps yo intento con el 5 y si me puede mañana le digo

5.2.1.2 Las Configuraciones de Segmentos de Interactividad, CSI

En el apartado anterior se describieron cualitativa y cuantitativamente los cuatro tipos de Segmentos de Interactividad encontrados en el desarrollo de la UD, estos son: SI de Aportación de Información, SI de Elaboración Orientada, SI de Elaboración no Orientada y SI de Organización grupal.

A continuación se describen los dos tipos de Configuraciones de Segmentos de Interactividad halladas, primero se describe la CSI de Realización Orientada de una Tarea y posteriormente se detalla lo concerniente a la CSI de Ejecución de una Tarea.

5.2.1.2.1 CSI de Realización Orientada de una Tarea

Este tipo de CSI consiste en un SI de Aportación de Información seguido de un SI de Elaboración Orientada. Estas se caracterizan por un bloque de información presentada por la profesora con participación básica de los estudiantes, información que después será utilizada aplicándola en la resolución conjunta de un ejercicio por parte de los estudiantes con la orientación de la profesora.

La función instruccional de la CSI de Realización Orientada de una Tarea es abordar aspectos relacionados a los contenidos de la UD mediante la aplicación

de la información aportada en la resolución de ejercicios con la orientación de la profesora.

Hay tres CSI de Realización Orientada de una Tarea en un total de seis CSI encontradas. Una de estas en la primera de las sesiones presenciales y las otras dos en la tercera sesión presencial. No se encontraron CSI de este tipo ni en el foro ni en el chat del aula virtual. Información más detallada de la duración de cada CSI se puede encontrar en la siguiente tabla.

La visualización de la presencia de este tipo de CSI a lo largo del desarrollo de la UD puede encontrarse en el Mapa de Interactividad de la UD (Figura 3, página 80) donde se muestra la presencia y evolución temporal de todos los tipos de SI y de CSI sucedidos en la UD. En este aparecen los CSI de Realización Orientada de una Tarea en color amarillo.

Tabla 9. Presencia de las CSI de Realización Orientada de una Tarea

CSI de Realización Orientada de una Tarea			
Ubicación	Primera sesión presencial	Primera sesión presencial	Tercera sesión presencial
Duración	0:29:56	0:13:59	1:03:50
Duración total: 1:09:22			

La duración total de las sesiones presenciales fue 3:23:49; por lo cual, la frecuencia de este tipo de CSI según el tiempo es: $1:09:22/3:23:49 = 34,03\%$

5.2.1.2.2 CSI de Ejecución de una Tarea

Este tipo de CSI está compuesta de un SI de Elaboración no Orientada seguida de un SI de Elaboración Orientada. Se trata de un tiempo cedido por la profesora para que los estudiantes utilicen en la resolución de algún ejercicio que ella ha propuesto o de algún aspecto de la actividad principal de la UD; en este espacio los estudiantes pueden elaborar individualmente o comunicarse con sus compañeros e intentar desarrollar la tarea; posteriormente la profesora orienta la resolución conjunta de dicha tarea con sus estudiantes.

La función instruccional de la SI de Ejecución de una Tarea es abordar aspectos relacionados a los contenidos de la UD mediante la resolución por parte de los estudiantes de ejercicios o aspectos de la actividad principal de la UD, con la posterior revisión y complementación de la profesora.

Se encontraron tres CSI de Ejecución de una Tarea en un total de seis CSI. Dos de estas en la tercera sesión presencial y la otra en el chat en el aula virtual. Información más detallada de la duración y de la cantidad de mensajes intercambiados por cada emisor, sobre este tipo de CSI se puede encontrar en la siguiente tabla.

La visualización de la presencia de este tipo de CSI a lo largo del desarrollo de la UD puede encontrarse en el Mapa de Interactividad de la UD (Figura 3, página 80) donde se muestra la presencia y evolución temporal de todos los tipos de SI y de CSI sucedidos en la UD. En este aparecen los CSI de Ejecución de una Tarea en color fucsia.

Tabla 10. Presencia de las CSI de Ejecución de una Tarea

CSI de Ejecución de una Tarea			
Ubicación	Tercera sesión presencial	Tercera sesión presencial	Chat aula virtual
Duración	0:06:20	0:18:53	13 minutos
	Duración total en sesiones presenciales: 0:25:13		Número mensajes: 26

La duración total de las sesiones presenciales fue 3:23:49; por lo cual, la frecuencia de este tipo de CSI en las sesiones presenciales es: $0:25:13/3:23:49 = 12,37\%$. La duración efectiva del chat fue de 166 minutos y se intercambiaron un total de 326 mensajes; por lo tanto, la frecuencia de este tipo de CSI en el chat según la duración es de $13/166 = 7,83\%$ y según el número de mensajes es: $26/326 = 7,98\%$.

5.2.2 Evolución de las formas de organización de la actividad conjunta en la UD

En el apartado anterior se describieron cuantitativa y cualitativamente los dos tipos de CSI encontradas: las CSI de Realización Orientada de una tarea y las CSI de Ejecución de una Tarea.

Ahora se presenta la evolución de las formas de organización de la actividad conjunta identificadas, descritas y caracterizadas antes, detallando la evolución y organización de los SI y las CSI, describiendo las modificaciones generales en la estructura de la actividad conjunta según como se fueron dando a medida que se desarrolló la UD; para después profundizar en la evolución de la actividad conjunta al interior de los pequeños grupos seguida de la descripción de los dispositivos de ayuda.

5.2.2.1 Evolución de la estructura de la actividad conjunta en la UD

Continuando con el análisis, se describe el mapa de interactividad resultado de la secuenciación, distribución y articulación de las formas de organización de la actividad conjunta a lo largo de la UD. De esta manera, el Mapa de Interactividad de la UD (Figura 3, página 80), fue elaborado como una representación gráfica del

conjunto de las formas de organización de la actividad conjunta, su distribución temporal y su evolución en el tiempo.

En el gráfico se observan identificados los SI y las CSI con un color distintivo, los cuales se pueden identificar con su nombre en la tabla de convenciones al lado izquierdo: rojo para los SI de Aportación de Información, verde para los SI de Elaboración Orientada, púrpura para los SI de Elaboración no Orientada, naranja para los SI de Organización Grupal, amarillo para las CSI de Realización Orientada de una Tarea y, por último, fucsia para las CSI de Ejecución de una Tarea.

Al lado derecho del mapa se enlistan los días que duró la ejecución de la UD, numerando desde el día 1 hasta el 21. Al inicio se muestra la estructura de la actividad conjunta desarrollada por estudiantes y profesora durante las tres sesiones presenciales que conformaron la UD, la primera sesión durante el día 1, la segunda durante el día 2 y la tercera durante el día 7; para estas tres sesiones se muestra encima de las barras coloreadas correspondientes a los distintos SI, la escala temporal en minutos. Por ejemplo, en la primera sesión presencial, en la fila correspondiente al día 1, se ven dos barras coloreadas, la de la parte superior muestra una duración aproximada de 65 minutos (1:04:59) y está compuesta por cinco SI de Aportación de Información (rojo) seguidos de tres SI de Elaboración Orientada (verde), para cada uno de los cuales se puede leer su duración aproximada a minutos; la barra inmediatamente debajo de esta denota la CSI de Realización Orientada de una Tarea (amarillo) que surgió durante la primera sesión presencial, compuesta por un SI de Aportación de Información seguido de un SI de Elaboración Orientada. De una manera similar se pueden describir las otras dos sesiones presenciales.

Continuando con la descripción del mapa de interactividad, lo realmente transcurrido durante el desarrollo de la UD, se presenta a modo de tabla, durante los días 13 a 21, lo correspondiente al foro en el aula virtual, en la parte izquierda el tiempo contado en días y siguiendo con la numeración desde el inicio y en cada columna lo correspondiente a cada uno de los grupos participantes. Por ejemplo, en la primera columna aparece la identificación de la actividad conjunta en el Grupo 1, donde hubo participación durante los días 13, 17, 18 y 19 con intercambios de mensajes correspondientes a los SI de Elaboración no Orientada (verde), junto con mensajes acordes con un SI de Elaboración no Orientada (púrpura) también durante el día 18. Los espacios en blanco corresponden a tiempos en los que no hubo intercambios comunicativos, por lo cual no se cuentan dentro de algún SI. Cabe resaltar que durante el mismo día pueden ocurrir simultáneamente varios tipos de SI, lo cual es posible por tratarse de una herramienta de comunicación asíncrona.

Continuando la descripción del mapa de interactividad se tiene en el extremo inferior derecho lo concerniente al chat en el aula virtual, coincidente con el último día del foro, día 21. Encima de las barras coloreadas se tiene la escala temporal en minutos, el chat tuvo una duración de 243 minutos. En la primera barra se

presenta la clasificación de la conversación que se lleva a cabo dentro de un tipo de SI, los espacios en blanco corresponden a tiempos en los que no se emitieron mensajes. La mayor parte del tiempo los mensajes que se dieron correspondieron con un SI de Elaboración Orientada (verde), también ocurrió una conversación correspondiente con un SI de Elaboración no Orientada (púrpura). En la barra inferior se denota una CSI de Ejecución de una Tarea (fucsia) conformada por la conversación del SI de Elaboración no Orientada continuada por mensajes correspondientes a un SI de Elaboración Orientada. Aunque, al igual que en el foro, se tenía la posibilidad de presentar distintos tipos de SI ocurriendo simultáneamente, esta situación no se presentó en este chat.

El mapa de interactividad da una primera visión esquemática de la evolución de la actividad conjunta durante la UD, mostrando la ocurrencia de los diferentes tipos de SI, tanto en la parte presencial como en la parte virtual; así mismo ocurre con los dos tipos de CSI encontradas, las tres CSI de Realización Orientada de una Tarea (amarillo) se dieron repartidas de la siguiente manera: la primera durante la primera sesión presencial y las otras dos durante la última sesión presencial. De las tres CSI de Ejecución de una Tarea (fucsia) encontradas, dos se dieron durante la tercera sesión presencial y la tercera durante el chat en el aula virtual.

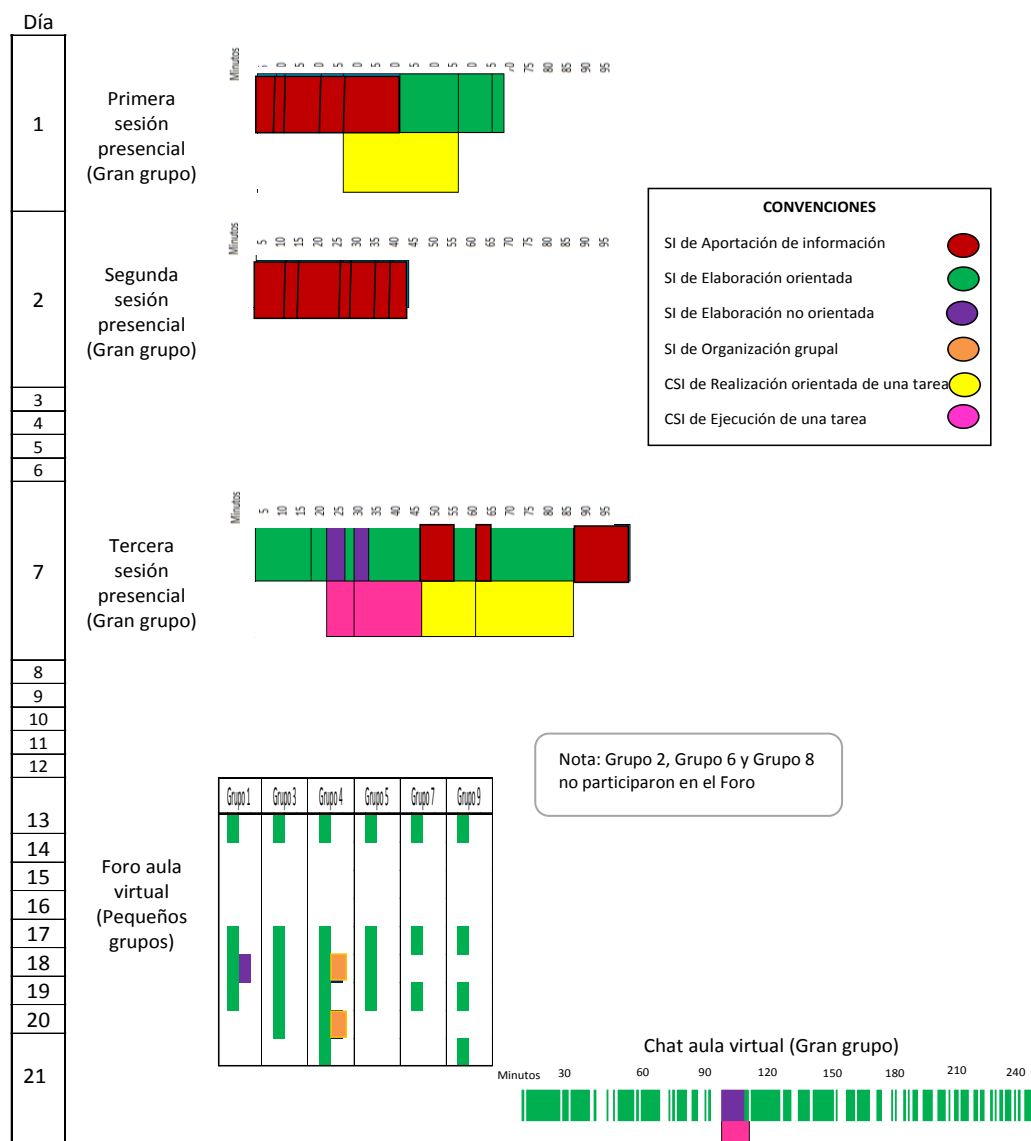
La presentación visual de las formas de organización de la actividad conjunta mostrada en el mapa de interactividad se complementa con la información de la descripción y caracterización de los tipos de SI y CSI y los datos numéricos de su frecuencia y duración ofrecidos detalladamente con anterioridad.

Los resultados sugieren la organización de la actividad conjunta en una estructura que no coincide con la secuenciación de las actividades de aprendizaje planeada en el diseño tecnopedagógico. Aunque sí se hace visible que en las sesiones presenciales se aportó la información necesaria y se orientó la construcción de conocimiento para que posteriormente se aplicara en la resolución de la actividad principal de la UD. El efecto de esto se visualiza en la abundancia de SI de Aportación de Información (rojo) al inicio de la UD, contando con un 50,67% del tiempo total de las sesiones presenciales, seguido de una ausencia absoluta en la parte virtual del curso, la cual se destinó exclusivamente a la realización de la actividad principal de la UD y en la cual se presentan mayoritariamente los SI de Elaboración Orientada (verde) contando con un 91,67% de los mensajes intercambiados en el foro y un 93,37% de la duración efectiva del chat.

Esta misma situación abrió la posibilidad a la aparición de los otros dos tipos de SI: los de Elaboración no Orientada (púrpura) presente en la última sesión presencial, en el foro y en el chat; y los SI de Organización Grupal (naranja) en un grupo del foro; Igualmente, esta transición de una cantidad considerable de tiempo invertida para los SI de Aportación de Información (rojo) en las dos primeras sesiones presenciales se disminuye considerablemente en la última sesión principal; donde paralelamente se puede notar el aumento del tiempo invertido en los SI de Elaboración Orientada (verde) durante las sesiones presenciales y su abundancia en el foro y en el chat.

Como se caracterizó antes en los SI de Aportación de Información (rojo) el control lo tiene la profesora, por eso sus actuaciones predominantes son más abundantes que las de los estudiantes, que tienen una participación más limitada y pasan la mayor parte del tiempo haciendo seguimiento a la información que la profesora presenta y/o explica. La situación se modifica un poco durante los SI de Elaboración Orientada (verde), en los cuales la profesora y los estudiantes poseen responsabilidad, los estudiantes tienen oportunidad de participar más, estos preguntan, solicitan ayuda, piden asesoría u orientación y la profesora responde a sus solicitudes. Por el contrario, en los SI de Elaboración no Orientada (púrpura) y los SI de Organización grupal (naranja) la actuación de la profesora se restringe a observar y seguir las interacciones que desarrollan los estudiantes.

Figura 3. Mapa de interactividad de la UD



5.2.2.2 Evolución de la actividad conjunta al interior de los pequeños grupos

Teniendo en cuenta que el modelo didáctico planeado para el diseño de la UD fue el aprendizaje colaborativo, para el desarrollo de la actividad principal de la UD la profesora dio libertad a los estudiantes de organizarse en pequeños grupos de cuatro estudiantes cada uno, al inicio surgieron 8 grupos, pero a mediados de la actividad dos de estos se dividieron para conformar un nuevo grupo, quedando 9 pequeños grupos en total.

Desde la descripción de la planeación de la UD se puede constatar que el foro tenía como objetivo la comunicación entre los estudiantes de cada pequeño grupo y de estos con la profesora con la finalidad de resolver dudas y organizar el trabajo para la elaboración de la actividad principal de la UD. El mensaje de introducción al foro, el cual no se consideró para los análisis realizados, se presenta a continuación:

Feliz día señoritas y señores

En este espacio vamos a estar en comunicación para resolver dudas sobre el desarrollo de la actividad principal de Electroquímica.

Este es el lugar para comunicarnos con nuestros(as) compañeros(as) de equipo y con la profesora.

Estoy dispuesta a ayudarles para que tengamos éxito en el desarrollo de esta actividad, los(as) invito a que participen, poniendo a consideración sus opiniones, avances e inquietudes alrededor de la Actividad principal de Electroquímica.

Como se puede constatar en los datos sobre el número de mensajes intercambiados en la parte virtual de la UD, el SI de Elaboración Orientada contiene la mayor cantidad de mensajes con un 92,68% del total de mensajes intercambiados en el foro y un 93,25% en el chat; además este tipo de SI ocupó un 44,93% del total del tiempo de las sesiones presenciales, frente a un 50,67% del SI de Aportación de Información y un 4,41% del SI de Elaboración no Orientada. Estos hechos hacen importante observar las interacciones originadas al interior de los pequeños grupos para identificar las formas de organización de la actividad conjunta y las variaciones entre unos y otros, que permiten distinguir las formas de ayuda docente y de participación de los estudiantes presentes en la parte virtual de la UD.

A continuación se describen las actuaciones de cada uno de los pequeños grupos en el aula virtual, específicamente se describen su conformación, sus participaciones en el foro y en el wiki y los mensajes en el foro adicionales a los tres mensajes generales iguales enviados por la profesora a todos los grupos en los días 13, 17 y 19 de la UD.

El Grupo 1 estaba integrado por 3 estudiantes, tuvo participación en el foro y envió el producto final de la actividad principal de la UD. En el foro participaron 2 de las estudiantes y en el wiki participaron las 3 estudiantes, aunque la mayoría de los aportes fueron hechos por una de ellas con una participación mínima de las otras

dos. En el foro virtual se intercambiaron 5 mensajes adicionales a los generales, 2 por parte de la profesora y 3 por parte de dos de las estudiantes del grupo. Siete fueron categorizados dentro del tipo de SI de Elaboración Orientada. Adicionalmente, durante el día 18 una estudiante emitió un mensaje correspondiente a un SI de Elaboración no Orientada.

El Grupo 2 estaba integrado por 2 estudiantes, el Grupo 6 por 4 estudiantes y el Grupo 8 por 4 estudiantes. Estos tres grupos de estudiantes tienen la particularidad de no haber participado en el foro virtual, ni presentaron producto final de la actividad principal de la UD. El grupo dos muestra participación en el wiki, pero esta participación fue aportada por una estudiante que después pasó a conformar el grupo nuevo de estudiantes, por lo cual esta participación no se toma en cuenta en los análisis, asumiendo que fue trasladada al nuevo grupo.

El Grupo 3 estaba integrado por 4 estudiantes, tuvo participación en el foro y envió el producto final de la actividad principal de la UD. En el foro participaron 2 de las estudiantes y en el wiki participaron las 4 estudiantes, aunque la mayoría de los aportes fueron hechos por dos de ellas con una participación mínima de las otras dos. Además de los tres mensajes generales iguales enviados por la profesora se intercambiaron 6 mensajes adicionales, 3 por parte de la profesora y 3 por parte de dos de los estudiantes del grupo; todos estos mensajes fueron categorizados dentro del tipo de SI de Elaboración Orientada.

El Grupo 4 estaba integrado por 4 estudiantes, tuvo participación en el foro y envió el producto final de la actividad principal de la UD. Tanto en el foro como en el wiki participaron los 4 estudiantes. La cantidad de aportes fue bastante pareja, fue el grupo que más mensajes intercambió en el foro, el que presentó un producto final mejor elaborado y completo y sus integrantes obtuvieron las calificaciones más altas. También se debe destacar que en este grupo ocurrieron los únicos mensajes, dentro de toda la UD, que se catalogaron dentro del SI de Organización Grupal. La cantidad de mensajes fue repartida de la siguiente manera entre dos tipos de SI: 5 mensajes para el SI de Organización Grupal y 32 mensajes para el SI de Elaboración Orientada, entre estos se cuentan los tres mensajes generales de la profesora, además de 15 mensajes producidos por los estudiantes y 14 emitidos por la profesora, estos mensajes están distribuidos en 10 diferentes temas de conversación dentro del foro grupal y 9 mensajes enviados usando la herramienta de mensajería de la plataforma virtual.

El Grupo 5 estaba integrado por 4 estudiantes, tuvo participación en el foro y envió el producto final de la actividad principal de la UD. En el foro sólo participó un estudiante y en el wiki participaron 2 estudiantes, aunque la mayoría de los aportes fueron hechos por el mismo estudiante que participó en el foro.

Además de los tres mensajes generales de la profesora se intercambiaron 9 mensajes adicionales, 4 por parte de la profesora y 5 por parte de uno de los estudiantes del grupo. Todos estos mensajes fueron categorizados dentro del tipo de SI de Elaboración Orientada.

El Grupo 7 estaba integrado por 4 estudiantes, tuvo participación en el foro y envió el producto final de la actividad principal de la UD. En el foro sólo participó una de las estudiantes y en el wiki participaron las 4 estudiantes, aunque de manera desequilibrada recayendo la mayoría de aportes en dos estudiantes. Además de los tres mensajes generales se intercambiaron 2 mensajes adicionales, 1 por parte de la profesora y 1 por parte de una de las estudiantes del grupo. Todos estos mensajes fueron categorizados dentro del tipo de SI de Elaboración Orientada.

El Grupo 9 fue el último grupo en conformarse por petición de las estudiantes durante el chat, recordando que el chat se llevó a cabo un día antes del plazo límite para presentar el producto final de la actividad principal de la UD. Estaba integrado por 3 estudiantes, no tuvo participación directa en el foro pero envió el producto final de la actividad principal de la UD. En el foro no participaron estudiantes y en el wiki hubo participación sólo de una de las estudiantes. Además de los tres mensajes generales se envió un mensaje adicional por parte de la profesora; todos estos mensajes fueron categorizados dentro del tipo de SI de Elaboración Orientada.

5.3 DESCRIPCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE AYUDA EN LA UD

Los procesos de construcción colaborativa del conocimiento que desarrollan los grupos de estudiantes están influenciados por los procedimientos y dispositivos de ayuda que ejerza el profesor y los compañeros estudiantes. Estas ayudas están vinculadas a niveles distintos de la actividad conjunta, a los aspectos de la actividad conjunta sobre los cuales se ofrece ayuda y a los momentos diferentes de la actividad conjunta.

En este apartado se tipifican, describe, cuantifican y ejemplifican las ayudas ofrecidas, por la profesora y por los estudiantes, de acuerdo a la clasificación del dispositivo de ayuda en los diferentes momentos de la actividad conjunta y analizando las diversas actuaciones de los participantes en los distintos tipos de SI. Estos procedimientos de ayuda son dispositivos de ayuda a priori, dispositivos de ayuda durante el proceso y dispositivos de ayuda a posteriori.

5.3.1 Dispositivos de ayuda a priori

Engel⁹⁶ describe los dispositivos de ayuda a priori como ayudas ofrecidas por el profesor con anterioridad a que los estudiantes empiecen a realizar una determinada tarea y elaborar los productos correspondientes a la misma. Según

⁹⁶ ENGEL. Op. cit.

ella, estos dispositivos se asocian básicamente a la interacción profesor – grupo clase y en menor medida a la interacción profesor – pequeño grupo.

En la UD que nos ocupa las ayudas a priori se ofrecen desde el diseño de la situación educativa, en el sentido de ser tipos de ayuda vinculadas a la organización global de la situación de enseñanza y aprendizaje que se plasman en la estructuración de la UD y siempre implican la modalidad de interacción profesora- gran grupo. Contiene ayudas como matricular a los estudiantes en el aula virtual, explicar el funcionamiento de la misma, poner a disposición de los estudiantes todos los documentos que se van a trabajar en clase: presentaciones en Power Point, videos y animaciones demostrativas, documentos de soporte, información sobre la asignatura y la UD, la guía de la actividad, entre otras que aparecen en el aula virtual para la UD “Principios de Electroquímica” bajo los títulos: “Presentación de la Unidad Didáctica”, “Presentaciones utilizadas en la clase”, “Presentación de la actividad”, “Explicación de la evaluación de la actividad”, “Guía de la actividad”, “Lecturas interesantes sobre electroquímica” y “Videos sobre electroquímica vistos en clase” (Ver Figura 1, página 59).

En cuanto a la parte virtual de la UD los dispositivos, hubo pocas situaciones en el foro de ayudas que remitían a las informaciones y a los documentos de apoyo proporcionados por la profesora, las cuales, aunque se consideran dispositivos de ayuda durante el proceso, remiten a documentos aquí descritos como ayudas a priori.

Aunque, teóricamente, los dispositivos de ayuda a priori se producen con anterioridad a las actuaciones de los alumnos en esta UD se evidencian ayudas a priori al inicio de la UD cuando la profesora introduce la UD y presenta la actividad principal de la misma a los estudiantes, de esta manera los primeros SI de la primera sesión presencial corresponden a ayudas a priori, debido a que son ayudas ofrecidas por la profesora previas a la realización de la actividad principal por parte de los estudiantes y anteriores a la ejecución de tareas propias de la temática por parte de ellos.

Se trata entonces de los cuatro primeros SI, los cuales son del tipo SI de Aportación de Información (ver Mapa de Interactividad, página 80), en el primero la profesora saluda, da la bienvenida y comienza a introducir la UD estableciendo conexiones con las temáticas anteriores referentes al mismo tema de que trata la UD, valiéndose de una presentación en Power Point presenta generalidades sobre la temática para continuar con una explicación sobre por qué estudiar electroquímica. Posteriormente cambia de presentación, inicia el segundo SI y comienza a explicar la actividad principal de la UD, informando que es un estudio de caso, los roles de los estudiantes dentro de estos y el modo de efectuarla en pequeños grupos. Seguidamente presenta un video a modo de motivación y se genera una pequeña charla en torno a su contenido. En el cuarto SI la profesora comenta qué se logrará con la actividad y la forma en que se evaluará, terminando con la presentación de la UD en el curso virtual, recordando cómo se ingresa y mostrando la organización física de lo que contiene.

5.3.2 Dispositivos de ayuda durante el proceso

Los dispositivos de ayuda durante el proceso corresponden a las ayudas de la profesora y de los estudiantes que se producen en paralelo a la resolución de las tareas por los estudiantes. Aunque Engel⁹⁷ sólo los asocia con ayuda de los profesores hacia los estudiantes y las describe como ayudas que se articulan típicamente en el seguimiento que hacen los profesores de las actuaciones de los alumnos y las vincula a las interacciones profesor-pequeño grupo, y puntualmente profesor-estudiante en particular.

Este tipo de ayudas se analizan en varias categorías por ser las más abundantes y diversas: Primero, pueden implicar la interacción profesora - pequeño grupo, profesora - estudiante en particular y estudiante(s) – estudiante(s). Segundo, se presentan en las sesiones presenciales de la UD en los SI de Elaboración Orientada y presuntamente en los SI de Elaboración no Orientada, en el foro virtual se presentan en la mayoría de los mensajes catalogados dentro de un SI de Elaboración Orientada y en los mensajes dentro del SI de Organización Grupal y dentro del SI de Elaboración no Orientada; y en el chat, la mayoría de los mensajes intercambiados, ya que corresponden a SI de Elaboración Orientada y SI de Elaboración no Orientada. Tercero, se ofrecen en variados aspectos de la actividad conjunta, como en la comprensión de los contenidos (sólo en las sesiones presenciales), la elaboración de las tareas, la organización y funcionamiento de los grupos (sólo en el foro y el chat del aula virtual), y los elementos del funcionamiento y de la utilización de los recursos tecnológicos disponibles (sólo en el foro y en el chat del aula virtual). Cuarto, en general, son ayudas que remiten a aspectos específicos de la realización de las tareas, y en contadas ocasiones, son ayudas ligadas al planteamiento global de las actividades de enseñanza y aprendizaje, en cuanto remiten a las informaciones y a los documentos de apoyo proporcionados por la profesora.

Para iniciar se analizarán los dispositivos de ayuda durante el proceso ocurridos en el foro por grupos en el aula virtual, más adelante se analizarán los ocurridos en las sesiones presenciales y en el chat. Casi la totalidad de los dispositivos de ayuda durante el proceso ofrecidos en el foro y la mensajería del aula virtual están catalogados como mensajes dentro de SI de Elaboración Orientada, en este caso todos son ofrecidos por la profesora y pueden ser dirigidos a todos los estudiantes del grupo clase, a todos los integrantes de un pequeño grupo o a un estudiante en particular; según se detallará a continuación.

Adicionalmente, se incluyen dentro de este tipo de dispositivo, las ayudas que muestran interacción estudiante – estudiantes(s), así, el mensaje enviado por una estudiante del Grupo 1 dirigido a sus compañeras de pequeño grupo y catalogado como SI de Elaboración no Orientada y los cinco mensajes que pertenecen al SI de Organización Grupal, en el Grupo 4, son *dispositivos de ayuda durante el*

⁹⁷ ENGEL. Op. cit.

proceso, pues los estudiantes proponen formas propias de organizarse para realizar la actividad principal de la UD y aportar a su elaboración, en estos la profesora no interviene.

En la Tabla 11 (próxima página) se presentan el número y la clasificación de ayudas que corresponden a dispositivos de ayuda durante el proceso ofrecidas en el foro del aula virtual. La totalidad de las ayudas puede ser mayor a la totalidad de mensajes emitidos, puesto que en un mensaje se pueden ofrecer diferentes tipos de ayuda.

Además de los mostrados en la Tabla 11 (página siguiente), los dispositivos de ayuda en el proceso ocurridos en el foro incluyen los tres mensajes generales que envía la profesora para todos los grupos en los días 13, 17 y 19; son los únicos mensajes catalogados dentro de los SI de Elaboración Orientada que se dan por iniciativa de la profesora y no en respuesta a solicitudes explícitas de los estudiantes, siendo estas ayudas ofrecidas por la profesora en interacción del tipo profesora – grupo clase; similares a lo que ocurre en las sesiones presenciales tal como se explicará después. En el primer mensaje la profesora da indicaciones generales sobre las condiciones de presentación y entrega del producto final de la actividad principal de la UD, en este también reitera su disposición para ayudar en la resolución de dicha actividad. En el segundo, la profesora invita a los estudiantes a leer el documento sobre evaluación de la actividad, el cual está disponible en el aula virtual, luego hace un corto resumen de cómo se evaluará la actividad principal de la UD; esta ayuda se incluye dentro de las ayudas que remiten a los documentos de apoyo proporcionados por la profesora. En el tercer mensaje, la profesora invita a los estudiantes a participar de la actividad, puesto que hacia el día 18 no se han manifestado participaciones de los estudiantes, en este mensaje la profesora propone ideas sobre cómo efectuar la actividad y reitera su disposición para atender dudas. A continuación se muestra un resumen de este mensaje, por su extensión se seleccionan algunos fragmentos y aparecen puntos seguidos donde se ha quitado parte del texto:

Feliz día señoritas y señores

Primero deseo invitarlos a todos a esta actividad que será enriquecedora para su formación profesional.

Deseo responder a varios interrogantes sobre cómo efectuar la actividad.

Para iniciar les sugiero leer atentamente el documento “Guía de la actividad” donde encontrarán las.....

Asignación de roles todos(as) están en capacidad de resolver cada uno de esos asuntos; sin embargo, para afianzar el aprendizaje colaborativo la actividad está diseñada para resolver según su rol dentro de su.....

Funcionamiento del wiki cualquier persona puede ingresar a su wiki en cualquier momento y realizar las modificaciones que desee en el documento que están escribiendo entre todos(as), las modificaciones que.....

El foro es el espacio de comunicación entre ustedes y con la profesora, para resolver sus dudas y para.....

Espero que queden respondidas muchas de sus dudas y quedo atenta a sus sugerencias y nuevas inquietudes. Gracias.

Tabla 11. Presencia de dispositivos de ayuda durante el proceso en el foro

SI de Elaboración Orientada					
		Ayudas que remiten a las informaciones y a los documentos de apoyo proporcionados por la profesora		Ayudas que remiten a aspectos específicos de la realización de las tareas	
		Interacción Profesora-estudiante en particular	Interacción Profesora-Pequeño grupo	Interacción Profesora-estudiante en particular	Interacción Profesora-Pequeño grupo
Ayudas a la elaboración de las tareas	Grupo 1	-	-	-	-
	Grupo 3	-	-	-	-
	Grupo 4	1	-	12	-
	Grupo 5	2	-	3	-
	Grupo 7	-	-	1	-
Ayudas a la organización y funcionamiento de los grupos	Grupo 1	-	-	-	-
	Grupo 3	-	-	-	-
	Grupo 4	-	-	2	-
	Grupo 5	-	-	-	-
	Grupo 7	-	-	-	-
Ayudas sobre elementos del funcionamiento y de la utilización de los recursos tecnológicos disponibles	Grupo 1	-	-	2	-
	Grupo 3	-	-	2	1
	Grupo 4	-	-	2	-
	Grupo 5	-	-	-	-
	Grupo 7	-	-	-	-
Grupo 9	-	-	1	-	
SI de Elaboración no Orientada					
		Ayudas que remiten a las informaciones y a los documentos de apoyo proporcionados por la profesora		Ayudas que remiten a aspectos específicos de la realización de las tareas	
		Interacción Estudiante – Estudiante	Interacción Estudiante – Pequeño grupo	Interacción Estudiante – Estudiante	Interacción Estudiante – Pequeño grupo
Ayudas a la elaboración de las tareas	Grupo 1	-	-	-	1
	Grupo 3	-	-	-	-
	Grupo 4	-	-	-	-
	Grupo 5	-	-	-	-
	Grupo 7	-	-	-	-
	Grupo 9	-	-	-	-
SI de Organización Grupal					
		Ayudas que remiten a las informaciones y a los documentos de apoyo proporcionados por la profesora		Ayudas que remiten a aspectos específicos de la realización de las tareas	
		Interacción Estudiante - Estudiante	Interacción Estudiante - pequeño grupo	Interacción Estudiante – Estudiante	Interacción Estudiante – Pequeño grupo
Ayudas a la organización y funcionamiento de los grupos	Grupo 1	-	-	-	-
	Grupo 3	-	-	-	-
	Grupo 4	-	-	3	2
	Grupo 5	-	-	-	-
	Grupo 7	-	-	-	-
	Grupo 9	-	-	-	-

Nota aclaratoria: Los grupos 2, 6 y 8 no participaron en el foro virtual, ni presentaron producto final de la actividad principal de la UD

A continuación se resume un mensaje que ejemplifica una ayuda que ofrece la profesora a una estudiante del Grupo 1 en relación con el funcionamiento y la utilización de uno de los recursos tecnológicos disponibles. El mensaje es extenso, por lo cual se seleccionan algunas secciones y aparecen puntos seguidos donde se ha quitado parte del texto:

Hola (nombre de la estudiante), feliz día para usted y sus compañeras de aprendizaje colaborativo.

Ustedes pueden añadir imágenes a su documento en el wiki, por favor intenten de la siguiente manera. Ingresar al wiki ingresan a una ventana donde tienen varias opciones. 1) si la imagen es desde internet y 2) si la imagen es un archivo en su computador.

Para la opción 1: sobre la imagen que desean seleccionan.....

Para la opción 2: Seleccionan la opción

Espero que les sirvan estas indicaciones. Seguimos en contacto.

A continuación se resume un mensaje que ejemplifica una ayuda que ofrece la profesora en el proceso, es un mensaje que responde a una inquietud de una estudiante del Grupo 4 que ofrece ayuda sobre la elaboración de la tarea a la vez que remite a un documento de apoyo proporcionado por la profesora. El mensaje es extenso, por lo cual se seleccionan algunos fragmentos y aparecen puntos seguidos donde se ha quitado parte del texto:

Hola, señorita

Para el Asunto 5 puede remitirse a lo adelantado durante el Asunto 3, para la producción de hipoclorito de sodio debió utilizar.....

La celda o pila de combustible de hidrógeno la tratamos en la clase presencial cuando estudiamos baterías, le recomiendo que vea de nuevo el video-animación de la pila de combustible de hidrógeno, el link que la conecta lo puede encontrar en el documento de "Videos vistos en clase" disponible en nuestro aula virtual.....

A continuación se resume un mensaje que ejemplifica una ayuda que ofrece la profesora en el proceso, es un mensaje que responde a una inquietud de un estudiante del Grupo 5 y en la cual ofrece ayuda sobre la elaboración de la tarea. El mensaje es extenso, por lo cual se seleccionan algunos fragmentos y aparecen puntos seguidos donde se ha quitado parte del texto:

Hola de nuevo, (nombre del estudiante)

Me entusiasma su interés en resolver sus dudas sobre electrólisis y sobre estos otros procesos químicos.

La orientación que le doy respecto de su duda es la siguiente: cuando el cloruro de hidrógeno está disuelto.....

En cuanto a la reacción, efectivamente hay varios caminos, según lo que usted ha adelantado puede.....

Considero que con esto usted puede proseguir con el trabajo que está realizando, de igual manera.....

Espero que estas sugerencias sean útiles en su trabajo, nos seguimos comunicando, hasta pronto.

Como se mencionó antes, los dispositivos de ayuda durante el proceso también se presentaron en las sesiones presenciales de la UD, especialmente en los SI de Elaboración Orientada en los cuales la profesora proponía una actividad o ejercicio y los estudiantes comenzaban a resolverlo según las orientaciones que iba aportando la profesora. Estas ayudas son de dos tipos, principalmente remiten a aspectos específicos de la realización de las tareas y, secundariamente, remiten a

informaciones proporcionadas por la profesora. Por lo general son ayudas a la elaboración de las tareas y algunas a la comprensión de los contenidos, ninguna ayuda es ofrecida a la organización y funcionamiento de los grupos ni al funcionamiento de los recursos tecnológicos.

Los nueve SI de Elaboración Orientada encontrados en las sesiones presenciales (ver Mapa de Interactividad, página 80) contienen ayudas ofrecidas por la profesora al grupo clase. En un caso particular una estudiante se levantó y explicó desde el frente, utilizando el tablero, parte de un ejercicio en ejecución, esta ayuda en el proceso responde a una interacción Estudiante-Grupo clase. Se muestra, a continuación, esta parte de la transcripción de la Sesión 1, el contenido dentro de paréntesis describe la actuación, los puntos suspensivos se refieren a pausas, las equis continuas se refieren a partes no claras en los registros por lo que no se pueden transcribir, las intervenciones de E se refieren a la estudiante en el tablero y P a las de la profesora:

E: (se para y se dirige a la profesora solicitando permiso para usar el tablero)

P: Bueno, listo, la compañera nos ayuda, a ver si de pronto así

E: usted me dice si sí es así o no

P: claro, yo le colaboro

E: (mientras escribe en el tablero y dirigiéndose a todo el grupo) El bromuro está aquí, así al lado de oxidantes... está... está así ¿cierto? por debajo del, de la...

P: del de referencia

E: (mientras escribe en el tablero, habla para todo el grupo) de la referencia que es el hidrógeno, me da, me da una flechita acá y si me da como me lo muestran allá XXXX be ere menos... entonces está al otro lado de la reacción, por decirlo así... entonces, está por debajo pero está al otro lado, entonces en este caso se está reduciendo ¿cierto?... si tengo acá arriba...

P: el magnesio

E: el magnesio (buscando en la fotocopia de la tabla de referencia que tiene en sus manos)

P: debajo del sodio, antes del XXXX (dirigiéndose a la estudiante en el tablero)

E: tengo esto (escribiendo en el tablero) ... ahí está por encima de la, de la línea ahí se reduce, si yo hago esto y me dice que es el magnesio sólo, se está oxidando ¿sí?, se está oxidando porque está al otro lado.

Adicionalmente, los dos SI de Elaboración no Orientada encontrados en la tercera sesión presencial, se consideran como un tipo de ayuda durante el proceso asociados a modalidades de interacción Estudiante(s)-Estudiante(s). Aunque no hay evidencias que comprueben el contenido del dialogo establecido entre estudiantes en estos momentos en que la profesora no interviene, es seguro que se entablaron diálogos entre los estudiantes y se presume que, al menos algunos de estos, iban enfocados a la resolución de la tarea que se trataba en el momento; de ser así, los estudiantes ofrecerían ayuda a sus compañeros en la resolución del ejercicio que enfrentaban en esa oportunidad.

La mayoría de las conversaciones que sostiene la profesora en el Chat, corresponden a ayudas durante el proceso, salvo algunos en los que la profesora da la bienvenida a la sala, saluda a los estudiantes que van ingresando y otros en los que se despide. Todas estas ayudas remiten a aspectos específicos de la

realización de la tarea, la mayoría son ayudas sobre elementos del funcionamiento y de la utilización de los recursos tecnológicos disponibles, especialmente el wiki; otras ayudas se refieren a la elaboración de las tareas, no se presenta ninguna ayuda a la comprensión de los contenidos y se da una ayuda a la organización y funcionamiento de los grupos, cuando una estudiante le solicita la creación de un nuevo grupo, petición a raíz de la cual surge el nuevo grupo.

Todas las ayudas se asocian con interacción Profesora- estudiante en particular y todas se dan como respuesta a peticiones o solicitudes de los estudiantes, ninguna surge por iniciativa de la profesora. Se presentaron un par de conversaciones, consideradas como dispositivos de ayuda, en las cuales los estudiantes preguntan sobre la forma de evaluación de la actividad, presentan críticas a la profesora y se clarifican dudas sobre comentarios de otros compañeros.

Parte de la conversación incluida dentro del SI de Elaboración no Orientada que ocurre en el chat, se considera como un dispositivo de ayuda durante el proceso vinculado a una interacción estudiante-estudiante, debido a que una estudiante le solicita colaboración a otra estudiante sobre un aspecto específico para la elaboración de la tarea.

5.3.3 Dispositivos de ayuda a posteriori

Según Engel⁹⁸, los dispositivos de ayuda a posteriori corresponden a ayudas del profesor que se dan con posterioridad a la resolución de las tareas por los grupos, se vinculan a modalidades de interacción profesor - pequeño grupo y están ligadas a la corrección y devolución de los productos escritos por los estudiantes. Estas ayudas se producen al final del proceso de enseñanza y aprendizaje y por tanto no tienen impacto en los procesos de elaboración de los documentos escritos que desarrollan los pequeños grupos a lo largo de la UD.

En este sentido, en la UD analizada no se presentan dispositivos de ayuda a posteriori. La profesora no devuelve a cada grupo los documentos finales correspondientes a la actividad principal de la UD, tampoco ofrece comentarios o valoraciones, sino que se limita a informar la calificación que les otorga. Sin embargo, una característica del proceso de evaluación diseñado para la UD y descrito en el apartado de resultados vinculados al diseño tecnopedagógico, puede corresponder a una ayuda a posteriori ofrecida por la profesora pero ejecutada por los estudiantes, esta tiene relación con la oportunidad que tienen los estudiantes de autoevaluar su desempeño y coevaluar el de sus compañeros de pequeño grupo.

⁹⁸ ENGEL. Op. cit.

En este punto es debido aclarar que la participación de los estudiantes en el foro y en el chat fue completamente voluntaria, ni la participación en el chat ni la participación en el foro pertenecían al plan de evaluación y no fueron evaluadas por la profesora. Sin embargo, existe la posibilidad de que cada estudiante tuviera en cuenta estas participaciones para evaluarse a sí mismo y para evaluar a sus compañeros en el aspecto referente al trabajo colaborativo grupal.

6. DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En este apartado los resultados sobre el diseño tecnopedagógico de la UD y sobre las formas de organización de la actividad conjunta de la UD, se interpretan a la luz de la teoría, conduciendo la discusión hacia el análisis y la reflexión de la práctica educativa ejercida en la UD. De esta manera, se indagan los puntos de coherencia y de discrepancia entre lo planeado, lo ejecutado y lo que teóricamente debía suceder en términos de la pretensión de mejoramiento de la práctica educativa. Considerando, además, que dentro del marco del análisis de la interactividad o las formas de organización de la actividad conjunta se brinda una aproximación al análisis de la práctica educativa⁹⁹.

En esta discusión se recurre a la concepción constructivista de la enseñanza y el aprendizaje escolar, la teoría de la interactividad, al uso pedagógico de las TIC, la formulación de un diseño tecnopedagógico, la estrategia didáctica del aprendizaje colaborativo, los enfoques para la enseñanza de la química, las consideraciones para la enseñanza y el aprendizaje de la electroquímica, y demás consideraciones necesarias expuestas en el marco de referencia teórico y conceptual de esta investigación.

El análisis crítico se basará en el triángulo interactivo como núcleo básico de los procesos formales de enseñanza y aprendizaje, y en el cual se representan las interrelaciones mutuas entre los estudiantes que aprenden de manera activa construyendo significados y atribuyendo sentido a los contenidos, los contenidos que son objeto de enseñanza y aprendizaje, y el profesor que es quien ayuda a los estudiantes a construir significados y atribuir sentido a lo que hacen y aprenden.

Para iniciar se tomará la enseñanza y las acciones emprendidas por la profesora considerando que la tarea del profesor se delimita en tres ejes básicos: “la planificación detallada y rigurosa de la enseñanza, la observación y la reflexión constante de y sobre lo que ocurre en el aula, y la actuación diversificada y plástica en función tanto de los objetivos y la planificación como de la observación y el análisis que se vaya realizando¹⁰⁰. De acuerdo con estos ejes, el profesor queda definido claramente como un profesional reflexivo que toma decisiones, las pone en práctica, las evalúa y las ajusta de manera progresiva en función de sus conocimientos y su experiencia profesional. Valorando la actuación de la profesora y el presente análisis sobre su práctica educativa en la UD descrita desde su planeación y desde su ejecución, se puede evaluar su tarea de acuerdo a los resultados que se han mostrado y analizado en esta investigación.

Se analiza la actividad principal de la UD debido a la importancia que se le dio como actividad vertebradora de toda la UD, además de su relevancia en la investigación, pues fue en esta donde la inserción de las TIC tuvo lugar. Esta

⁹⁹ COLOMINA, ONRUBIA, ROCHERA. Op. cit.

¹⁰⁰ ONRUBIA. Enseñar: crear Zonas de Desarrollo Próximo e intervenir en ellas. Op. cit. p. 119

actividad suponía la realización de tareas y la resolución de problemas de varias áreas que implican tanto la materia general (química) como la temática particular (electroquímica) con muchos otros, el tratamiento de problemas reales en una situación próxima al posible futuro desempeño profesional de los estudiantes implicados.

Es claro, desde la planeación, el interés de la profesora por informar a los estudiantes del conjunto de contenidos, objetivos y actividades que se realizarían y de la relación entre ellas. En este sentido, aunque se invirtió buena parte de las sesiones presenciales en la presentación de la UD y la actividad principal de la UD, mucho más del tiempo estimado para tales motivos en la planificación de la UD apelando a la supuesta suficiencia de recursos disponibles en el aula virtual, estos no fueron suficientes, pues, para los estudiantes no fue claro el modo de desarrollar la actividad principal y muchas de las ayudas de la profesora debieron encaminarse a clarificarla mediante el foro y el chat o a remitir a los estudiantes a la lectura de los documentos que la soportaban y que estaban disponibles en el aula virtual. Por esto, también, se hizo necesaria una cantidad mucho mayor de dispositivos de ayuda durante el proceso.

Apelando a las recomendaciones para la enseñanza, sobre facilitar la participación del conjunto de estudiantes en el mayor grado posible; desde la planeación la profesora procuró la diversificación de los tipos de actividades. Sin embargo, tanto para las actividades generales como para la principal, las alternativas, los niveles de ejecución final y la variedad de apoyos y formatos (explicaciones, presentaciones, resolución conjunta de ejercicios con el grupo clase, demostración experimental en el laboratorio, asesoría, lugares de encuentro virtuales síncrono y asíncrono, videos-animaciones, textos en el aula virtual, discusiones...) no fueron lo suficientemente variados y se le dificultó a la profesora lograr que los estudiantes se motivaran; esta situación pudo verse agravada por la reducción del tiempo destinado a las sesiones presenciales (el tiempo disponible se redujo en 1,5 horas respecto a lo planeado), lo cual llevó a la profesora a intensificar con afán el cubrimiento de los contenidos, a obviar las técnicas para el aprendizaje colaborativo planeadas y a relegar al ambiente virtual todo el peso de la actividad principal y todo el uso de las TIC, situación, a la vez, empeorada por el desinterés generalizado de los estudiantes en la inclusión de las herramientas TIC, desinterés que la profesora no se preocupó en remediar.

Otro aspecto relacionado con el recién tratado, tiene que ver con que en las situaciones de aula el profesor debe tener la capacidad de introducir modificaciones y ajustes específicos tanto en la programación como en el desarrollo de la propia actuación, en función de la información obtenida a partir de las actuaciones realizadas por los estudiantes. Específicamente, en la UD que se analiza, un par de actuaciones de la profesora, no planeadas, surgen por la variación de su intervención y comprometen importantes variaciones en el desarrollo de la UD, respecto a su planeación.

La primera es repetir, con una estrategia diferente durante la tercer sesión presencial, un ejercicio de aplicación propuesto en la primera sesión presencial; en esta acción se producen variados dispositivos de ayuda durante el proceso tanto por parte de la profesora como por parte de una estudiante; por otra parte, se intensifica el retraso considerable en las actividades y esto repercute en la imposibilidad de abarcar todos los contenidos conceptuales de la mejor manera y en un recorrido afanoso por cubrir las temáticas planeadas hacia el final de la tercera sesión presencial.

La segunda modificación relevante fue la decisión de la profesora de abrir el chat, debida al hecho de que un día antes de la fecha pactada para la entrega del producto final, había evidencia precaria de que los estudiantes habían comenzado su trabajo. Los resultados esperados con el chat fueron coherentes respecto a que se ofrecieron ayudas por parte de la profesora, todas respondiendo a peticiones de los estudiantes; sin embargo, en el conversatorio sólo participaron 7 estudiantes y su duración fue extensa (243 minutos). La inclusión del chat dentro de la actividad conjunta tuvo repercusiones muy grandes, la principal es la introducción de una herramienta TIC no presupuestada y destinada, como las anteriores, a la ejecución de la actividad principal de la UD; además, modificó por completo la estructura de la actividad conjunta, lo cual es evidente tan sólo mirando el mapa de interactividad (Figura 3, página 80) en el cual aparece como introducido sin concordancia.

La anterior discrepancia entre la estructura de la actividad conjunta esperada y la verdadera interactividad ocurrida puede verse también en el foro por grupos; desde la planeación el foro comenzaría después de la primera sesión presencial, cuando los estudiantes se ubicaran en sus pequeños grupos; sin embargo, en el mapa de interactividad se puede constatar que el foro aparece apenas en el día 13 de la UD, debido a que apenas allí la profesora increpa a los estudiantes a participar activamente y a utilizar esta herramienta que estaba disponible desde el inicio.

Las situaciones de enseñanza planeadas tenían la posibilidad de ser ricas, proporcionaban a los estudiantes más instrumentos para participar efectivamente en las actividades y tareas; y fomentaban que los estudiantes pudieran hacer preguntas o plantear cuestiones, que permitieran sus puntos de vista alternativos o que estimularan sus propuestas. Pero, en la ejecución de la UD escasamente se propiciaron, durante las sesiones presenciales, momentos para contribuciones de los estudiantes y se permitieron las intervenciones espontáneas; algo distinto a lo ocurrido durante la virtualidad, debido a que el foro y el chat tenían un objetivo establecido para la realización de la actividad principal, las participaciones de los estudiantes eran voluntarias y no respondían a solicitudes de la profesora.

Sin embargo, estas oportunidades de participación activa por parte de los estudiantes generan, en las sesiones presenciales, los SI de Elaboración Orientada y las CSI de Realización Orientada de una Tarea, rompiendo con la monotonía y control de la profesora en los SI de Aportación de Información.

Además, se propiciaron momentos intencionales para que los estudiantes compartieran entre ellos en torno a una tarea, específicamente la resolución de un ejercicio, espacios para el trabajo en pequeño grupo o para buscar el contacto con compañeros, situaciones que generan en las sesiones presenciales, en el foro y en chat los SI de Elaboración no Orientada, y en consecuencia, cuando de nuevo ingresan las actuaciones de la profesora se propician las CSI de Ejecución de una Tarea.

Considerando que la interacción entre estudiantes es una fuente potencial de mejoras en la enseñanza y origen de ayudas que pueden hacer progresar el aprendizaje de los participantes en las situaciones educativas; además de la bien intencionada selección del aprendizaje colaborativo como estrategia didáctica para la UD; se hace necesario hacer un análisis sobre las formas de construcción colaborativa de conocimiento que fueron potencialmente establecidas en la UD pero prácticamente inadvertidas en los resultados de la aplicación del diseño tecnopedagógico.

El diseño tecnopedagógico planeado cumplió algunas cuestiones de la interacción entre estudiantes, delimitando los tipos de actividades, sus consignas, los recursos y materiales de apoyo antes y durante el proceso y los productos a obtener; además de prever el necesario dominio progresivo de determinados contenidos por parte de los estudiantes. Esto se evidencia en el análisis de los dispositivos ayuda de la UD cuando se hace referencia a ayudas que se asocian con modalidades de interacción estudiante(s)-estudiante(s), ayudas que se presentaron tanto en las sesiones presenciales, en contadas ocasiones, como en la virtualidad para el desarrollo de la actividad principal de la UD.

Adicionalmente, la actividad principal de la UD, según fue planeada, fomentaría y promovería la utilización autónoma de los conocimientos aprendidos por parte de los estudiantes, los cuales, en marco de una actividad planeada dentro de la noción de aprendizaje colaborativo debería facilitar que un estudiante instruyera a otro, que los estudiantes pudiesen coordinarse e intercambiar funciones que fuesen asumiendo en el interior del grupo, controlasen mutuamente su trabajo, y recibieran y ofrecieran ayuda de manera continuada. Sin embargo; como fueron analizados los resultados, las actuaciones de los estudiantes al interior de los pequeños grupos no respondieron a un aprendizaje colaborativo y, escasamente, llegaron a ser un trabajo cooperativo para conseguir medianamente el objetivo final que perseguían.

Barkley, Cross y Major¹⁰¹ describen en profundidad el aprendizaje colaborativo como estrategia pedagógica en la cual dos o más estudiantes trabajan juntos y comparten equitativamente la carga de trabajo mientras progresan hacia los resultados de aprendizaje previstos. Esta estrategia es particularmente beneficiosa para profesores y estudiantes universitarios, pues compromete personal y activamente a los estudiantes, les ofrece la oportunidad de adquirir valiosas

¹⁰¹ BERKLEY, CROSS y MAJOR. Op. cit.

competencias y disposiciones interpersonales y de trabajo en equipo útiles en la vida profesional, y promueve el aprendizaje significativo y duradero mediante la implicación personal y activa.

El aprendizaje colaborativo presenta unas características fundamentales para su desarrollo, las cuales fueron satisfechas desde la planeación de la UD pero no fueron tenidas en cuenta durante su aplicación en la ejecución de la UD. La primera guarda relación con el diseño instruccional, las actividades de la UD fueron estructuradas para aplicar el aprendizaje colaborativo.

La segunda característica del aprendizaje colaborativo es la colaboración, según la cual todos los participantes del grupo deben comprometerse activamente a trabajar juntos para alcanzar los objetivos señalados; sobre el incumplimiento de este aspecto ya se ha hablado en este capítulo y se tocará más adelante. Es fácilmente reconocible que no se logró una colaboración al interior de los pequeños grupos. El trabajo colaborativo visto desde las participaciones en el foro por parte de los estudiantes y desde la construcción colaborativa del documento final que se efectuó tipo puzzle por parte de los pequeños grupos de estudiantes, son evidencias suficientes de que no hubo co-construcción de conocimientos ni colaboración en la Actividad Principal de la UD y que escasamente se llegó a un proceso cooperativo para dar cumplimiento con la tarea planteada.

La tercera característica del aprendizaje colaborativo es que tenga lugar una enseñanza significativa. Cuando los estudiantes trabajan juntos en una tarea colaborativa, deben incrementar sus conocimientos o profundizar su comprensión de los contenidos de la asignatura. En este sentido, la Actividad Principal de la UD y las otras tareas en que se pretendió utilizar técnicas de aprendizaje colaborativo, fueron estructuradas para cumplir los objetivos de aprendizaje y satisfacer las necesidades profesionales de los estudiantes. Pero, como no fueron orientadas correctamente por la profesora y no se utilizaron explícitamente técnicas de aprendizaje colaborativo en pequeños grupos, no se pudo satisfacer esta característica.

La vista detallada del interior de cada grupo es el lugar indicado para vislumbrar el aprendizaje colaborativo realmente efectuado por los estudiantes, pues aunque el diseño tecnopedagógico concebía otros espacios, en la ejecución de la UD este fue el único espacio donde se dio la posibilidad de efectuar una real construcción colaborativa de conocimiento.

Se utilizó una *aplicación de uso colaborativo* (Moodle), la cual, como explica Engel¹⁰², es un entorno virtual de enseñanza y aprendizaje que no ha sido creado específicamente para apoyar el aprendizaje colaborativo. Entonces, la tecnología no facilita por sí sola el aprendizaje de los estudiantes, lo que implicó aumentar la responsabilidad de la profesora en la planificación, para organizar, implementar y andamiar los procesos colaborativos. En consecuencia, la profesora formaliza en alto grado la planificación inicial de la actividad principal de la UD, en cuanto a los

¹⁰² ENGEL. Op. cit. p. 478

objetivos previstos, la secuenciación de las actividades, el tamaño de los pequeños grupos y la utilización de las herramientas tecnológicas. Además, según lo planeado, se sigue una lógica que inicia con la presentación de la actividad, el desarrollo por parte de los estudiantes, la entrega del producto final y la valoración del mismo por parte de la profesora, y la valoración del trabajo colaborativo por parte de los estudiantes. Esta planificación responde a la idea de que es conveniente predefinir una serie de condiciones para promover que los estudiantes se involucren en determinadas formas de interacción que puedan beneficiar su aprendizaje.

Según su planeación, la actividad principal de la UD en principio exigía alto nivel de interacción sostenida, de comunicación recíproca entre los participantes y del uso funcional de los contenidos teóricos de la asignatura y de la temática particular. Se contemplaron recursos tecnológicos específicos (foro y wiki) para dar apoyo a los procesos de trabajo colaborativo entre estudiantes, ambos recursos tecnológico disponibles en el entorno virtual tenían carácter asincrónico. Las actuaciones previstas de la profesora se relacionan con disponer la información accesible a los estudiantes mediante la publicación previa en el aula virtual de las directrices de la actividad y los documentos de soporte, presentar la actividad de manera pautada y dirigida para facilitar su comprensión y favorecer la participación de todos los miembros del grupo, establecer el plazo temporal, la asignación de roles, la libertad en la conformación de los grupos se limita por la exigencia de número de miembros de cada grupo; así como intervenir en los espacios de pequeño grupo sólo como respuesta a una solicitud, teniendo como función clarificar dudas.

Según el diseño tecnopedagógico se propusieron unos contenidos de acuerdo al plan de estudio de la asignatura, los contenidos a trabajar abarcaban los aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales, de las temáticas: baterías, corrosión y electrólisis; además de los propios para el trabajo colaborativo, el estudio de casos problema y la utilización de herramientas TIC. Sin embargo, en la ejecución los contenidos no se trataron por completo.

El principal inconveniente se dio al tener que profundizar en temáticas que en la planeación la profesora consideró como conocimientos previos que los estudiantes ya manejaban, lo cual recalca las falencias en la indagación previa que llevó a cabo la profesora, que a la vez conllevó dificultades para el aprendizaje, de las cuales se profundizará más adelante. Esta situación dificultó la cobertura de los contenidos propuestos y la consecución de los objetivos de aprendizaje presupuestados.

Por otro lado, la decisión de enfocar la atención en los que erróneamente se consideraron saberes previos, abre la posibilidad a un efecto positivo sobre el aprendizaje de todos los contenidos sobre electroquímica de la UD; debido a que, muchas de las investigaciones sobre enseñanza y aprendizaje de la electroquímica presentadas en el marco de referencia de esta investigación, recalcan la necesidad de afianzar el entendimiento de estos aspectos básicos para

poder lograr una estructura cognitiva más consolidada sobre las temáticas tratadas.

Se resalta un enfoque globalizador en la estructuración de los contenidos, pues se tuvo como punto de partida situaciones que requerían de distintos contenidos de aprendizaje aportados por distintas disciplinas para su comprensión y resolución, también, temas cercanos a situaciones reales que pretendían la promoción de los aprendizajes previstos.

Aunque la profesora planeó y procuró aplicar un conjunto ordenado de actividades, estructuradas y articuladas para la consecución de unos objetivos educativos en relación a unos contenidos concretos; estas actividades dispersas no pudieron cobrar un sentido total de la secuencia, por lo que se visualiza el lugar que ocupa cada actividad, mas no su articulación y la estructura de toda la secuencia de actividades.

En relación a los contenidos, también se debe destacar la forma en que fueron presentados por la profesora al aplicar la UD, sobresaliendo una manera expositiva, alejada del ideal constructivista y de aprendizaje colaborativo propuesto. La situación fue vista por la profesora a medida que se desarrollaba la UD, según se evidencia en sus comentarios en los autoinformes docentes, por lo cual hace intentos de tratar los contenidos de otra manera, pero estas acciones no dan buenos resultados, lo cual se nota en las diferencias en la estructura de la actividad conjunta en la primera sesión presencial con relación a la tercera.

Las partes más cruciales del aprendizaje como construcción propia del estudiante son las que este puede aportar, especialmente sus esquemas de conocimiento y su atribución de significado, conteniendo sus expectativas y motivación frente al nuevo contenido. En el cuestionario inicial aplicado a los estudiantes antes de ejecutar la UD, se indagó sobre estos aspectos y las respuestas que ellos dan contribuyen a ratificar las ideas sobre las debilidades presentadas para el abordaje de la UD. Sus motivaciones, expectativas y experiencias y conocimientos previos eran escasos y de pobre calidad, según las respuestas que ellos dieron. Solé¹⁰³ propone que la construcción de significados sobre los contenidos de enseñanza responde a la atribución de sentido que el estudiante pueda darle y que este es un proceso animado por su interés y motivación.

En la planeación, más no en la ejecución, de la UD se denota la intención de que los estudiantes tengan una fuerte interacción con los contenidos, la relación de nuevas ideas con el conocimiento anterior y la relación de conceptos con la experiencia cotidiana. Adicionalmente, ciertas actitudes de la profesora, durante el desarrollo de la UD, intentaron incentivar la toma de interés por parte de los estudiantes, por ejemplo, mostrar el propósito de las actividades que presentaba y conectar ese propósito a la comprensión de la tarea o actividad del momento y a sus implicaciones. Pues para que una tarea de aprendizaje tenga sentido para los

¹⁰³ SOLÉ, Isabel. Disponibilidad para el aprendizaje y sentido del aprendizaje. *En*: COLL, César, *et. al.* El constructivismo en el aula. Ed 9. Barcelona, Graó, 1999.

estudiantes es necesario, mínimo, que ellos puedan comprender su propósito, que se puedan implicar en ella y que sepan que pueden aprender. Por otro lado, la profesora procuró, según su planeación, que los estudiantes tendieran hacia la autonomía y a implicarse en el aprendizaje otorgándoles la libertad de tomar decisiones razonadas sobre la planificación de su propio trabajo, especialmente en la realización de la actividad principal.

La profesora procuró que los estudiantes tuviesen claro los objetivos que se perseguían, especialmente con toda la UD y con la Actividad Principal de la misma, aunque esta actitud también se nota en la presentación de los ejercicios desarrollados en las sesiones presenciales. La profesora se esforzó por ayudar a los estudiantes a comprender lo que se pretendía llevar a cabo y su planeación planteaba el sentido de las tareas que propondría; en este sentido se pueden observar los abundantes dispositivos de ayuda a priori que dispuso al inicio de la UD.

La profesora tuvo dificultades para planear una UD que resultara atractiva para los estudiantes, lo cual puede deberse a que los estudiantes no fueron artífices en la planeación de la UD, por lo cual lo planeado debía ser asumido por ellos y a ellos les correspondió otorgarle todo el sentido, no tuvieron oportunidad de planificar su realización y participar de los resultados que obtendrían. Aunque los contenidos no fueron los apropiados o hubo fallas en la forma de estructurarlos y de presentarlos en las actividades que se propusieron; la propuesta de la Actividad Principal de la UD, sí consideró una mayor participación de los estudiantes; esta les ofreció la oportunidad de implicarse activamente en su resolución, puso las condiciones para que les interesara, se ajustó a las posibilidades de los estudiantes, les permitió cubrir necesidades de su futura vida profesional.

Otro aspecto que se debe cuestionar en esta interpretación de resultados, es la utilización de las TIC. Las claves para valorar su impacto sobre la educación y su efecto sobre los resultados del aprendizaje deben buscarse en las actividades que llevaron a cabo la profesora y los estudiantes gracias a las posibilidades de comunicación, intercambio, acceso y procesamiento de la información que estas les ofrecieron. El análisis se basará en cómo los usos de las TIC mediaron las relaciones entre los tres elementos del triángulo interactivo: entre los estudiantes y los contenidos (y tareas) de aprendizaje, entre los profesores y los contenidos (y tareas) de enseñanza y aprendizaje, y entre los profesores y los estudiantes o entre estudiantes.

Las TIC se utilizaron para presentar información y facilitar el acceso de los estudiantes a dicha información, mediante el uso de presentaciones pensadas y diseñadas para tal fin, la utilización de videos y de animaciones; lo cual, fue valorado positivamente por los estudiantes en el cuestionario final y, según los antecedentes investigativos para la formación universitaria en química, es válido y efectivo. Sin embargo, esta forma de utilización de las TIC por parte de la profesora denota una posición más tradicional de la enseñanza y del aprendizaje que una más constructivista, en el sentido de que fueron usadas para reforzar sus

estrategias de presentación y transmisión de los contenidos y pobremente para promover las actividades de exploración o indagación de los estudiantes, el trabajo autónomo y el trabajo colaborativo.

Teóricamente, la potencialidad de las TIC para influir en los procesos de enseñanza y aprendizaje se intensifica en cuanto mayor sea su incidencia en la manera en que profesores y estudiantes organizan la actividad conjunta en torno a los contenidos y tareas de aprendizaje, es en este tipo de uso donde se manifiesta notoriamente el potencial de las TIC para transformar e innovar las prácticas educativas¹⁰⁴.

En la UD planeada y ejecutada las TIC sirvieron superficialmente para condicionar y determinar las formas de organización de la actividad conjunta, en este sentido fueron usadas como amplificadoras de ciertas actuaciones de la profesora y de los estudiantes, para que la profesora siguiera los avances y dificultades de los estudiantes y para ofrecerles ayuda en el desarrollo de la actividad principal. Sin embargo, su utilización como instrumentos configuradores de entornos de enseñanza y aprendizaje no fue exitosa.

En este punto se debe considerar lo que los estudiantes pensaban sobre el uso de las TIC antes de iniciar la UD, a las preguntas del cuestionario inicial que indagaban en estos aspectos ofrecieron respuestas divergentes, algunos valoraron como positiva una experiencia con plataformas virtuales o les interesa la nueva experiencia, pero otros no están interesados, les parece que es mejor la presencialidad y que la virtualidad no es apropiada para la formación científica. Adicionalmente muy pocos han tenido experiencia en el uso de plataformas educativas virtuales. Estas respuestas iniciales se complementan con las respuestas del cuestionario final, en las cuales la mayoría de opiniones de los estudiantes se enfocan a calificar como negativa la experiencia bimodal, o la complementación de la presencialidad con las actividades en la plataforma.

Desde lo planeado, la práctica educativa en cuestión, se pretendió en la concepción constructivista de la enseñanza y el aprendizaje¹⁰⁵, en la cual el aprendizaje es un proceso de construcción de significados y de atribución de sentido a los contenidos y tareas, y la enseñanza es un proceso de ayuda que varía en tipo y en grado como medio de ajuste a las necesidades que surgen a lo largo del proceso de construcción de significados y atribución de sentido que cada uno de los estudiantes lleva a cabo. La práctica educativa en análisis es incoherente con este modelo pedagógico, pues, en la parte presencial de la UD se observó una tendencia que no podría caracterizarse como constructivista, aunque se consideraba al estudiante, sus opiniones eran importantes y se procuraba un

¹⁰⁴ COLL, MAURI y ONRUBIA. La utilización de las tecnologías de la información y la comunicación en la educación. OP. cit. p. 95

¹⁰⁵ COLL, César, et al. Evaluación continua y ayuda al aprendizaje. Análisis de una experiencia de innovación en educación superior con apoyo de las TIC. En: Revista electrónica de investigación psicoeducativa, N° 13 Vol 5 (3), 2007.

diálogo con ellos, el aporte y la participación de los mismos fue limitada y parecían más cómodos en las situaciones en que la profesora aportaba información de manera transmisiva y resolvía ejercicios de aplicación sin solicitar sus aportes.

El objetivo que se propuso para la actividad principal de la UD fue aprender colaborativamente sobre Principios de Electroquímica mediante la comunicación con compañeros y la orientación de la profesora resolviendo asuntos propios de la industria electroquímica; este objetivo fue alcanzado parcialmente, para lograrlo los estudiantes debían simular ser empleados líderes de esa industria ficticia, que crearan junto con sus compañeros de grupo de trabajo proponiendo soluciones viables a problemas similares a los que este tipo de industria enfrenta en sus labores comunes. Este proceso se dificultó para muchos estudiantes, pues se limitaban a lo que debían hacer sin tener en cuenta el trabajo colaborativo que debían desarrollar, esta dificultad se sumó a que los estudiantes no aprovecharon que la actividad hubiera sido presentada con semanas de anticipación y se dedicaron a desarrollarla en los últimos días, por lo cual, por parte de la profesora, se requirieron prórrogas y ayudas más detalladas.

Con la finalidad de desarrollar esta actividad de manera amena y cómoda, se prepararon en el aula virtual varios espacios de encuentro, los cuales no fueron aprovechados enteramente por los estudiantes, varios grupos optaron por no participar de la actividad, mientras en el resto se notó claramente la dificultad, tanto en el uso de las herramientas como en la disposición para el aprendizaje colaborativo y para el desarrollo de actividades prácticas diferentes a la realización de ejercicios de carácter cuantitativo, a los cuales están acostumbrados los estudiantes y frente a las cuales presentaron resistencia.

El espacio de Foro fue concebido para la comunicación asíncrona entre los integrantes de cada grupo y con la profesora, éste fue utilizado de manera parcial para el logro de los objetivos propuestos, algunos estudiantes lo aprovecharon, pero la comunicación entre estudiantes fue muy limitada. El Wiki se empleó como herramienta que permite la elaboración y edición de un texto de manera colaborativa, para la elaboración del producto final de la Actividad. Esta herramienta fue utilizada apropiadamente para lo que se propuso; sin embargo, los estudiantes presentaron dificultades técnicas en el manejo de la herramienta y en la comprensión de sus posibilidades de trabajo colaborativo, en cuanto a que todos podían aportar sobre el mismo texto que serviría también como producto final.

Las actividades de evaluación planeadas y ejecutadas en la práctica educativa analizada, se valoran positivamente. Estas fueron insertas a las actividades de evaluación en las actividades de enseñanza y aprendizaje, especialmente en el desarrollo de la Actividad Principal de la UD se pretendió identificar y valorar qué habían aprendido los estudiantes (desde los contenidos abarcados en las sesiones presenciales), no sólo valorando el conocimiento conceptual sino también sus habilidades en contextos reales de uso. Se plantearon actividades evaluativas del tipo autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación. La

autoevaluación que los estudiantes realizaron de su trabajo colaborativo en pequeños grupos fue muy laxa, pero es un buen intento de metacognición para los estudiantes. Por su parte, la coevaluación que los estudiantes hicieron del desempeño de sus compañeros en el trabajo colaborativo es dura y exigente, muchas veces no coincide con la heteroevaluación que la profesora realiza sobre los mismos aspectos, teniendo en cuenta todas las evidencias que su rol de administrador y diseñador del aula virtual le ofrece.

Las finalidades educativas a partir de las cuales se planeó la UD, se basaron en lo que se pretende de un profesional en química egresado de la Universidad Tecnológica de Pereira, y en los objetivos de la asignatura Química 2; en cuanto a esto la valoración es positiva, se planeó una UD que, para los estudiantes que respondieron juiciosamente en la realización de la actividad principal, contribuyó con el propósito de formar egresados capaces de desempeñarse con propiedad en la Industria Química y colaborar en su desarrollo, además se aportaron bases conceptuales para la continuación de la formación de los estudiantes y la futura construcción de conocimientos de química más elaborados.

Los objetivos propuestos para la enseñanza en la UD se cumplieron medianamente, pues no se logró establecer como estrategia didáctica el aprendizaje colaborativo. En cuanto a los objetivos de aprendizaje, hubo inconveniente al cambiar los contenidos temáticos, lo que impidió conseguir todos los objetivos propuestos. Los objetivos referentes al aprendizaje colaborativo no fueron logrados por la mayoría de estudiantes; con dificultad se consiguieron algunos objetivos sobre la utilización de herramientas de comunicación tecnológicas digitales. Se presentó mayor atención sobre los contenidos procedimentales y conceptuales, lo que dejó de lado la consecución de logros actitudinales en la parte presencial de la UD; sin embargo, fue claro el enfoque hacia lo actitudinal conseguido en el desarrollo y evaluación de la Actividad Principal.

En síntesis, los resultados comprueban lo que teóricamente se ha establecido, el diseño tecnopedagógico condiciona pero no determina las formas de interactividad. “Desde la noción de interactividad se asume que las actuaciones interrelacionadas de los participantes en torno a una tarea o contenido de aprendizaje se construyen a medida que se desarrolla el proceso mismo de enseñanza y aprendizaje, no es posible determinar completamente la interactividad antes de que se lleve a cabo, sino que ésta emerge y toma cuerpo a medida que se despliega la actividad conjunta de los participantes”¹⁰⁶. Por otra parte, también se comprueba que los procesos de influencia educativa realmente empleados responden en cierta medida a la planificación realizada, pero se construyen en el propio proceso, a partir de la observación y la toma de decisiones que realiza el profesor de los acontecimientos y de la dinámica que se establece entre los participantes en la situación educativa.

¹⁰⁶ COLOMINA, ONRUBIA y ROCHERA. OP cit. p. 446

La reflexión de esta práctica educativa particular sirve como ejercicio de análisis sobre la práctica educativa de la profesora encargada con la finalidad de transformarla, aunque se cometieron errores que en la marcha no se superaron, se hicieron conscientes en este momento de reflexión y podrán ser mejorados para prácticas futuras; también hubo muchos aspectos que se valoraron positivamente, que aportan aprendizajes valiosos sobre el quehacer docente y que pueden seguir mejorando para aplicarlos conscientemente en otras experiencias de práctica educativa, adaptando a situaciones contextuales específicas.

Lo que queda de esta interpretación es la necesidad de la metodología de reflexión-acción-reflexión para la transformación de la práctica educativa, la necesidad de pensar en la acción y sobre la acción y la posibilidad de mejorar muchos aspectos al explicitarlos y evaluarlos. La finalidad principal está en la necesidad de seguir los procesos de planeación (diseño), ejecución (desarrollo) y control (evaluación) para obtener prácticas educativas conscientes, intencionadas y en continua mejora, teniendo en cuenta que estos procesos deben ser flexibles y analizados críticamente.

7. CONCLUSIONES

El análisis, discusión e interpretación de los resultados presentados previamente originan las principales conclusiones que demuestran el nivel de logros de los objetivos que la investigación se propuso y que se presentan a continuación:

La interactividad se concreta en las formas de organización de la actividad conjunta establecidas según cuatro tipos de SI y dos tipos de CSI encontrados: SI de Aportación de Información, SI de Elaboración Orientada, SI de Elaboración no Orientada, SI de Organización Grupal, CSI de Ejecución de una Tarea y CSI de Realización Orientada de una Tarea.

Los SI de Aportación de Información cumplen la función de presentar y explicar información concerniente a la UD y se presentan sólo en las sesiones presenciales de la UD. Los SI de Elaboración Orientada son los más abundantes a lo largo de la UD apareciendo en las sesiones presenciales, en el foro y en el chat; sirven para guiar la resolución de tareas de la UD. Los SI de Elaboración no Orientada que aparece en una de las sesiones presenciales, en uno de los pequeños grupos del foro y en el chat; tienen como función instruccional la resolución de tareas sin asesoría por parte de la profesora. En los SI de Organización Grupal los estudiantes se organizan al interior de su pequeño grupo para realizar una tarea, este tipo de SI aparece sólo en uno de los pequeños grupos del foro. Las CSI de Ejecución de una Tarea están conformadas por un SI de Elaboración no orientada seguido de un SI de Elaboración Orientada, son dedicados a la resolución de una tarea con posterior revisión por parte de la profesora y surgen en la tercera sesión presencial y en el chat. Las CSI de Realización Orientada de una Tarea surgen en la primera y tercera sesiones presenciales cumpliendo con la aplicación la información aportada en la resolución de una tarea.

El limitado bagaje previo de los estudiantes sobre la temática de la UD, sobre sus habilidades en el uso de la plataforma educativa virtual Moodle y sus herramientas y sobre la estrategia didáctica del aprendizaje colaborativo y el estudio de caso-problema; unidos a la escasa relación previa de los estudiantes con la profesora y a la falta de indagación previa por parte de ella sobre estos aspectos; dificultaron el desarrollo de la UD según lo planeado y exigieron distorsionar las formas de organización de la actividad conjunta descritas en el diseño tecnopedagógico de acuerdo a lo que iba aconteciendo a medida que se ejecutaba la UD, lo cual desencadenó en una práctica educativa en la cual hubo incumplimiento de los objetivos de aprendizaje previstos, limitación de los contenidos a abarcar por la UD, transformación sobre la marcha de las actividades de aprendizaje planeadas, desaprovechamiento de la capacidad mediadora de las TIC, empleo de estrategias más individualistas y cooperativistas que colaborativas y distanciamiento del modelo educativo constructivista.

La actividad conjunta establecida no guarda relación con la estructura y evolución de las formas de organización de la actividad conjunta que se habían previsto en

el diseño tecnopedagógico que se relacionó con la planeación de la UD. Lo cual permite comprobar que el diseño tecnopedagógico influye en la interactividad, pero no la determina por completo; además se evidencia el doble proceso de construcción que se da en la situación educativa, mientras los participantes van construyendo significados compartidos y les atribuyen sentido, se va dando un proceso de construcción de las formas de organización de la actividad conjunta entre profesora y estudiantes en torno a la tarea o alrededor del contenido de aprendizaje que se desarrolla en el momento.

La incorporación de las TIC a este proceso educativo particular se restringió al desarrollo de la Actividad Principal de la UD y medió limitadamente la articulación la actividad conjunta y los procesos de ayuda educativa ligados a esta. Debido a que estas no se insertaron como instrumentos mediadores de las relaciones entre los tres elementos del triángulo interactivo – estudiantes, profesor, contenidos – contribuyeron escasamente a conformar el contexto de actividad en el que tuvieron lugar estas relaciones. En este sentido, las TIC fueron utilizadas para mediar las relaciones entre la profesora y los contenidos y entre los estudiantes y el contenido, sirvieron poco para mediar las relaciones entre la profesora y los estudiantes y entre estudiantes, fueron utilizadas pobremente para mediar la actividad conjunta desplegada por la profesora y los estudiantes durante la realización de la Actividad Principal de la UD y no fueron usadas como instrumentos configuradores del entorno de aprendizaje en la cual esta UD se llevó a cabo.

El modelo educativo bimodal demuestra ser un espacio viable en la enseñanza y el aprendizaje de química a nivel universitario. La adición de las TIC a la habitual presencialidad; siempre y cuando se promueva su capacidad de transformar, innovar y mejorar la educación; puede potencializar, extender y amplificar las interacciones entre los tres elementos del triángulo interactivo sin perder el contacto físico que muchos agentes educativos manifiestan aún como imprescindible cuando los currículos de educación superior en ciencias naturales consideran una formación teórico-práctica.

8. RECOMENDACIONES

Las aportaciones que hace esta investigación han sido presentadas en los capítulos anteriores, en éste se quieren señalar algunas recomendaciones, limitaciones y cuestiones pendientes de profundización dejadas por este trabajo.

En esta investigación se propuso el análisis de la interactividad como una de las vías factibles para ahondar en el análisis de la práctica educativa con la finalidad de mejorarla. Trabajos como este, permiten avances significativos en la formación de profesores que investigan sobre su práctica docente, que reflexionan en y sobre esta para lograr cambios positivos que permitirán la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje en todas las áreas curriculares y en todos los niveles educativos.

Los alcances de esta investigación permitieron hacer un análisis de primer nivel sobre las formas de organización de la actividad conjunta entre profesora y estudiantes en una UD específica. Sin embargo, el análisis de los mecanismos de influencia educativa requiere de una profundización en otro nivel de análisis más micro de los mensajes intercambiados a lo largo de la UD.

Aunque no se propuso como meta de esta investigación, en el transcurso se hizo evidente la necesidad de un análisis a la construcción colaborativa de significados y de atribución de sentido que profesora y estudiantes debían seguir. Se visibiliza la necesidad de investigar sobre el aprendizaje colaborativo para la enseñanza y el aprendizaje de la química en estudiantes universitarios que siguen esta carrera y sobre la construcción colaborativa en entornos educativos bimodales.

Se entiende que para seguir profundizando en el análisis de la interactividad, de los mecanismos de influencia educativa, de la construcción colaborativa de conocimiento y de la práctica educativa, es relevante ampliar la investigación a nuevas situaciones de enseñanza y aprendizaje de la química con la mirada centrada en los procesos que subyacen la actividad conjunta de profesor y estudiantes que comporta el análisis de la interactividad, a situaciones de enseñanza y aprendizaje que se desarrollan en procesos más extensos de tiempo, en una variedad más amplia de situaciones y enfocadas a la comprensión de la evolución de las formas de construcción colaborativa del conocimiento.

En el caso de esta investigación, el desarrollo de la UD con apoyo de TIC no permitió su aprovechamiento como mediadoras de la organización de la actividad conjunta que desarrollaron la profesora y los estudiantes. Desde la planeación de la UD, mediante el diseño tecnopedagógico, es posible incluir las TIC como herramientas potenciadoras de la interactividad y, desde la ejecución, promover su uso adecuado; para lo cual es debido un conocimiento profundo de los estudiantes a quienes va dirigido y una indagación previa de los aspectos que podrían afectar un correcto uso pedagógico de las TIC, considerando cómo influenciarán las relaciones entre estudiantes, profesor y contenidos.

BIBLIOGRAFÍA

AYRES, C. y ARROIO, A. Um simulador aplicado ao estudo de interações intermoleculares. En: *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, 2009. pp. 2452-2457 Disponible en: <http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-2452-2457.pdf>

BARAK, Miri & HUSSEIN-FARRAJ, Rania. Computerized Molecular Modeling as Means for Enhancing Students' Understanding of Protein Structure and Function. En: Barak M, Hussein-Farraj R (2009). Computerized Molecular Modeling. Proceedings of Chais Conference on Instructional Technologies Research, In Eishet-Alkali Y, Caspi A, Eden S, Geri N, Yair Y (eds) Learning in Technological Era. p. 14- 19.

BARBERA, E. Aprender e-learning. Barcelona: Paidós Ibérica, 2008. 97 p.

BERKLEY, Elizabeth F.; CROSS, K. Patricia y MAJOR, Claire Howell. Técnicas de aprendizaje colaborativo. Manual para el profesorado universitario. Madrid: Ediciones Morata, 2007. 234 p.

BOULABIAR, Ahlem; BOURAOUI, Kamel; CHASTRETTE, Maurice & ABDERRABBA, Manef. A historical analysis of the Daniell cell and electrochemistry teaching in French and Tunisian textbooks. En: Journal of chemical education. Vol. 81, N° 5, mayo 2004.

CARAMELA, Neusa J. C. y PACCA, Jesuína L. A. Concepções alternativas em eletroquímica e circulação da corrente elétrica. En: Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Vol. 28, N° 1, abril de 2011, p. 7-26

CARPENTER, Suzanne R. & MCMILLAN, Tim. Incorporation of a Cooperative Learning Technique in Organic Chemistry. En: Journal of chemical education. Vol. 80 N° 3, Marzo 2003 .p. 330-332

CARREÓN GUTIERREZ, C. A.; CASTILLO CAMACHO, G. Y ALONSO CRUZ, R. D. Importancia de la aplicación de la didáctica en la ciencia electroquímica. En: XXV Congreso de la Sociedad Mexicana de Electroquímica y 3rd Meeting of the Mexican Section ECS. 31 mayo- 4 de junio de 2010. Zacatecas, México.

COLE, Renée S. & TODD, John B. Effects of Web-Based Multimedia Homework with Immediate Rich Feedback on Student Learning in General Chemistry. En: Journal of chemical education. Vol. 80, N°11, Noviembre 2003. p. 1338-1343

COLL, C., MAURI, T. y ONRUBIA, J. El análisis de los procesos de enseñanza y aprendizaje mediados por las TIC: una perspectiva constructivista. En: BARBERÁ, E.; MAURI, T. Y ONRUBIA, J (coords.) Cómo valorar la calidad de la

enseñanza basada en las TIC. Pautas e instrumentos de análisis. Barcelona: Graó, 2008. p. 47-60. ISBN 978-84-7827-530-4

COLL, C.; MAURI, T y ONRUBIA, J. La utilización de las tecnologías de la información y la comunicación en la educación: del diseño tecno-pedagógico a las prácticas de uso. En: COLL, C Y MONEREO, C. (Comps.) Psicología de la educación virtual. Madrid: Morata. 2008. 74-99 p.

COLL, C.; MAURI, T. y ONRUBIA, J. Análisis y resolución de casos-problema mediante el aprendizaje colaborativo. En: BADIA, A. (coord.). Enseñanza y aprendizaje con TIC en la educación superior [Monográfico en línea]. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento. Vol. 3 N° 2. Octubre de 2006. p. 29-39. ISSN 1698-580X.

COLL, C.; MAURI, T.; ONRUBIA, J. Análisis de los usos reales de las TIC en contextos educativos formales: una aproximación socio-cultural. En: Revista electrónica de investigación educativa, 2008. Vol 10 No. 1. Barcelona.

COLL, C.; ONRUBIA, J. y MAURI, T. Ayudar a aprender en contextos educativos: el ejercicio de la influencia educativa y el análisis de la enseñanza. En: Revista de educación No. 346. [En línea] Mayo-Agosto 2008. España. p. 33-70 [Citado 29 septiembre de 2009] Disponible en: <http://www.revistaeducacion.mec.es/re346.htm>

COLL, César y MARTÍ, Eduardo. La educación escolar ante las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación. En: COLL, C; PALACIOS, J. Y MARCHESI, A. (Comps.) Desarrollo psicológico y educación, 2. Psicología de la educación escolar. 2 ed. Madrid: Alianza Editorial, 2007. p. 623-651.

COLL, César y MARTÍN, Elena. La evaluación del aprendizaje en el currículum escolar: una perspectiva constructivista. En: COLL, César, *et. al.* El constructivismo en el aula. Ed 9. Barcelona, Graó, 1999. p. 163-183

COLL, César, *et al.* Actividad conjunta y habla: una aproximación al estudio de los mecanismos de influencia educativa. En: Infancia y Aprendizaje. 1992, no. 59-60. p. 189-232. ISSN 0210-3702.

COLL, César, *et al.* Evaluación continua y ayuda al aprendizaje. Análisis de una experiencia de innovación en educación superior con apoyo de las TIC. En: Revista electrónica de investigación psicoeducativa, N° 13 Vol 5 (3), 2007. ISSN 1696-2095. p. 783-804

COLL, César, *et. al.* El constructivismo en el aula. Ed. 9. Barcelona: Graó, 1999.

COLL, César. Constructivismo y educación: la concepción constructivista de la enseñanza y del aprendizaje. En: COLL, C; PALACIOS, J. Y MARCHESI, A. (Comps.) Desarrollo psicológico y educación, 2. Psicología de la educación escolar. 2 ed. Madrid: Alianza Editorial, 2007. p. 157-186

COLL, César. Lenguaje, actividad y discurso en el aula. En: COLL, C; PALACIOS, J. Y MARCHESI, A. (Comps.) Desarrollo psicológico y educación, 2. Psicología de la educación escolar. 2 ed. Madrid: Alianza Editorial, 2007. p. 387-413

COLL, César. Psicología de la educación y prácticas educativas mediadas por las tecnologías de la información y la comunicación: Una mirada constructivista. Sinéctica, 25. [en línea]. 2004. Disponible en: http://portal.iteso.mx/portal/page/portal/Sinectica/Historico/Numeros_antteriores05/025. [Consultado en junio 3 de 2008]

COLOMINA, R.; ONRUBIA, J. Y ROCHERA, M. J. Interactividad, mecanismos de influencia educativa y construcción del conocimiento en el aula. En: COLL, C; PALACIOS, J. Y MARCHESI, A. (Comps.) Desarrollo psicológico y educación, 2. Psicología de la educación escolar. 2 ed. Madrid: Alianza Editorial, 2007. p. 437-458.

COLOMINA, Rosa y ONRUBIA, Javier. Interacción educativa y aprendizaje escolar: la interacción entre alumnos. En: COLL, C; PALACIOS, J. Y MARCHESI, A. (Comps.) Desarrollo psicológico y educación, 2. Psicología de la educación escolar. 2 ed. Madrid: Alianza Editorial, 2007. p. 415-435.

CUBERO, R. y LUQUE, A. Desarrollo, educación y educación escolar: la teoría sociocultural del desarrollo y del aprendizaje. En: COLL, C; PALACIOS, J. Y MARCHESI, A. (Comps.) Desarrollo psicológico y educación, 2. Psicología de la educación escolar. 2 ed. Madrid: Alianza Editorial, 2007. p. 137-155.

DAZA PÉREZ, Erika P. *et al.* Experiencias de enseñanza de la química con el apoyo de las TIC. En: Educación Química. Julio 2009. p. 320-329

DE LA PLAZA, Maria de los Ángeles, IZQUIERDO, Maria Cruz, PERAL, Fernando y TROITIÑO, Maria Dolores. Aspectos didácticos de la electroquímica en relación con el medio ambiente. En: PINTO CAÑÓN, Gabriel (editor). Didáctica de la física y la química en los distintos niveles educativos. Sección de Publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, 2005. P. 313-320

DO NASCIMENTO, Fábio Batista; BARRO, Mario Roberto; ELLENA; Javier y LINHRES QUEIROZ, Salete. Estudo das qualidades pedagógicas dos programas ConQuest e Mercury no Ensino Superior de Química. En: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias. Vol. 7, N° 3, 2007. P. 658-680

ENGEL ROCAMORA, Anna. Construcción del conocimiento en entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje. La interrelación entre los procesos de colaboración entre alumnos y los procesos de ayuda y guía del profesor. Tesis doctoral. Barcelona: Universidad de Barcelona. Departamento de psicología evolutiva y de la educación, 2008. Consultado el 13 de noviembre de 2009 en: http://www.tesisexarxa.net/TESIS_UB/AVAILABLE/TDX-0123109-115623//Anna_Engel_Tesis_08.pdf

FONSECA E TRINDADE, Jorge. Improving Physics learning with virtual environments: an example on the phases of water. En: Interactive Educational Multimedia, Number 11 (October 2005), p. 212-226 Disponible en: <http://www.ub.es/multimedia/iem>

GALÁN GIRÓ, Angels. Anàlisi de documents audiovisuals des de la didàctica de la química. Tesis doctoral. Barcelona: Universidad de Barcelona. Filosofía y ciencias de la educación, 2005.

GARCIA-MILÀ, Mercé. La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias físiconaturales: una perspectiva psicológica". En: COLL, C; PALACIOS, J. Y MARCHESI, A. (Comps.) Desarrollo psicológico y educación, 2. Psicología de la educación escolar. 2 ed. Madrid: Alianza Editorial, 2007. p. 527-548.

GIORDAN, Marcelo y GOIS, Jackson. Entornos virtuales de aprendizaje en química: una revisión de la literatura. En: Educación química. Julio de 2009. P. 301-313.

GIORDAN, Marcelo y GÓIS, Jackson. Telemática educacional e ensino de química: consideracoes em torno o desenvolvimento de um constructor de objetos moleculares. En: Revista latinoamericana de tecnología educativa. Vol. 3 N° 2. p. 41-59

GIORDAN, Marcelo. O computador na educação em ciências: breve revisão crítica acerca de algumas formas de utilização. En: *Ciência & Educação*, v. 11, n. 2, 2005. p. 279-304

GIORDAN, Marcelo. Tutoring through the internet: how students and teachers interact to construct meaning. En: International Journal of Science Education v. 26, n. 15, 2004. p. 1875-1894

GÓMEZ MOLINÉ, Margarita. Algunos factores que influyen en el éxito académico de los estudiantes universitarios en el área de química. Tesis doctoral. Departamento de didáctica de las matemáticas y de las ciencias experimentales. Bellaterra: Universidad Autónoma de Barcelona, 2003

HOLDER, Grant N. Teaching Students to Use Electrochemistry as a Probe of Molecular Behavior. En: Journal of chemical education. Vol. 76, N° 11, 1999. P. 1478-1479

JIMÉNEZ VALVERDE, Gregorio y LLITJÓS VIZA, Anna. Producción cooperativa de materiales hipermedia en espacios compartidos de trabajo: un caso de enseñanza de la Química. En: Revista Iberoamericana de Educación. ISSN: 1681-5653

JIMÉNEZ VALVERDE, Gregorio y LLITJÓS VIZA, Anna. Cooperación en entornos telemáticos y la enseñanza de la química. En: Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias. Vol. 3 N° 1, 2006. p. 115-133. ISSN: 1697-011X

JIMÉNEZ VALVERDE, Gregorio y LLITJÓS VIZA, Anna. Una revisión histórica de los recursos didácticos audiovisuales e informáticos en la enseñanza de la química. En: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias. Vol. 5 N° 1, 2006

LAMAS, María L. ; MASSIÉ, Ana I. y QUERO, Edmundo D. Implementación de un aula virtual bajo la modalidad mixta: El Caso de Química Agrícola en la Universidad Nacional de Salta. En: Formación Universitaria. Vol. 3, N° 4, 2010. P. 3-12

MACEIRAS, Rocío; CANCELA, Ángeles y GOYANES, Vicente. Aplicación de Nuevas Tecnologías en la Docencia universitaria. En: Formación universitaria. Vol. 3, N° 1, 2010. P. 21-26

MARTINEZ SOTO, Ángel Pascual y MARTÍNEZ CERÓN, Ginés. La Unidad Didáctica en E. primaria: Elaboración y diseño. Madrid, Editorial Bruño, 1995. 248 p.

MATUTE PADRÓN, Saida; PÉREZ PEÑA, Léxida y DÍ'RACCO VERA, Lucia. Estudio comparativo de la resolución de problemas en el rendimiento estudiantil en el contenido de electroquímica. En: Revista electrónica Actualidades investigativas en educación. Vol. 9, N° 1, 2009. ISSN 1409-4703 p. 1-17

MAURI, Teresa. y ONRUBIA, Javier. Dimensiones e indicadores de la calidad de los procesos formativos en línea: pautas para el análisis. En: BARBERÁ, E.; MAURI, T. Y ONRUBIA, J (coords.) Cómo valorar la calidad de la enseñanza basada en las TIC. Pautas e instrumentos de análisis. Barcelona: Graó, 2008. p. 99-145. ISBN 978-84-7827-530-4

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Proyectos estratégicos de la Revolución Educativa. [Actualizado el 27 de marzo de 2007]. Disponible en: <http://www.mineduacion.gov.co/1621/article-89276.html>

MOREIRA, M. A. Investigación en educación en ciencias: Métodos cualitativos. En: Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias. Universidad de Burgos, Departamento de Didácticas Específicas. Burgos, 2002. Consultado el 14 de noviembre de 2009 en: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/metodoscualitativos.pdf>

ONRUBIA, J.; COLOMINA, R. y ENGEL, A. Los entornos virtuales de aprendizaje basados en el trabajo en grupo y el aprendizaje colaborativo. En: COLL y MONEREO. Psicología de la educación virtual. Madrid: Morata, 2008.

ONRUBIA, Javier, *et al.* Del diseño tecnopedagógico y el análisis de la práctica educativa al desarrollo tecnológico: retos para la mejora de Moodle. V Congreso

MoodleMoot'06. Tarragona (España). Consultado el 13 de noviembre de 2009 en: <http://tecnologiaedu.us.es/moodlemoot/pdf/ccoll.pdf>

ONRUBIA, Javier. Aprender y enseñar en entornos virtuales: actividad conjunta, ayuda pedagógica y construcción del conocimiento En: Revista de Educación a Distancia. Monográfico II.- Diseño, Evaluación y Descripción de Contenidos Educativos Reutilizables (I). Febrero 2005. Consultado el 12 de noviembre de 2009 en: http://www.um.es/ead/red/M2/conferencia_onrubia.pdf

ONRUBIA, Javier. Enseñar: crear Zonas de Desarrollo Próximo e intervenir en ellas. En: COLL, César, *et. al.* El constructivismo en el aula. Ed 9. Barcelona, Graó, 1999. p. 101-124

ORGANIZACIÓN DE ESTADOS IBEROAMERICANOS (2009). Metas educativas 2021: La educación que queremos para la generación de los bicentenarios. Disponible en: <http://www.oei.es/metas2021/>

PENCE, Laura E. Cooperative Electronic Mail: Effective Communication Technology for Introductory Chemistry. En: Journal of chemical education. Vol. 76 N° 5, mayo 1999. p. 697-698

PINTO CAÑÓN, Gabriel. Ejemplos de la vida cotidiana para el aprendizaje de la química: valoración por alumnos universitarios. En: Anales de la Real Sociedad Española de Química. Segunda época Abril-Junio 2004. P 37-43

PINTO CAÑÓN, Gabriel; CHÁVEZ FLORES, Arturo; YUNQI, Liu y XU, Jianing. Estrategias educativas centradas en los alumnos para el aprendizaje de química en niveles universitarios. En: Anales de la Real Sociedad Española de Química. Segunda época Julio-Septiembre, 2005. P 37-43

PINTO CAÑÓN, Gabriel; ESCUDERO GONZÁLEZ, Pilar y MARTÍN SÁNCHEZ, Manuela. Aportaciones sobre el aprendizaje activo de la química. En: Anales de la Real Sociedad Española de Química. Vol 104 N° 3, 2008. p. 211-214

POZO, Juan Ignacio, *et al.* Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química. Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia, 1991.

POZO, Juan Ignacio. y GÓMEZ, Miguel Angel. Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Quinta edición. Madrid: Ediciones Morata, 2006.

PROSZEK, Roberta y FERREIRA, Maira. Enseñanza de la química en ambientes virtuales: blogs. En: Formación universitaria. Vol. 2 N° 6, 2009

RASO, Miguel Ángel, *et. al.* Materiales para la enseñanza virtual de la química: una práctica de laboratorio. En: PINTO CAÑÓN, Gabriel (editor). Didáctica de la física y la química en los distintos niveles educativos. Sección de Publicaciones de

la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, 2005. p. 247-250

RUEDAS RAMA, M. J. *et al.* Aplicación de nuevas metodologías de la información y la comunicación (TIC) a la enseñanza práctica de física aplicada y fisicoquímica. En: *Ars Pharmaceutica*. Vol. 51 suplemento 2. p. 543-550. ISSN: 0004-2927

RUNO, James R. & PETERS, Dennis G. Climbing a Potential Ladder to Understanding Concepts in Electrochemistry. En: *Journal of chemical education*. Vol. 70, N° 9, septiembre, 1993.

SANGER, Michael J. & GREENBOWE, Thomas J. Students' Misconceptions in Electrochemistry: Current Flow in Electrolyte Solutions and the Salt Bridge. En: *Journal of chemical education*. Vol. 74, N° 7, Julio 1997.

SANTOS RODAS, Rosario Margarita. Aplicación de un diseño metodológico basado en el aprendizaje activo y el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación, para la enseñanza de la electroquímica y sus aplicaciones en el nivel secundario. Tesis para optar al título de Magíster en la enseñanza de la química. Pontificia Universidad Católica de Perú. Lima, 2004

SIERRA, J.; BOSQUE, J.; GARCÍA, A.; BLANC, R.; DEL, M.; GÁMIZ, L. y ALÉS, F. Aprendizaje de procesos analíticos mediante clases prácticas con laboratorios virtuales. En: *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, 2009. p. 2466-2470 Disponible en: <http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-2466-2470.pdf>

SOLÉ, Isabel. Disponibilidad para el aprendizaje y sentido del aprendizaje. En: COLL, César, *et. al.* *El constructivismo en el aula*. Ed 9. Barcelona, Graó, 1999. p. 25-46

UNESCO. Las tecnologías de la información y la comunicación en la formación docente: Guía de planificación. 2004. Montevideo: Ediciones Trilce.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA. Guía metodológica para el diseño y rediseño de programas académicos de la Universidad tecnológica de Pereira. Lineamientos generales. Consultado el 13 de noviembre de 2009 en: http://www.utp.edu.co/php/ViceAcad/docsFTP/Guia_Metodologica.pdf

VASINI, Enrique Julio y DONATI, Edgardo Rubén. Uso de analogías adecuadas como recurso didáctico para la comprensión de los fenómenos electroquímicos en el nivel universitario inicial. En: *Enseñanza de las ciencias*. Vol. 19, N° 3, 2001. p. 471-477

VERA, Maria I.; MONTIEL, Graciela M.; STOPPELLO, Marta G. y GIMÉNEZ, Liliana I. Aprendiendo electroquímica, un estudio comparativo. En: *Avances en ciencias e ingeniería*, Vol. 2, N° 2, 2011. ISSN 0718-8706. p. 131-139

YIN, R. K. Case study methods. En: J.L. Green, G. Camilli, P. B., Elmore (Eds), Handbook of complementary methods in education research. Mahwah, NJ: Erlbaum, 2006. p. 111-122.

ZABALA VIDIELLA, Antoni. La práctica educativa. Cómo enseñar. Ed. 17. Barcelona: Graó, 2007. ISBN 978-84-7827-125-2

ZABALA, Antoni. Los enfoques didácticos. En: COLL, César, *et. al.* El constructivismo en el aula. Ed 9. Barcelona, Graó, 1999. p. 125-162

ANEXOS

Anexo A. Diseño tecnopedagógico de la Unidad Didáctica Principios de electroquímica

Anexo B. Formato para los autoinformes docentes

Anexo C. Formato del cuestionario inicial para estudiantes

Anexo D. Formato del cuestionario final para estudiantes