



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROFESORADO EN QUÍMICA

SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

Título: ESTILOS DE APRENDIZAJE Y ACTITUDES EN ESTUDIANTES DE QUÍMICA DE 5^{T0} AÑO DE LA ESCUELA SECUNDARIA: un estudio de caso sobre alcoholes y sus propiedades con el software ACD/ChemSketch.

Autora: Orocito Mariel A. Leg. N° 95944

Director: Mg. Prof.: Salica Marcelo A.

Neuquén, octubre de 2023

Agradecimientos

Agradezco a todas las personas que han contribuido de manera significativa a la realización de este trabajo de investigación.

En primer lugar, quiero expresar mi gratitud a mi director, Mg. Prof. Marcelo Salica, por su orientación experta, su paciencia y su dedicación. Sin su guía y consejos este proyecto no habría sido posible.

También agradezco de manera especial a mis padres, Elida y Cosme, por su apoyo constante y su confianza, que me han impulsado a seguir adelante.

Además, quiero reconocer a todos los docentes que me han acompañado a lo largo de mi trayectoria académica y cada uno ha contribuido a mi crecimiento.

Finalmente, a todos aquellos que de una u otra manera han influido en mi formación y en la realización de este trabajo, les expreso mi sincero agradecimiento.

¡Gracias!

Mariel Orocito.

Resumen

En este trabajo, el objetivo principal es explorar y evaluar los efectos de una intervención tecnopedagógica que utiliza el software ACD/ChemSketch, un sistema dinámico de modelización y simulación digital. Esta intervención tiene como propósito fortalecer el aprendizaje de alcoholes y sus propiedades en estudiantes de quinto año de la escuela secundaria. Además, se realiza una caracterización de los estilos de aprendizaje y las actitudes de los estudiantes, evaluando cómo estos factores influyen en las ideas científicas que adquieren antes y después de la utilización del software de modelización. Este análisis se lleva a cabo mediante métodos cualitativos y cuantitativos. Los resultados obtenidos evidencian que la enseñanza a través del modelizador favorece el desarrollo de la capacidad de visualización tridimensional de los estudiantes de quinto año, permitiendo mejorar la comprensión de las estructuras de los alcoholes y sus propiedades. También se constata que la intervención tecnopedagógica produce resultados positivos y mejoras en sus actitudes hacia los diversos aspectos de la ciencia abordados en este trabajo.

De esta manera, se pueden aprovechar estos resultados para promover el uso de la tecnología, especialmente los modelizadores, con el fin de fortalecer tanto la enseñanza como el aprendizaje de la química en este ámbito escolar.

Palabras Claves: estilos de aprendizaje, actitudes, modelización, alcoholes y sus propiedades, educación secundaria.



Atribución – No Comercial (by-nc): Se permite la generación de obras derivadas siempre que no se haga con fines comerciales. Tampoco se puede utilizar la obra original con fines comerciales. Esta licencia no es una licencia libre. Las obras derivadas deben citar correctamente la obra original.

Contenido

Agradecimientos.....	2
Resumen.....	3
Índice de Tablas.....	6
Índice de Figuras.....	7
Lista de Ilustraciones.....	8
INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO 1.....	11
ANTECEDENTES Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	11
Los modelizadores moleculares.....	12
Los estilos de aprendizaje.....	14
Desafío y oportunidades de las tecnologías de la información y comunicación.....	17
Desafíos vinculados con la enseñanza del tema alcoholes y sus propiedades.....	18
Objetivo General.....	19
Objetivos específicos.....	19
CAPÍTULO 2.....	20
MARCO CONCEPTUAL.....	20
El Conocimiento Tecnológico Pedagógico Disciplinar.....	20
La modelización por medio de las TIC.....	22
Los estilos de aprendizaje y las actitudes.....	23
CAPÍTULO 3.....	25
FUNDAMENTOS E INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
Fundamentos.....	25
Instrumento 1: secuencia de aprendizaje tecnopedagógico.....	28
Instrumento 2: cuestionario de evaluación de las actitudes.....	28
Instrumento 3: cuestionario de estilos de aprendizaje.....	31
Instrumento 4: entrevista de autoevaluación-autorregulación metacognitiva.....	34
Procedimiento de análisis cuantitativo.....	34
Cuestionario de Opinión Ciencia, Tecnología, Sociedad: COCTS.....	34
Cuestionario de estilos de aprendizaje.....	35
Procedimiento de análisis cualitativo.....	35
Procedimiento de análisis mixto.....	36
CAPÍTULO 4.....	38
SECUENCIA DIDÁCTICA TECNOPEDAGÓGICA.....	38
Fundamentación.....	38
Enfoque actual del tema.....	41

Caracterización del contexto educativo y del encuadre curricular	41
Objetivos Generales	42
Contenidos.....	42
Evaluación.....	44
Descripción de la organización áulica.....	45
Secuencia de actividades.....	45
CAPÍTULO 5.....	57
ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	57
5.1) Característica del grupo de estudio	57
5.2) Análisis y resultados del inventario de estilos de aprendizaje	59
5.3) Análisis y resultados del COCTS y los EA.....	59
Interacción Ciencia y Tecnología.....	62
Comunicación científica.....	63
Modelos científicos	64
Paradigmas y coherencia de conceptos	64
5.4) Análisis y resultados del cuestionario de ideas iniciales y entrevista final de autoevaluación.....	67
5.5) Análisis y resultados del análisis mixto	76
CAPÍTULO 6.....	79
CONCLUSIONES.....	79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86

Índice de Tablas

Tabla 1. Software de modelado y los temas aplicados	13
Tabla 2. Momentos de aplicación de los instrumentos y técnicas/estrategias de obtención de datos	27
Tabla 3. Contenido de los cuatro cuestionarios: 10413, 70321, 90211, 91121.....	29
Tabla 4. Cuestionario de estilos de aprendizaje	33
Tabla 5. Modelo de tabla de datos para el análisis de los EA	35
Tabla 6. Modelo de tabla de datos	36
Tabla 7. Resumen de pruebas de hipótesis	60
Tabla 8. Resultados del COCTS pretest y post-test.....	60
Tabla 9. Chi-cuadrado y estilos de aprendizaje y pre-COCTS.....	61
Tabla 10. Chi-cuadrado y estilos de aprendizaje y post-COCTS	61
Tabla 11. Cambios de las actitudes en función de los estilos de aprendizaje.....	62
Tabla 12. Comparación de los EA -IAG - Entrevista.....	76

Índice de Figuras

Figura 1. Evolución de los modelos de aprendizaje, Sanmartí (2022).....	39
Figura 2. Gráfico de barras para la edad del grupo de estudiantes.....	57
Figura 3. Gráfico de prueba de normalidad.....	58
Figura 4. Gráfico de barras de los estilos de aprendizaje identificados.....	59
Figura 5. Contraste de resultados entre los subtemas del COCTS y los EA.....	65
Figura 6. Respuestas ideas iniciales versus autoevaluación de la actividad 1.a (izquierda) y 1.b (derecha).....	68
Figura 7. Respuestas ideas iniciales versus autoevaluación de la actividad 2.a (izquierda), 2.b (centro) y 2.c.(derecha).....	70
Figura 8. Respuestas ideas iniciales versus autoevaluación de la actividad 2.d (izquierda) y 2.e.(derecha).....	74

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Botella comercial de alcohol etílico.

Ilustración 2. Etiqueta comercial.

Ilustración 3.A) Referencia: Carbono (negro); Hidrógeno (Blanco); Oxígeno (Rojo).

Ilustración 3.B) Referencia: Carbono (negro); Hidrógeno (Blanco); Oxígeno (Rojo).

Ilustración 4.A) Referencia: Carbono (Celeste); Hidrógeno (Blanco); Oxígeno (Rojo).

Ilustración 4.B) Referencia: Carbono (Celeste); Hidrógeno (Blanco); Oxígeno (Rojo).

Ilustración 4.C) Referencia: Carbono (Celeste); Hidrógeno (Blanco); Oxígeno (Rojo).

INTRODUCCIÓN

En este trabajo de investigación el objetivo principal consiste en explorar y conocer los efectos de una intervención tecnopedagógica mediada por el software Advanced Chemistry Development – ChemSketch o ACD/ ChemSketch como sistema dinámico de modelización - simulación digital, para el aprendizaje de los compuestos orgánicos, alcoholes y sus propiedades, en estudiantes de quinto año de la escuela secundaria.

Se reconoce que los alcoholes tienen incidencia tanto en la salud como en la industria, y se busca desde la perspectiva Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), fomentar el interés de los estudiantes al vincular la ciencia con la tecnología y los aspectos cotidianos. Además, se busca reconocer la relevancia de la educación para concientizar y promover las decisiones relacionadas con el consumo de alcohol responsable.

La metodología que se utiliza en este trabajo es de tipo mixta, dado que los estilos de aprendizaje y las actitudes son un tema complejo de analizar. Por lo tanto, se emplean métodos cualitativos y cuantitativos. Para la recopilación de información, los estudiantes desarrollan las actividades de una secuencia de aprendizaje tecnopedagógica, completan el test de estilos de aprendizajes, responden el Cuestionario de opinión Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS), y participan en la entrevista de autoevaluación - autorregulación cognitiva.

Este trabajo se divide en varios capítulos, en los cuales se detallan:

En el capítulo uno se abordan los antecedentes del uso de distintos modelizadores en la química, se exploran los estilos de aprendizaje en diferentes niveles educativos y se presentan los objetivos de esta investigación.

En el capítulo dos se desarrollan los contenidos conceptuales referidos a este tema de investigación.

En el tercer capítulo se abordan los fundamentos e instrumentos utilizados para la recolección de datos y posterior análisis.

En el capítulo cuatro se expone la secuencia tecnopedagógica con las distintas actividades realizadas por los estudiantes.

Finalmente, en el capítulo cinco se analizan detenidamente los resultados, culminando con la conclusiones en el capítulo seis.

Se deben tener en cuenta algunas limitaciones en este estudio. En primer lugar, la duración de la investigación fue breve y se limita a un grupo de 25 estudiantes del curso seleccionado. Además, es importante destacar que no se inicia un grupo control en el que los estudiantes no utilizan el modelizador, lo que podría proporcionar otras comparaciones. Otra limitación está relacionada con el enfoque específico de los contenidos abordados en el estudio, que se centra en aspectos particulares de los alcoholes, como el punto de ebullición y la solubilidad, y su relación con las estructuras tridimensionales generadas con el modelizador. Además, la aplicación práctica se orienta específicamente a la elaboración de bebidas alcohólicas, lo que deja de lado un enfoque más completo sobre el tema de los alcoholes y las capacidades del modelizador. Esto se debe, en parte, a las limitaciones de tiempo impuestas por el contexto escolar.

Este estudio introduce un enfoque novedoso para las clases de química en la escuela secundaria, mediante la utilización de un software de acceso libre y gratuito, ACD/ChemSketch. Esta herramienta tiene el potencial de simplificar la comprensión de conceptos abstractos y de las estructuras moleculares, ofreciendo así una perspectiva innovadora en la enseñanza de la química.

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la presente sección se desarrollan algunos antecedentes específicamente seleccionados sobre el uso de software de modelado en química, dado que son escasas las instituciones educativas que integran estos recursos más allá del contenido disciplinar. Se realiza una descripción y caracterización sobre el tema en los niveles educativos secundario y universitario, pero con un enfoque en el primero. De esta manera el análisis de los estudios previos permite dar cuenta de los conceptos disciplinares y los tipos de software utilizados para su enseñanza, también llamados modelizadores moleculares.

El uso de los modelizadores moleculares poseen características interactivas multimodales, para ello se presenta la información en múltiples canales de comunicación, principalmente el visual. La interacción humano-computadora ofrece una interfaz flexible y eficiente que permite a las personas transmitir e interactuar con la información de diferentes modos, tales como el habla, la escritura a mano y su edición digital, la gestualidad y la visualización en diferentes dimensiones. Estos modos de interacción son entendidos como canales de comunicación y promueven determinados estilos de aprendizaje (EA) visual, auditivo y kinestésico, también llamados estilos cognitivos¹. En este sentido, es necesario que los investigadores adapten el paradigma de la interacción en relación con el entorno de trabajo. En este caso, este estudio tiene el particular interés de conocer cómo se adecuan los estilos de aprendizaje de los estudiantes del nivel secundario con el software de modelización y, de ese modo, evitar un exceso informativo en los canales de comunicación. Es por ello por lo que en la presente sección se desarrollan los antecedentes conceptuales sobre los estilos de aprendizaje.

¹ En este trabajo, se utilizarán las categorías estilos de aprendizaje o estilos cognitivos de manera indistinta.

Los modelizadores moleculares

El uso de diferentes modelizadores moleculares para el aprendizaje de la química, se ha utilizado en varias investigaciones y es promovido en distintos niveles de educación, principalmente universitario (Marzocchi et al., 2012; Torres Quesada et. al.; 2017). Estos tipos de software tienen la ventaja de proporcionar la visualización en tres dimensiones (3D), lo que permite una mejor representación de la estructura tridimensional de las moléculas. Esta característica posibilita una mejor comprensión de las propiedades físicas y químicas de las estructuras representadas. El modelo más sencillo, representa cada elemento químico mediante átomos esféricos de tamaño y color característicos y los enlaces atómicos mediante barras cilíndricas; comúnmente, estos modelos se denominan de bolas y varillas.

En algunos casos de estudio, como el realizado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Litoral, se introduce en las prácticas académicas un software denominado Gabedit, basado en una interfaz gráfica con un avanzado constructor de moléculas que permite un rápido bosquejo de estas, permitiendo examinar las estructuras en 3D y guardarlas en varios formatos. Dispone de herramientas para editar, visualizar, analizar, convertir y animar variados tipos de moléculas.

Posteriormente, se introduce el software Jmol, que permite la animación con visión estereoscópica utilizando lentes 3D. Está diseñado para construir y animar modelos moleculares tridimensionales e incluye un visor Java de código abierto para estructuras químicas en tres dimensiones, con prestaciones para compuestos químicos, cristales, materiales y biomoléculas. Consiste en una miniaplicación interactiva para el navegador web, es libre, gratuita y disponible en castellano. Se utiliza en varias asignaturas como, química inorgánica y química orgánica de las carreras de Licenciatura en Química; el software muestra estructuras en 3D del ADN y, en general, se utiliza para el modelado de moléculas orgánicas.

Los resultados obtenidos son satisfactorios, ya que los estudiantes pueden percibir una excelente sensación de tridimensionalidad al visualizar modelos moleculares digitales 3D con opción activada de giro y visión estereoscópica con lentes 3D. Estos logros configuran un hecho de alto impacto en todas las actividades de docencia, lo que

potencia diversas iniciativas de actualización, perfeccionamiento, aplicación y desarrollo de estas herramientas (Marzocchi et al., 2012).

También se han utilizado otros programas, como Avogadro para visualizar y construir moléculas. En este caso, un estudio realizado en la Universidad Arturo Prat (Chile) en la asignatura química general y orgánica para primer año de odontología demostró que los estudiantes lograron visualizar la quiralidad de carbonos en moléculas con isómeros ópticos, empleando la virtud del programa para realizar modelos de moléculas en 3D (Torres Quesada et al., 2017).

Es importante destacar que, en la escuela preparatoria de la Universidad Autónoma del Estado de México, se llevó a cabo un proyecto de investigación con el programa ACD/ChemSketch en la materia química orgánica. Este software se utilizó para conocer distintos grupos funcionales y aplicarlo en ejercicios de nomenclatura según la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC). Los docentes de este plantel también lo utilizaron para crear material didáctico (Becerril y Chávez, 2013).

En los casos de estudio basados en el uso de software de modelización, estos se emplearon en diferentes disciplinas de la química a nivel universitario. El uso de estos programas en el nivel secundario se limita a experiencias didácticas. Sin embargo, no se encontraron estudios empíricos que den cuenta del uso de estos recursos digitales a nivel primario.

En la siguiente Tabla 1, se sintetiza las aplicaciones más utilizadas antes descritas, el nivel educativo, la disciplina y el tema disciplinar principal.

Tabla 1. Software de modelado y los temas aplicados

Software	Nivel educativo	País	Disciplina	Tema
Gabedit	Universitario	Argentina	Química general	Compuestos químicos en general
Jmol	Universitario	Argentina	Química orgánica	ADN y otras moléculas orgánicas.
Avogadro	Universitario	Chile	Química general y orgánica	Isómeros.
ACD/ChemSketch	Medio superior	México	Química orgánica	Compuestos en general y Nomenclatura

Los estilos de aprendizaje

Como se ha apreciado, las diferentes aplicaciones de modelización acercan a los estudiantes la posibilidad de representar las estructuras químicas facilitando su comprensión. Sin embargo, dichas intervenciones se realizan desde un marco normalizador, dejando de lado los efectos de la interacción persona-computadora y la diversidad del aula, de modo que trascienda el mero aprendizaje disciplinar. Los estudios que buscan comprender los efectos de las TIC en el desarrollo de las actitudes en determinados campos disciplinares y en relación con los estilos cognitivos son complejos Area-Moreira (2022). A pesar de ello, su indagación permite comprender las posibilidades que ofrece la diversidad del aula en función de los estilos de aprendizaje que desarrollan los estudiantes y los modos que permite la interfaz digital para transmitir e interactuar con la información.

De esta manera, es necesario conocer los estilos de aprendizaje de los estudiantes, para poder presentarles una propuesta de enseñanza que resulte adecuada a los diferentes canales de comunicación que se presentan en el aula y las características interactivas de los modelizadores. Esto tiene el objetivo de promover un aprendizaje significativo y, de ese modo, evitar un exceso informativo en los canales de comunicación. Cada estudiante durante su vida escolar descubre su preferencia para abordar la forma en la que estudia y aprende, y esta preferencia puede variar con las distintas interacciones o estímulos que se les presentan.

En relación con esto, se encuentran los actuales aportes de la neurodiversidad, donde Singer (1990) focaliza en la importancia que tiene rescatar las diferencias individuales en el funcionamiento del cerebro de cada persona para los procesos de enseñanza. El objetivo de este paradigma es respetar las singularidades de cada estudiante y aprovechar al máximo el potencial que tiene cada uno (Rosler, 2017). Existen diferentes maneras de abordar el concepto de estilos de aprendizaje y es por ello, que se procede a realizar una reseña de cada una elaborada por Castro y Guzmán (2006), para luego explicar algunos trabajos realizados.

Para Kolb (1976) las fortalezas y debilidades que manifiestan los estudiantes durante el proceso de aprendizaje permiten clasificarlos en cuatro categorías:

convergente, divergente, asimilador y acomodador. El estilo convergente busca la aplicación práctica de las ideas y su razonamiento está organizado, pudiendo resolver problemas mediante el razonamiento hipotético deductivo. El estilo divergente se caracteriza por un alto potencial imaginativo y flexibilidad, lo que le permite resolver problemas desde distintas perspectivas. El asimilador posee la facultad de crear modelos técnicos y se interesa por los conceptos abstractos, mientras que el acomodador se enfoca en hacer proyectos, experimentar y adaptarse fácilmente a situaciones nuevas.

Según Witkin (1979), uno de los estilos de aprendizaje se refiere a la dependencia y el otro a la independencia. En el primero caso, el estudiante globaliza, es decir que percibe los estímulos como un todo, mientras el segundo, percibe cada una de las partes y es analítico.

En el caso de Honey y Mumford (1986), proponen cuatro estilos de aprendizaje basados en la forma en que los estudiantes organizan y trabajan. Estos estilos son: activos, teóricos, reflexivos y pragmáticos. Los activos emprenden las actividades con entusiasmo y se involucran en los asuntos de los demás, en cambio, los reflexivos, gustan considerar las experiencias y observarlas desde distintas perspectivas. A su vez, los teóricos adaptan e integran las observaciones dentro de las teorías lógicas y complejas, sin embargo, en los pragmáticos predomina la aplicación práctica de las ideas.

Quiroga y Rodríguez (2002), hacen referencia al estilo de aprendizaje que asumen las personas al resolver problemas, distinguiendo entre impulsivos y reflexivos. Los impulsivos presentan soluciones rápidas a los problemas y los reflexivos son más lentos y dedican tiempo a emitir una respuesta a los problemas.

Y, por último, se tiene en cuenta el concepto de estilo de aprendizaje según Barbe, Swassing y Milone (1999), relacionado con la forma de percepción sensorial que es el que se considera en este trabajo. Esta tiene en cuenta, tres estilos de aprendizaje, ellos son: visual, auditivo y kinestésico. Los visuales son aquellos que perciben y aprenden mejor viendo, manejan fácilmente la información escrita y tienen habilidades para las descripciones. En cambio, el auditivo es aquel que usa la voz y los oídos como canal principal de aprendizaje, recuerdan sonidos; mientras que el kinestésico para poder aprender necesita actuar, hacer productos y proyectos.

Identificar estos canales de comunicación, de percepción o estilos cognitivos es de suma importancia en los procesos de enseñanza y aprendizaje, ya que la labor del docente se optimiza y se pueden tomar decisiones al momento de planificar y ejecutar las estrategias formativas mediadas por las tecnologías de la información y comunicación (Castro y Gusmán, 2006).

En una investigación sobre estilos de aprendizaje realizada en la Educación Secundaria de Cantabria, que involucró a aproximadamente 800 estudiantes, se utilizó el dispositivo Learning Style Profile (LSP) de Keefe y Monk (1990) que diferencia estilos de aprendizaje agrupándolos en habilidades de procesamiento, respuesta inicial a la información verbal y orientaciones y preferencia de estudio. También se diferenció entre el ciclo de Educación Secundaria y el género.

De acuerdo con los resultados obtenidos, los alumnos de Cantabria manifiestan un estilo de aprendizaje dominado por la retención inicial de información para una respuesta visual, es decir, que eligen procesar la información inicialmente viéndola. Respecto a las orientaciones y preferencias ambientales de estudio y enseñanza, aparecen como más persistentes y con estilo de aprendizaje más manipulativo, con preferencia por tareas espaciales en lugar a las verbales. Prefieren estudiar al comienzo de la mañana y durante la tarde. Con respecto al ciclo y al sexo, las diferencias se encuentran en las preferencias ambientales de estudio y de enseñanza, para los cursos más bajos: lugar tranquilo para aprender y motivación del profesor y en los cursos más altos preferencia por aprender con adultos y aprendizaje auditivo (Del Barrio y Gutiérrez, 2000).

En otro estudio, realizado en tres universidades de Arequipa en estudiantes de psicología, se presenta la correlación de los estilos de aprendizaje según el modelo de Kolb con la metacognición y sus tres dimensiones (autoconocimiento, autorregulación y evaluación). En este caso, los resultados de las pruebas aplicadas proporcionan que el estilo de aprendizaje predominante en las tres universidades fue el divergente y que existen altos porcentajes de estudiantes con niveles bajos de metacognición, autoconocimiento, autorregulación y evaluación. Para la Universidad Nacional de San Agustín y Católica de Santa María se hallaron relaciones entre el estilo de aprendizaje convergente y la metacognición. En el análisis de los datos, se indica que no tienen relación los estilos de aprendizaje con la metacognición (Arias Gallegos et al., 2014).

Desafío y oportunidades de las tecnologías de la información y comunicación

En la actualidad, los estudiantes se encuentran asediados por múltiples estímulos multimodales, es decir, por múltiples canales de comunicación y representación. Esta situación expone otro desafío, que, de acuerdo con Morales et al., (2013), las diferencias en la comprensión entre los estudiantes están vinculadas con los estilos de aprendizaje. Es decir, por las preferencias sensoriales (visual, auditiva y kinestésica) en el aprendizaje para la obtención de la información (Gómez et al., 2022). Esto incide en los procesos de abstracción cuando se utilizan sistemas de representación y visualización multimodal. De acuerdo con Gómez (2014), la integración de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), permite el uso de imágenes, como principal forma de representación multimodal. A su vez, la multimodalidad de las TIC origina determinado exceso de información, entendido como carga cognitiva y que deben ser gestionadas de manera adecuada para lograr mejoras en los aprendizajes (Salica, 2019). Dado que las imágenes tienen un importante potencial para la representación mental y desarrollo del lenguaje de las ciencias por medio del software de simulación y modelización, con esto se puede construir y visualizar modelos moleculares en 3D y desarrollar en los estudiantes habilidades para la construcción del conocimiento científico escolar por medio de la modelización digital. Así como estos recursos ofrecen un importante potencial para el desarrollo conceptual de las ideas científicas escolares, también pueden constituirse en barreras para el aprendizaje, por lo que reviste de importancia poder caracterizar e identificar cómo inciden estos softwares de modelización en el aprendizaje de ciertos conceptos de la química y en función de los estilos de aprendizaje de los estudiantes.

A partir de lo anterior, el tema de investigación se focaliza en los estilos de aprendizaje, mediados por sistemas de representación dinámicos multimodal, para el aprendizaje de la química. Los sistemas de representación multimodal como el software ACD/ChemSketch ofrecen una forma sencilla de representar las estructuras de las moléculas mediante la modelización visuoespacial, en tres dimensiones, así los estudiantes pueden avanzar desde la clásica representación en dos dimensiones, a una de tres dimensiones. El potencial de aprendizaje de los estudiantes con sus diferentes estilos y actitudes permiten a los mismos, a través de la modelización dinámica, desarrollar la

capacidad de comprensión de las diferentes estructuras moleculares por medio de la representación visual y fortalecer las habilidades de analizar, resolver problemas, construir y comunicar ideas con sus pares.

Para esto, se ha diseñado e implementado un material tecnopedagógico que integra el software ACD/ChemSketch basado en un contenido específico de química de quinto año de la escuela media, como es, alcoholes y sus propiedades. También se han caracterizado los estilos de aprendizaje, las actitudes de los estudiantes y sus efectos en las ideas científicas escolares adquiridas antes y después del uso del software de modelización mediante un análisis proposicional. Por último, se han analizado y discutido los resultados que permitan fortalecer la enseñanza y aprendizaje de la química mediada por software de modelización.

Desafíos vinculados con la enseñanza del tema alcoholes y sus propiedades

El aprendizaje de la química a nivel microscópico exige que los estudiantes de la escuela media desarrollen habilidades y actitudes propias del pensamiento científico. Esto requiere un alto nivel de abstracción para la comprensión de la disciplina, dado que su mayor desafío se encuentra en que los átomos y moléculas son estructuras pequeñas que los estudiantes no tiene la posibilidad de observar y componen un reto para su comprensión. Para afrontar este problema, se hace necesario el desarrollo de las representaciones mentales, y para ello, resulta necesario reforzar la enseñanza de la química mediante la implementación del software de modelización como el ACD/ChemSketch. El mismo permite generar representaciones tridimensionales de las estructuras moleculares, contribuyendo a la comprensión de los alcoholes y sus propiedades.

Para llevar a cabo esta investigación, se tiene en cuenta la complejidad que presenta la química en cuanto a la visualización de las moléculas, en este caso, orgánicas, y el nivel de abstracción conceptual que se requiere para una comprensión adecuada. A esto se debe sumar los desafíos que representa el uso de un modelizador 3D en relación con los canales de comunicación, el contenido disciplinar y el efecto del uso frecuente de

distintas tecnologías, caracterizadas principalmente por las pantallas (celulares, computadoras, tablet, entre otros dispositivos portátiles.) y de esta manera hacer más representativo el estudio de los alcoholes y sus propiedades en tres dimensiones.

A continuación, se presenta el objetivo general y específicos que orientan la presente investigación:

Objetivo General

El objetivo de este trabajo es explorar y conocer los efectos de una intervención tecnopedagógica mediada por el software ACD/ChemSketch como sistema dinámico de modelización/simulación digital, para el aprendizaje de los alcoholes y sus propiedades, en estudiantes de quinto año de la escuela secundaria.

Objetivos específicos

- Diseñar e implementar un material tecnopedagógico que integra el software ACD/ChemSketch basado en un contenido específico de la química de 5to año de la escuela media: alcoholes y sus propiedades.
- Caracterizar los estilos de aprendizaje, las actitudes de los estudiantes y sus efectos en las ideas científicas escolares adquiridas antes y después del uso del software de modelización mediante un análisis cualitativo y cuantitativo.
- Analizar y discutir los resultados que permitirán fortalecer la enseñanza y aprendizaje de la química mediada por software de modelización.

CAPÍTULO 2

MARCO CONCEPTUAL

En el presente capítulo, se desarrollan los fundamentos y conceptos claves que sostienen el estudio realizado. Para esto se toman en cuenta los aportes de la didáctica de las ciencias naturales y de la tecnología educativa, argumentando sobre la importancia de enseñar con software de modelado y su relación con los estilos de aprendizaje y actitudes.

El Conocimiento Tecnológico Pedagógico Disciplinar

La educación actual se enfrenta con nuevas demandas de aprendizaje continuas, variadas, complejas y en donde las nuevas tecnologías y la teoría del aprendizaje significativo juegan un papel primordial. Así, la educación, se va adaptando a nuevas circunstancias, entornos, metodologías y necesidades (Moreira Sánchez, 2019).

Por lo tanto, las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) permiten aprender en cualquier lugar, momento y circunstancia. Se debe considerar, que las TIC hacen referencia a toda tecnología digital destinada a facilitar la obtención de información y su almacenamiento, a recuperar y transmitir o recibir información electrónica en forma digital, a procesar datos, automatizar trabajos, entre otras actividades posibles (Pintó, 2011).

De esta manera, las tecnologías se convierten en herramientas cada vez más indispensables en las instituciones educativas donde se realizan múltiples funcionalidades, permiten el trabajo colaborativo y logran que el aprendizaje sea significativo. Es decir, que los estudiantes construyen activamente su conocimiento al relacionar la nueva información con sus experiencias previas y establecen conexiones con conceptos ya existentes en su estructura cognitiva. De esta manera, se puede dar sentido al nuevo contenido y las TIC facilitan la colaboración entre los estudiantes en la realización de distintas tareas y proyectos. Es así como las TIC, juegan un papel importante reforzando y transformando las prácticas educativas (Moreira Sánchez, 2019).

Estas herramientas, deben emplearse para permitir que los estudiantes comuniquen e intercambien ideas, construyan conocimiento en forma gradual, resuelvan problemas, mejoren su capacidad de argumentación oral y escrita y generen representaciones multimodales, así como las no lingüísticas, en referencia de lo que han aprendido. Este enfoque de las TIC ayuda a los profesores a apreciar el nivel de comprensión de los estudiantes y también favorece a estos últimos a dirigir su propio aprendizaje. Es por ello, que cobra especial importancia el aprendizaje activo, colaborativo y autónomo (Area-Moreira, 2022).

Es así como, Mishra y Koehler (2006) sostienen que el uso adecuado de la tecnología en la enseñanza requiere el desarrollo de un conocimiento complejo y contextualizado que se denomina Conocimiento Tecnológico Pedagógico Disciplinar o TPACK (por sus siglas en inglés: Technological pedagogical content knowledge). Este constructo no sólo considera tres fuentes de conocimiento por separado: la disciplinar, la pedagógica y la tecnológica, sino que enfatiza en las nuevas formas de conocimiento que se generan en las intersecciones de estos tres conceptos. De esta forma, se puede hablar del conocimiento pedagógico disciplinar, conocimiento tecnológico disciplinar y conocimiento tecnológico pedagógico.

El conocimiento pedagógico disciplinar comprende cómo se organiza y adapta un contenido para ser enseñado. El contenido tecnológico disciplinar hace referencia a saber elegir qué tecnología es mejor para enseñar un tema disciplinar determinado y cómo utilizarla de forma efectiva. El contenido tecnológico pedagógico trata de cómo la enseñanza puede cambiar al utilizar una tecnología determinada.

Finalmente, de la intersección de las tres categorías: el conocimiento tecnológico, pedagógico, disciplinar, debe atender a una relación dinámica y transaccional entre los tres conocimientos; permitiendo al docente desarrollar estrategias y representaciones del conocimiento apropiadas y contextualizadas para sus alumnos.

Se podría resumir que el TPACK es la base de una buena enseñanza con tecnología que requiere la comprensión de:

- La representación de ideas utilizando tecnología.

- Técnicas pedagógicas que utilizan tecnología en formas constructivas para enseñar un contenido.
- Conocimiento sobre qué hace fácil o difícil la comprensión de un concepto y cómo la tecnología puede contribuir a compensar esas dificultades que enfrentan los estudiantes.
- Conocimiento de las ideas e hipótesis previas de los estudiantes y sobre cómo la tecnología puede ser utilizada para construir conocimiento disciplinar.

La modelización por medio de las TIC

Como herramientas que ayudan al aprendizaje de la química, en este trabajo se usa un software de modelización, que es una aplicación que permite que los estudiantes construyan modelos de moléculas (Pintó, 2011).

Los modelos pueden considerarse como principales herramientas que se emplean en la producción del conocimiento científico. Cuando hablamos de modelos, (Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001; Adúriz-Bravo, 2001; Justí, 2011), estos deben entenderse como representaciones parciales de un objeto, un proceso o una idea, creadas con un objetivo específico. Los modelos no son la realidad ni copias de esta, dado que tienen limitaciones y constituyen representaciones de la realidad.

En química, los principales objetivos de utilizar modelos, de acuerdo con Justí (2011), son:

- Simplificar entidades complejas de manera que sea más fácil pensar en ellas.
- Ayudar en la comunicación de ideas.
- Favorecer la visualización de entidades abstractas.
- Servir de mediador entre la realidad que se toma como modelo y las teorías sobre ella, es decir, fundamentar la elaboración de: explicaciones sobre la realidad, cuestiones sobre la realidad, sobre las teorías relacionadas con ella y sobre cómo

se relacionan realidad y teorías; previsiones sobre el comportamiento de la realidad en diferentes contextos.

Los enfoques de enseñanza de las ciencias basados en promover la modelización han demostrado ser eficientes, fomentando la construcción de contenidos científicos utilizando software de modelización, aspecto que facilita el proceso de aprendizaje (Pintó, 2011). Además, la interacción persona-computadora promueve ciertas actitudes, dado que la modelización es una alternativa potente para facilitar la comprensión de los conceptos de la química orgánica que se abordan en el presente Seminario de Investigación.

Los estilos de aprendizaje y las actitudes

Los estilos de aprendizaje son rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos que sirven como indicadores relativamente estables de cómo los estudiantes perciben, interaccionan y responden a sus ambientes de aprendizaje. Los rasgos cognitivos tienen que ver con la forma en que los estudiantes estructuran los contenidos, forman y utilizan los conceptos, interpretan la información, resuelven los problemas y seleccionan medios de representación (visual, auditivo, kinestésico). Los rasgos afectivos se vinculan con la motivación y las expectativas que influyen en el aprendizaje, y los fisiológicos están relacionados con el biotipo y el biorritmo del estudiante.

Cuando se habla de estilos de aprendizaje o cognitivos, se refiere a cómo cada persona utiliza su propio método o estrategia para aprender, que puede evolucionar y cambiar constantemente (Cazau, 2004). Para esto, se tienen en cuenta los canales de percepción de la información para clasificar los estilos de aprendizaje en auditivo, visual y kinestésico-táctil (Pérez Jiménez, 2001).

El estilo de aprendizaje auditivo es aquel que emplea la voz y oídos como principal canal para el aprendizaje, en cambio, el estilo visual es aquel que percibe y aprende mejor viendo, manejando fácilmente la información escrita, prefiriendo las descripciones y visualizando las cosas detalladamente. Mientras que el estilo kinestésico-táctil, es aquel canal que para poder aprender es necesario interactuar físicamente a través del tacto, actuar y hacer productos o proyectos (Castro y Guzmán, 2006).

En función de lo conceptualizado, conocer los estilos de aprendizajes de los estudiantes permite poder flexibilizar la enseñanza, buscando mejores estrategias y facilitando el aprendizaje, con el fin de potenciar en los estudiantes cada una de sus características personales (Morales et al., 2013).

En la búsqueda de la forma en que se aprende, los estudiantes desarrollan ciertas actitudes, aspecto que hace interesante indagar en ello. El concepto de actitud hace referencia a disposiciones psicológicas personales sobre la valoración, positiva o negativa, de un objeto a través de respuestas explícitas o implícitas (Manassero et al., 2004).

En la enseñanza de la química, la construcción de modelos es un proceso dinámico y creativo que implica que los estudiantes se involucren en su aprendizaje (Justi, 2011), permitiendo el aprendizaje significativo y el desarrollo de actitudes y habilidades. Este proyecto concibe a las “actitudes que promoverán los estudiantes como aquellas disposiciones psicológicas personales que implican valoraciones implícitas y explícitas sobre temas y contenidos propios de la ciencia y la tecnología” (Sanabria Callejas, 2012, p.109).

Debe señalarse que los principales objetivos de trabajar con modelos escolares por medio del uso de modelizadores moleculares implican lo siguiente; simplificar entidades complejas de manera que sean fáciles de pensar, favorecer la visualización de conceptos abstractos, ser mediadores entre la realidad que se toma como modelo y las teorías sobre ellas (Justí, 2011), fortaleciendo el desarrollo de la capacidad tridimensional y permitiendo poner en acción la cognición visuoespacial, entre otras habilidades. Ante esto, en el contexto escolar, los conocimientos que se promueven en los estudiantes no son conocimientos científicos en sí, sino una reelaboración del conocimiento erudito que se ajusta a las características propias de la escuela. Este es “el conocimiento escolar que trasciende las explicaciones cotidianas que se desarrollan fuera de los contextos académicos y, por otro lado, tiene como marco de referencia el conocimiento científico” (Gil Pérez, 1994, p.17). De allí que la enseñanza a través de la modelización constituye una oportunidad para conocer cómo inciden estos tipos de recursos digitales en la comprensión de los alcoholes y sus propiedades, focalizando en el desarrollo de las actitudes y condicionados por los estilos de aprendizaje.

CAPÍTULO 3

FUNDAMENTOS E INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

Con el propósito de responder a los objetivos de indagación del presente trabajo, en este capítulo se presentan los fundamentos y la planificación de la metodología de la investigación basada en un estudio de caso. En ella se describen los fundamentos, los instrumentos y estrategias del método de investigación de naturaleza cuantitativa y cualitativa que la componen y caracterizan.

Fundamentos

El estudio de caso, de acuerdo con Neiman y Quarantana (2006) es definido como un determinado fenómeno ubicado en tiempo y espacio, constituido por un grupo de estudiantes, en el marco de una institución educativa particular. Este es “construido a partir de un determinado y siempre subjetivo y parcial recorte empírico y conceptual de la realidad social, que conforma el problema de la investigación” (Neiman y Quarantana, 2006, p. 218).

Los estudios de casos tienden a focalizar en un número limitado de hechos y situaciones para poder ser abordados con la profundidad requerida para su comprensión holística, significativa y contextual. Para ello se realizó una intervención tecnopedagógica fundamentada en el uso del software de edición y modelado 3D ACD/ChemSketch. Para la aplicación de la secuencia didáctica se seleccionó un grupo de estudiantes de secundaria de un curso de 5^{to} año del ciclo superior orientado del colegio Domingo Savio, cuya asignatura se denomina: Merceología.

Dado que la indagación de los procesos de formación mediados por las TIC constituye un fenómeno complejo; y tal como se ha venido sosteniendo en los capítulos anteriores, Schwartzman, Caldiero y Trech (2013) reconocen que cuando el aprendizaje está mediado por el uso de las TIC es más probable que se desarrollen nuevas habilidades

y aprendizajes, y que estos resulten invisibles o ignorados si se aplicara un solo tipo de procedimiento de medición y registro del proceso de aprendizaje.

Debido a que todo tipo de enseñanza posee un fuerte componente tácito, además del explícito (Cobo y Moravec, 2011), este se halla cargado de valores, afectividad, actitudes y creencias, que, de acuerdo con Castorina et al. (2007), “exige ser estudiado en el contexto en el que tiene lugar” (p. 224). Esto último se debe a la articulación o conexión entre el conocimiento implícito, que se manifiesta durante las prácticas y destrezas de trabajo (*saber cómo*), y el conocimiento explícito dado por los conceptos, teorías y principios (*saber qué*). Por otro lado, Vázquez-Alonso et al., (2009) coinciden con los autores antes mencionados en la naturaleza compleja que conlleva la evaluación de los aprendizajes como indicadores de la alfabetización científica y tecnológica. Sin embargo, la Psicología Sociocognitiva y la Didáctica de las Ciencias Naturales reconocen que lo más efectivo consiste en la combinación de métodos cualitativos y cuantitativos, ya que constituyen diferentes aproximaciones al estudio del fenómeno del aprendizaje.

Los datos cuantitativos ofrecen cierta perspectiva sobre el problema como: frecuencia, amplitud y magnitud, mientras que los datos cualitativos ofrecen profundidad y complejidad, generalización y comprensión (Hernández et al., 2010). Es por ello, que se recurre a métodos y técnicas de investigación con enfoque mixto, dado que responde a la necesidad de lograr un mayor entendimiento del aprendizaje promovido. De esta forma, los datos estadísticos obtenidos como resultado del análisis cuantitativo permiten una mejor comprensión del objeto de estudio al ser presentados junto con segmentos de la entrevista o del registro proveniente de la observación participante. De la misma manera, las inferencias obtenidas de los resultados cualitativos se apoyarían con mayor solidez junto a los datos cuantitativos que si se emplearan de manera aislada. En síntesis, el enfoque mixto permite explorar diferentes niveles del problema de estudio vinculados a los procesos educativos, debido a su naturaleza dinámica y cambiante.

En función de lo anterior, los instrumentos de investigación mixta seleccionados para este trabajo consisten en: (1) el diseño y aplicación de una secuencia de aprendizaje tecnopedagógica sobre alcoholes y sus propiedades, (2) la aplicación de un test con repetición de medidas (pre-test y post-test) para evaluar las actitudes, (3) la entrevista

para la autoevaluación-autorregulación metacognitiva. Cada uno de estos instrumentos y conceptos serán desarrollados en los siguientes apartados del presente capítulo.

El esquema de la Tabla 2 muestra la planificación de los momentos de intervención tecnopedagógica y didáctica; el número de participantes en la disciplina y la distancia temporal entre cada aplicación del pre-test y post-test, de modo que la evaluación exhiba los cambios del aprendizaje y su consolidación en los estudiantes. Como directriz general, los momentos temporales, ambientales y físicos de aplicación son equivalentes. Este protocolo permite reducir los efectos de recuerdo² entre cada aplicación del test y garantizar la equivalencia de los resultados.

Tabla 2. Momentos de aplicación de los instrumentos y técnicas/estrategias de obtención de datos

<i>Tiempos orientativos</i>	<i>x/01/2022</i>	<i>x/02/2022</i>	<i>x/03/2022</i>
Instrumentos y momentos de aplicación:	1. Test: EA de Barsch. 2. Pre-test COCTS. 3. Indagación ideas iniciales.	4. Intervención tecnopedagógica	2. Post-test COCTS. 3. Entrevista post-intervención basada en las ideas iniciales.
Momentos de análisis:	Análisis estadístico. Análisis ideas iniciales.		Análisis estadístico. Análisis entrevista.
Participantes	<i>Estudiantes de 5^o año 2022 (N_{total} \cong 25)</i>		

Para facilitar la comprensión del objeto de estudio, se encuentra en Rincón et al., (1995), el enfoque conceptual para diferenciar los instrumentos y estrategias para la obtención de datos mixtos, simplificados e integrados en la Tabla 2. Las estrategias o técnicas se refieren a modos, maneras o estilos de recoger la información, mientras que los instrumentos son herramientas concretas de cada técnica o estrategia que permiten llevar a la práctica la obtención de la información.

Para realizar el análisis cuantitativo se utiliza el software de estadística SPSS, por sus siglas en inglés Statistical Package for the Social Sciences, mientras que para el análisis cualitativo se identifican las unidades de significado de las entrevistas y su

² El efecto de recuerdo es un fenómeno psicológico indeseado durante la realización del post-test. Es aleatorio y puede provocar en la persona la necesidad de responder el post-test intentando recordar las respuestas del pre-test. Dicho comportamiento se debe evitar, para que el post-test se responda como resultado de la intervención tecno-pedagógica aplicada y no del pretest.

codificación respectiva, con el fin de identificar las categorías conceptuales emergentes por medio del análisis de las proposiciones conceptuales elaboradas por los participantes.

A continuación, se describen cada uno de los instrumentos y estrategias de obtención de información utilizado:

Instrumento 1: secuencia de aprendizaje tecnopedagógico

La estructura didáctica de la secuencia de enseñanza tecnopedagógica se basa en el ciclo de aprendizaje constructivista, que se define en el próximo Capítulo 4. Este ciclo se compone de diferentes etapas diseñadas para promover las habilidades y actitudes en Ciencia y Tecnología (CyT). A su vez, se encuentran organizadas en torno a una estructura global de tres actividades: inicio, desarrollo y cierre que se describen a continuación: *Actividad de Inicio*, consiste en la contextualización y detección de ideas iniciales en las que el estudiantado responde de manera individual y sin el uso de fuentes de información acerca de las ideas claves de la actividad referida a los alcoholes y sus propiedades. Las *Actividades de Desarrollo*, implican la problematización del tema y la introducción en el trabajo tecnopedagógico. Esta etapa conlleva la integración, fijación, aplicación y estructuración de los contenidos mediados por las TIC. Por último, se desarrollan las *Actividades de Cierre*: esta es una actividad final que integra, supervisa y recupera lo aprendido. En este momento, los estudiantes retoman la actividad inicial para autoevaluar sus respuestas metacognitivamente. Esto los lleva a recontextualizar todo el proceso, enfatizando la visión global de la tarea realizada y resignificar el sentido del aprendizaje.

Instrumento 2: cuestionario de evaluación de las actitudes

Para la evaluación de las actitudes, se aplican cuatro cuestionarios³ extraídos del banco de datos de 100 ítems, denominados Cuestionario de Opinión Ciencia, Tecnología,

³ Los cuestionarios son instrumentos que se basan en el modelo de respuesta múltiple, dado que son mejores para representar las opiniones de las personas. La utilización de este tipo de cuestionarios evita las dificultades metodológicas y aporta una evaluación cuantitativa válida y fiable, que permite contrastes

Sociedad: COCTS (Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2013b). Cada cuestionario corresponde a un tema y subtemas de referencia que representan las distintas dimensiones de las relaciones C y T, y su implicancia en la sociedad. Los temas seleccionados para esta investigación son: tema 1 «Ciencia y Tecnología, subtema: interdependencia / relación (10413)»; tema 2 «Construcción social del conocimiento científico, subtema: comunicación profesional (70321)»; tema 3 «Naturaleza del conocimiento científico, subtema: modelos científicos (90211) y Paradigmas y coherencia de conceptos: (91121)». Cada COCTS se compone de sub-ítems con frases dentro de cada cuestionario ordenado alfabéticamente (A, B, C...), de modo que los participantes valoran siguiendo una escala tipo Likert. El COCTS es un cuestionario de respuesta de opción múltiple que permite a los estudiantes participantes expresar sus propios puntos de vista en una amplia gama de temas. Todos los ítems tienen el mismo formato: se inicia con una introducción de pocas líneas donde se plantea un problema respecto al cual se desea conocer la actitud del participante, seguido de una lista de frases que ofrecen diferentes justificaciones sobre el tema planteado y, por último, dos opciones fijas que recogen diversas razones para no contestar, como «No entiendo» y «No sé».

Cada una de las frases alternativas está clasificada como adecuada (A), plausible (P) o ingenua (I), según la cual se valoran las respuestas dadas por los participantes con el Método de Respuesta Múltiple —MRM— (Vázquez-Alonso et al., 2006). En la siguiente Tabla 3 se presenta el modelo y el contenido de los cuatro cuestionarios aplicados en la presente investigación:

Tabla 3. Contenido de los cuatro cuestionarios: 10413, 70321, 90211, 91121.

10413) ¿La tecnología influye en la ciencia?	La tecnología no influye en gran medida sobre la ciencia.
A.	La capacidad para crear tecnología marca el valor del conocimiento científico.
B.	La disponibilidad de tecnología influye en la dirección de la investigación científica.
C.	Los avances tecnológicos conducen a progresos en la ciencia.
D.	La tecnología se usa por la sociedad para descubrir nuevos conocimientos científicos.
E.	La tecnología suministra herramientas y técnicas para la ciencia.
F.	La tecnología es la aplicación de la ciencia para mejorar la vida.

estadísticos de hipótesis y la discusión de resultados cualitativos. Las pruebas de fiabilidad fueron verificadas con el alfa de Cronbach. Información disponible en Vázquez-Alonso y Manassero-Mas (2013b).

70321) Cuando un equipo de investigación hace un descubrimiento es correcto que lo anuncie a los medios de comunicación, antes que otros científicos lo hayan discutido.

El equipo de investigación debería anunciarlo directamente al público:

- A. para obtener credibilidad por el descubrimiento y evitar que otros científicos les roben la idea.
- B. porque los ciudadanos tienen derecho a saber sobre un descubrimiento tan pronto como se haya hecho. Otros científicos pueden discutirlo más tarde.

C. El equipo de investigación debería tener libertad para decidir quién lo conoce primero.

El equipo de investigación debería presentarlo primero a otros científicos para discutirlo:

- D. para comprobar y verificar el descubrimiento y evitar relatos inexactos en las publicaciones. Así se aseguraría que los errores perjudiciales o desconcertantes son resueltos antes de que se haga público.

E. para mejorar el descubrimiento antes de que se haga público.

90211) Muchos modelos científicos usados en los laboratorios de investigación (tales como el modelo del calor, el de las neuronas, del DNA o del átomo) son copias de la realidad.

Los modelos científicos SON copias de la realidad:

- A. porque los científicos dicen que son verdaderos, por tanto, deben serlo.
- B. porque hay muchas pruebas científicas que demuestran que son verdaderos.
- C. porque son verdaderos para la vida. Su objetivo es mostrarnos la realidad o enseñarnos algo sobre ella.

D. Los modelos científicos son muy aproximadamente copias de la realidad, porque están basados en observaciones científicas e investigación.

Los modelos científicos NO son copias de la realidad:

- E. porque simplemente son útiles para aprender y explicar, dentro de sus limitaciones.
- F. porque cambian con el tiempo y con el estado del conocimiento, como lo hacen las teorías.
- G. porque estos modelos deben ser ideas o conjeturas bien informadas, ya que el objeto real no se puede ver.

91121) Los científicos de diferentes campos ven una misma cosa desde diferentes puntos de vista (por ejemplo, H⁺ hace que los químicos piensen en acidez y los físicos piensen en protones). Esto quiere decir que una idea científica tiene diferentes significados, dependiendo del campo en que trabaja el científico.

Las ideas científicas pueden tener DIFERENTES significados en diversos campos:

- A. porque las ideas científicas pueden ser interpretadas de manera diferente en un campo que en otro.
- B. porque las ideas científicas pueden ser interpretadas de manera diferente, dependiendo del punto de vista de cada científico particular o de lo que ya conoce.

Las ideas científicas tienen el MISMO significado en todos los campos:

- C. porque la idea se refiere al mismo objeto real de la naturaleza, independientemente del punto de vista que tenga el científico.
-

-
- D. porque todos los campos de la ciencia están estrechamente relacionados entre sí.
 - E. para permitir la comunicación entre científicos de diferentes campos. Los científicos deben estar de acuerdo en el uso de los mismos significados.
-

Una vez que los participantes valoran el grado de acuerdo/desacuerdo de las diferentes justificaciones de cada ítem en una escala Likert del 1 (donde 1 es muy en desacuerdo) al 9 (muy de acuerdo), estas valoraciones se transforman en los índices actitudinales normalizados (comprendido entre el: +1 y -1), utilizando el MRM. En esta escala de valoración, las frases adecuadas se valoran tanto más alto cuanto la puntuación dada por una persona se aproxime al 9, las ingenuas cuanto más cercana esté al 1 y las plausibles (que incluyen aspectos parcialmente adecuados) cuanto más cercana esté al 5 (valor central de la escala).

Los datos se obtienen mediante la administración en papel y lápiz. Los estudiantes participan libremente, como una actividad de autoevaluación dirigida a explorar sus actitudes.

Instrumento 3: cuestionario de estilos de aprendizaje

El test de Barsch o cuestionario de estilos de aprendizaje permite la caracterización de los principales canales de percepción que presentan las personas durante un proceso de aprendizaje: auditiva, visual o kinestésico. Así, hay personas que aprenden con mayor facilidad lo que ven, se les llama visuales, otros aprenden más fácil de aquello que oyen a los cuales se los denomina auditivos; y también hay estudiantes que aprenden más a través del movimiento, a estas personas se les llama cenestésicos o kinestésicos, de kinos, movimiento. Esta clasificación no deja de lado la posibilidad de que todas las personas aprenden con un poco de todo.

Las personas cuyo sentido predominante es el auditivo, tienden a aprender más fácilmente por medio del oído (valga la redundancia), al recordar a una persona lo harán por medio del nombre, término o concepto. Su fuerte suele ser la música y las charlas.

Por lo tanto, aprenden de una manera mucho más fácil cuando deben escuchar una lección y luego repetirla con sus propias palabras.

Las personas visuales relacionan el aprendizaje con las imágenes. Estas tienden a recordar a las personas por su cara, y si repasan un texto, pueden recordar incluso hojas completas de texto o modelos visuales. Por lo tanto, poseen grandes cantidades de información. En alguna conferencia, estas personas preferirán aprender por medio de las diapositivas, o por medio de la visualización de modelos digitales. Se les facilita el aprendizaje a través de películas, videos, carteles, imágenes, etc.

Las personas con estilos de aprendizaje kinestésico tienen como sentido predominante es el tacto, por lo tanto, aprenden por medio de las sensaciones. La inteligencia kinestésica es la capacidad para usar todo el cuerpo para expresar ideas y sentimientos, como un actor, un mimo, un atleta o un bailarín. También se refiere a la facilidad en el uso de las propias manos para producir o transformar cosas, como un artesano, escultor, mecánico o cirujano. Pueden aprender mediante el uso de periféricos para el modelado digital. Esta inteligencia incluye habilidades auto perceptivas, táctiles y la percepción de medidas y volúmenes, concretas y/o abstractas.

La realización del cuestionario es simple y no posee un tiempo límite. Consta de un total de 24 preguntas, referidas a situaciones cotidianas que realizan la mayoría de las personas cuando se encuentran en una situación de atención frente a un contenido que desean aprender. Cada pregunta se encuentra clasificada y puntuadas mediante cinco categorías (4: casi siempre, 3: habitualmente, 2: algunas veces, 1: pocas veces y 0: casi nunca). De esta manera el participante deberá seleccionar aquella categoría que mejor represente su estilo de aprendizaje. En la siguiente Tabla 4 se encuentra el instrumento modelo.

Tabla 4. Cuestionario de estilos de aprendizaje

Preguntas-situaciones de estilos de aprendizaje:	Casi siempre	Habitualmente	Algunas veces	Pocas veces	Casi nunca
1. Recuerdo más acerca de un tema si lo escucho que si lo leo					
2. Cumpro mejor con las instrucciones escritas que con las orales					
3. Me agrada escribir o tomar notas para hacer una revisión visual					
4. Sostengo muy fuerte el lápiz o lapicero cuando escribo					
5. Prefiero tener una explicación verbal que gráficos o diagramas					
6. Disfruto trabajar con herramientas manuales					
7. Disfruto leyendo gráficas, cuadros, cartas y diagramas					
8. Puedo decir si un sonido armoniza con otros sonidos					
9. Recuerdo mejor si escribo algo varias veces					
10. Puedo comprender y seguir direcciones leyendo un mapa					
11. Tengo mejor desempeño en temas académicos escuchando clases y cintas					
12. Me gusta jugar con las llaves y monedas en mis bolsillos					
13. Aprendo mejor a deletrear repitiendo las letras de una palabra en voz alta que escribiendo la palabra en una hoja					
14. Puedo comprender mejor una noticia leyéndola en el periódico que escuchándola en la radio					
15. Me gusta comer algo o masticar chicle mientras estudio					
16. Trato de recordar algo visualizándolo en mi cabeza					
17. Aprendo a deletrear una palabra escribiéndola con mi dedo					
18. Prefiero escuchar una buena clase que leer					
19. Soy bueno resolviendo rompecabezas y laberintos					
20. Prefiero revisar material escrito a discutirlo verbalmente					
21. Prefiero escuchar las noticias en el radio que leerlas en un periódico					
22. Me gusta obtener información de temas interesantes leyendo un material					
23. Me siento muy cómodo tocando a los demás (dando la mano, abrazando, etc.)					
24. Sigo las instrucciones verbales mejor que las escritas					

Instrumento 4: entrevista de autoevaluación-autorregulación metacognitiva

Los aspectos cualitativos se evalúan al inicio y al finalizar el desarrollo de la secuencia didáctica tecnopedagógica. Estas actividades se realizan tanto en la etapa de detección de ideas iniciales y como en los procesos de metacognición y autorregulación final. Este instrumento tiene la finalidad de explicitar las habilidades promovidas en los estudiantes e identificar las categorías conceptuales en función de las características del contenido de la secuencia tecnopedagógica diseñada y aplicada.

Procedimiento de análisis cuantitativo

Cuestionario de Opinión Ciencia, Tecnología, Sociedad: COCTS

Los resultados de las medidas repetidas del COCTS se presentan a partir de los índices actitudinales globales (IAG) para la caracterización del grupo de estudiantes completo y comparando los efectos pre-test y post-test.

El análisis de los datos se realiza con el programa informático SPSS[®], utilizando pruebas: Chi-Cuadrado, ANOVA de medidas repetidas, pruebas de significación “*p*-value”, aplicando pruebas no paramétricas, calculando “*d*” de Cohen para evaluar el tamaño del efecto y “*r*” de Spearman. Se evalúa el estadístico *p*-valor para grupos de participantes relacionados y se contrasta entre aplicaciones para comparar los IAG antes y después del desarrollo de la secuencia didáctica tecnopedagógica, con un valor de significación menor o igual que el nivel de significación 0,05. Los IAG de cada frase constituyen indicadores que permiten realizar análisis comparativos exhaustivos, para caracterizar las actitudes entre cuestionarios (frases y categorías) apoyados en indicadores cuantitativos para contrastar hipótesis (Vázquez-Alonso et al., 2006).

Las hipótesis de contraste buscan determinar diferencias significativas antes y después de la aplicación de la secuencia didáctica tecnopedagógica para el grupo completo de participantes. Por otro lado, se analiza el componente actitudinal del

tratamiento comparando los resultados de la evaluación con las puntuaciones del pre-test y post-test aplicado al grupo completo. Se considera que el tamaño del efecto es relevante cuando es mayor que 0,30 ($d > 0,30$) y se determina la dirección del efecto de mejora por el signo del estadístico de acuerdo con la dirección predicha (negativo para el pre-test y positivo a favor del post-test). Debido al caudal y densidad de datos que se obtiene con el cuestionario de evaluación de las actitudes, la determinación del tamaño del efecto permite describir y maximizar el efecto cualitativo del instrumento 1 en los estudiantes.

Cuestionario de estilos de aprendizaje

Las elecciones realizadas por los participantes en el cuestionario tienen cada una su puntaje, luego se suman para obtener los puntos totales en cada categoría (visual, auditiva, kinestésica o alguna combinación de las tres). El resultado permite identificar rápidamente el estilo predominante de aprendizaje. La siguiente Tabla 5 es el modelo utilizado para dicho análisis.

Tabla 5. Modelo de tabla de datos para el análisis de los EA

Visual	Kinestésico	Auditivo
puntaje	puntaje	puntaje
Puntaje de referencia visual	Puntaje de referencia kinestésico	Punta de referencia auditivo

El puntaje en una categoría debe tener cuatro o más puntos de diferencia con el total de otra categoría para que la diferencia sea significativa. También es importante distinguir cuántas respuestas con puntuación 4 tiene en una solo categoría. Dicha situación determinaría que la persona tiene una combinación de dos o tres estilos de aprendizaje.

Procedimiento de análisis cualitativo

El análisis cualitativo de los datos de la entrevista se focaliza en la identificación de categorías conceptuales, lo que técnicamente es denominado segmento (unidad

básica), y posteriormente se describe e interpreta por su validez de contenido. Los segmentos pueden ser “anidados”, entrelazados y yuxtapuestos en varios niveles de profundidad en función del dominio específico del contenido que representen.

Los datos de la entrevista (actividades de ideas iniciales y de autorregulación-metacognición) permiten obtener transcripciones literales capturadas como respuesta al cuestionario de la entrevista individual. A partir de la base de datos, se identifican las unidades de sentido *in vivo* referidas a las categorías que permiten caracterizar conocimientos promovidos por los estudiantes.

La búsqueda de los datos llega a efectuarse sobre la base de códigos expresados en un carácter, una palabra o en palabras múltiples, dado que los esquemas de codificación pueden modificarse.

Procedimiento de análisis mixto

El análisis mixto se realiza mediante el agrupamiento de los resultados obtenidos de los instrumentos 2, 3 y 4 para su posterior comparación y análisis interpretativo. En la siguiente Tabla 6 se muestra la base de datos realizada para la misma.

Tabla 6. Modelo de tabla de datos

Estilos de aprendizaje = N	COCTS (p-valor y d-Cohen)	Entrevista (Proposiciones)
Visual: n		
Auditivo: n		
Kinestésico: n		
Combinados: n		

El tratamiento mixto de los datos obtenidos permite abordar subjetividades que caracterizan o dan sentido al conjunto de datos, para una mejor comprensión teórica y práctica de las personas en interacción tecnológica y pedagógica en función de los estilos de aprendizaje que caracterizan a los estudiantes. La clasificación y categorización organizada en la tabla anterior se establece como un proceso que permite identificar los

estilos de aprendizaje asociados con las actitudes y las proposiciones conceptuales significativas. Las unidades de significado se encuentran referidas a la experiencia tecnopedagógica que derivan del proceso de aprendizaje promovido por medio del uso del software ACD/ChemSketch. En resumen, la riqueza del análisis mixto permite una mejor aproximación y comprensión del fenómeno, donde la combinación de las técnicas implementadas otorga mayor rigurosidad a las fuentes de información (Hernández et al., 2006).

CAPÍTULO 4

SECUENCIA DIDÁCTICA TECNOPEDAGÓGICA

Fundamentación

Los argumentos pedagógicos centrados en el papel del uso de las TIC en el proceso educativo se han hecho más potentes en la medida que las aplicaciones o software tienen más ventajas, siendo útiles para ampliar y enriquecer el aprendizaje. Es importante que el software a utilizar no sea un problema a la hora de proyectar las actividades, ya que el objetivo es visibilizar el aprendizaje e invisibilizar las TIC (Pintó, 2011).

En esta secuencia didáctica tecnopedagógica que forma parte del seminario de investigación, se utilizó el software ACD/ChemSketch. Este recurso cuenta con varias herramientas para la representación de moléculas en dos (2D) y tres dimensiones (3D), accesos directos a toda la información de la tabla periódica de elementos, tabla de radicales y plantillas con estructuras comunes como la de alcaloides, carbohidratos, aminoácidos, entre otras. Todas estas funciones y representaciones digitales son directamente exportables a la interfaz gráfica. El software es complejo debido a que presenta gran variedad de herramientas, pero en este trabajo se ha seleccionado un tutorial que permite al grupo de estudiantes realizar las actividades programadas de forma adecuada.

Con esta propuesta didáctica mediada por las TIC se pretende que los estudiantes puedan ampliar su capacidad para analizar y resolver problemas focalizando en la modelización digital. Otra de las destrezas que van a desarrollar es la observación, uso del modelizador, recolección y registro de datos de las estructuras, el análisis, discusión y la elaboración de conclusiones. También realizarán una síntesis de datos para resolver las actividades planteadas y comunicarán sus ideas en forma colaborativa, abordando los contenidos trabajados en clase.

Con la integración de las TIC, se espera que los estudiantes desarrollen actitudes que favorezcan el aprendizaje significativo y que el conocimiento se pueda extrapolar a

la vida cotidiana. Es por ello por lo que el contenido de los alcoholes, sus características y propiedades se abordan desde el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) (Acevedo Díaz, 2004; Gordillo, 2009; Sanmartí N.,2003). Esto permite problematizar y contextualizar el tema desde el uso y consumo de las bebidas alcohólicas, su producción y consumo en los jóvenes y adolescentes.

A partir de lo anterior, los estudiantes construirán sus ideas acerca del tema disciplinar desde un enfoque CTS. Esto conlleva hacer evolucionar sus ideas iniciales hasta llegar a un estadio cognitivo próximo al modelo erudito. Para ello, el proceso de construcción conlleva un constante conflicto cognitivo, en interacción dialógica entre la teoría, la realidad y los modelos. En la siguiente Figura 1, se representa el proceso que describe los tres momentos principales para la evolución de los aprendizajes científicos (Sanmartí N., 2022).

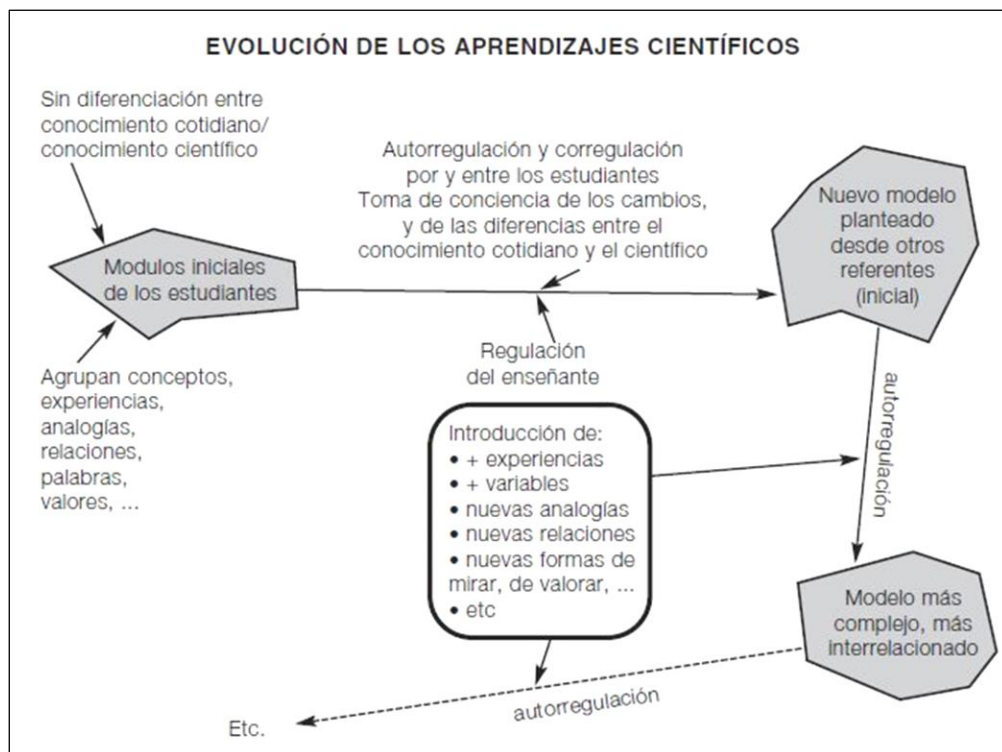


Figura 1. Evolución de los modelos de aprendizaje, Sanmartí (2022).

De esta manera, se busca generar entre los estudiantes y la tecnología una interacción que trascienda el contexto áulico escolar, promoviendo nuevas formas de comunicación.

El marco denominado Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK: por sus siglas en inglés Technological Pedagogical Content Knowledge) sugiere que la disciplina, la pedagogía, la tecnología y los contextos de enseñanza y aprendizaje tienen roles que ejercer individualmente y en conjunto. Enseñar de manera exitosa con tecnología requiere crear, mantener y restablecer continuamente dinámicas de equilibrio entre todos los componentes (Mishra y Koehler, 2006).

En el caso de la propuesta didáctica, se integran cada uno de los componentes del modelo TPACK: el conocimiento del contenido ya que se incluyen conceptos, teorías y fases del proceso de construcción científica erudito; el conocimiento de la tecnología: se utilizan diferentes recursos y herramientas tecnológicas. Y, por último, el conocimiento pedagógico: se tiene en cuenta la manera en que los estudiantes aprenden, se aplican métodos para el desarrollo de las actividades con distintos propósitos, estrategias de manejo de la clase, planificación y evaluación permanente de los estudiantes.

La construcción de modelos a través del modelizador ACD/ChemSketch permitiría a los alumnos exteriorizar sus pensamientos y conocimiento. Es una manera de que ellos se den cuenta de su propia manera de pensar. También la visualización de las moléculas les permitirá indagar sobre las diferencias y propiedades de los alcoholes.

Es así como, la interacción entre los estudiantes, docente y entre los mismos estudiantes está planteada alrededor de una actividad que incluye un contenido en un espacio de trabajo en pequeños grupos y en otros momentos con el grupo clase, donde el rol del docente es de organizador, supervisor y mediador de las actividades de aprendizaje que los estudiantes realizan con el software ACD/ChemSketch.

Enfoque actual del tema

Desde el enfoque CTS (Sanmartí, 2003; Gordillo, 2010) se busca promover el interés de los estudiantes relacionando la ciencia con la tecnología y los acontecimientos de la vida cotidiana. También se considera la importancia de la educación, en la concientización y la participación pública en la toma de decisiones relacionadas con el consumo de alcohol, teniendo en cuenta los aspectos científicos, tecnológicos y sociales implicados.

Es así, como los alcoholes, en especial el alcohol etílico, tienen gran importancia como desinfectante y como ingrediente en productos cosméticos. También forman parte de las bebidas alcohólicas, como el vino, la cerveza, el vodka, entre otras; donde la tecnología ha influido en la producción y la comercialización de estas bebidas, así como en la promoción de campañas de concientización y prevención del consumo excesivo de alcohol. La investigación científica ha aportado evidencias sobre los efectos del consumo excesivo de alcohol etílico, ya que tiene efectos negativos en la salud, incluyendo problemas a corto y largo plazo, como daños hepáticos, trastornos mentales y dependencia. El consumo de alcohol tiene un impacto significativo en la sociedad y entre los adolescentes. Otros alcoholes de importancia son: el alcohol isopropílico utilizado para limpiar superficies y equipos electrónicos, también se lo utiliza como disolvente de pinturas; el alcohol bencílico se usa como conservante en productos alimentarios, farmacéuticos y cosméticos.

Caracterización del contexto educativo y del encuadre curricular

El curso donde se realizará la intervención tecnopedagógica es un quinto año del Colegio Domingo Savio, ubicado en la localidad de General Roca, provincia de Río Negro. La orientación del ciclo superior orientado es Perito Mercantil. Es una institución educativa salesiana, pública de gestión privada. La escuela salesiana requiere la construcción de una comunidad educativa caracterizada por el ambiente de familia, la participación y corresponsabilidad de sus miembros, la apertura y el diálogo con el medio sociocultural y tecnológico circundante. También, se promueven los saberes específicos que garanticen la calidad educativa; potencian la formación ética, como educación a la

libertad y a la responsabilidad. De esta manera, la escuela salesiana, se adecua y promueve la inclusión y propicia el respeto.

Los estudiantes del quinto año trabajan con un proyecto, “Preparándonos para el futuro y creciendo en responsabilidad”, que incluye distintas estrategias que alternan clases de consulta, talleres, clases de investigación, trabajo en distintos espacios como el aula, la sala de informática, el laboratorio o fuera del espacio escolar, en ámbitos laborales o de estudios superiores, propuestas de enseñanza socio-comunitarias, propuestas de enseñanza complementarias (Res. CFE N° 93/09 inc. 17). En el marco del presente proyecto y como parte de la planificación de la asignatura Merceología de 5° año “A”, se seleccionó el tema de los alcoholes. Para la realización de la propuesta didáctica se estimó un total de 12 clases.

El contenido de esta propuesta forma parte de los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios (NAP), fijados por el Consejo Federal de Educación para el ciclo orientado; en relación con las propiedades, estructura y usos de los materiales. Así como también en el diseño curricular de Nivel Medio Área Exactas y Naturales de la Escuela Secundaria Rionegrina (Res. 235/08).

Objetivos Generales

- Identificar y comprender las diferencias entre las estructuras de los distintos alcoholes.
- Realizar representaciones a través de la modelización con el programa ACD/ChemSketch.
- Analizar a través de las estructuras las propiedades y funciones de los alcoholes.
- Reconocer y establecer relaciones con otras estructuras orgánicas, como los éteres.

Contenidos

Química de los alcoholes:

- Nomenclatura y clasificación de los alcoholes.
- Estructuras moleculares de los alcoholes.
- Propiedades físicas de los alcoholes, como puntos de ebullición y solubilidad.

Bebidas alcohólicas:

- Producción de bebidas alcohólicas, incluyendo fermentación y destilación.
- Comercialización de bebidas alcohólicas y el mercado relacionado.
- Consumo responsable de bebidas alcohólicas y sus implicaciones para la salud y la sociedad.

Usos en la vida cotidiana:

- Uso de alcoholes en productos de limpieza y desinfección.
- Aplicaciones de los alcoholes en la industria química y farmacéutica.
- Impacto de los alcoholes en la vida cotidiana y su influencia en la sociedad y el medio ambiente.

Modelización de estructuras de alcoholes en 2D y 3D con ACD/ChemSketch:

- Uso del software ACD/ChemSketch para representar estructuras de alcoholes en dos dimensiones (2D) y tres dimensiones (3D).
- Creación de moléculas de alcoholes utilizando herramientas de dibujo y construcción molecular.
- Manipulación de las estructuras, como rotación y visualización en diferentes perspectivas, utilizando las funciones del software.

Realización de distintos tipos de modelos:

- Creación de modelos de alcoholes en 2D, incluyendo fórmulas estructurales y representaciones simplificadas.
- Generación de modelos tridimensionales de alcoholes, considerando la geometría y la disposición espacial de los átomos y enlaces.

Análisis y comparación de propiedades a partir de las estructuras modelizadas:

- Identificación y análisis de propiedades físicas de los alcoholes modelizados, como puntos de ebullición, solubilidad, polaridad, entre otros.

- Comparación de las propiedades obtenidas a partir de los modelos con el material teórico y experimental relevante.
- Interpretación de las relaciones entre la estructura molecular de los alcoholes y sus propiedades observadas.

Actitudes científicas escolares:

- Valoración de posibilidades y limitaciones del conocimiento científico.
- Conquista progresiva de la autonomía cognitiva y actitudes de búsqueda de respuestas a nuevas preguntas.
- Respeto por el pensamiento ajeno y valoración del intercambio de ideas como fuente de construcción de conocimientos.
- Valoración del trabajo cooperativo y solidario en la construcción del conocimiento.

Evaluación

La evaluación se concibe como un proceso en el que se recaba información con el propósito de retroalimentar la enseñanza y el aprendizaje (Anijovich y González, 2011). En función de lo anterior, el monitoreo del proceso formativo se realiza por medio del diálogo entre los modelos mentales de los participantes y entre estos con las diferentes fuentes de información y prácticas pedagógicas y didácticas realizadas, cuyos resultados buscan promover el conflicto cognitivo para el desarrollo de habilidades. De acuerdo con Santos Guerra (1996) y Celman, (2009) se adhiere a la idea de que evaluar es comprender transformando a la misma en herramienta de conocimiento. Desde una perspectiva didáctica y pedagógica, el contraste y diálogo continuo entre los modelos iniciales, los modelos intermedios y los modelos científicos – académicos permitirá identificar los obstáculos conceptuales y epistemológicos, así como afianzar las ideas científicas escolares. En síntesis, la evaluación cumple su función mediadora significativa, asentada en aquella práctica que se destaca por la coherencia entre los nuevos aprendizajes que se afirmen sobre los aprendizajes previos (Anijovich et al., 2010).

Descripción de la organización áulica

Se utilizará las TIC para facilitar la comprensión de las estructuras de los alcoholes y sus propiedades. Así se establecerán distintas relaciones utilizando el material teórico y pudiendo interactuar con los compañeros en la realización de las diferentes actividades tecnopedagógicas planteadas.

Se trabajará con dos grupos de estudiantes para facilitar la interacción entre ellos y estudiante-docente. Esta división del curso en dos grupos está enmarcada en un proyecto de la institución, que ya se hizo referencia anteriormente. De esta manera se propiciará un ambiente de clase donde prime la cooperación, facilite la expresión de las dudas y de argumentos desde distintos puntos de vista. Los estudiantes cuentan con un material teórico y cada uno con una computadora en la sala de informática, donde tendrán acceso al programa y a internet.

Dentro de cada grupo clase, se harán distintas divisiones de 2 o 3 estudiantes en diferentes momentos de la secuencia tecnopedagógica.

En cada una de las actividades se apreciará el proceso que van haciendo los estudiantes con las preguntas que el docente realiza a medida que avanzan con las actividades, así como con las exposiciones, las prácticas de modelización y el trabajo escrito. Se tendrán en cuenta la relación entre los distintos contenidos y la inserción de estructuras realizadas con el programa ACD/ChemSketch.

Secuencia de actividades

En la siguiente sección se describen las diferentes actividades que integran la secuencia tecnopedagógica.

Cada uno de estos instrumentos no solo cumplen su función de recabar datos iniciales que forman parte de la metodología de la investigación, sino que también permiten a los estudiantes realizar un ejercicio de revisión y autoconocimiento acerca de

sus actitudes, preferencias de aprendizaje y saberes acerca de la problemática. Es decir, dichas pruebas también tienen una función pedagógica y didáctica que son orientadas por la docente.

Actividad 1: Indagación inicial

Objetivo: conocer tus actitudes sobre distintos aspectos de la ciencia e identificar tus estilos de aprendizaje.

Consigna: realizar las pruebas Pre-COCTS, el test de aprendizajes de Barsch.

Recursos: instrumentos en el capítulo 3.

En la siguiente actividad se indagan las ideas iniciales vinculadas con los conceptos disciplinares del tema.

Actividad 2: ¡Tus modelos explicativos!

Objetivo: conocer tus ideas sobre los modelos y representaciones de estructuras químicas en 3D y su relación con las propiedades.

Consigna: contesta a cada pregunta sin recurrir a libros, u otros medios o fuentes de información.

Para esta actividad tienes como información, la Ilustración 1 y 2 de una botella de alcohol etílico y su etiqueta comercial respectivamente, tan utilizado en la pandemia. Se puede hallar en sus diferentes presentaciones (1L; 500 cm³; 250 cm³).



Ilustración 1.
Botella comercial de alcohol etílico.



Ilustración 2. Etiqueta comercial.

1) A partir de los datos de la imagen de la etiqueta (Ilustración 2) y el modelo 3D de la Ilustración 3-A y 3-B, responde:

a.- ¿Qué relación encuentras entre la forma geométrica con la estructura de la molécula, para explicar, el estado de agregación, la solubilidad y el punto de inflamación del producto?

b.- ¿Con cuál de las ilustraciones (3-A y 3-B) relacionarías tu explicación anterior? Justifica tu respuesta.

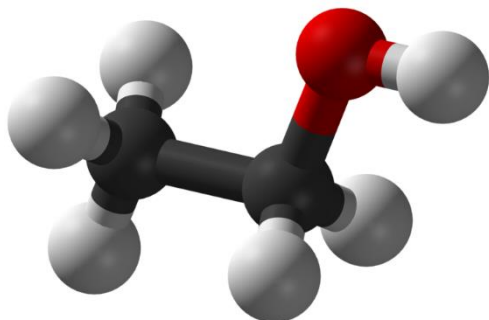


Ilustración 3.A) Referencia: Carbono (negro); Hidrógeno (Blanco); Oxígeno (Rojo).

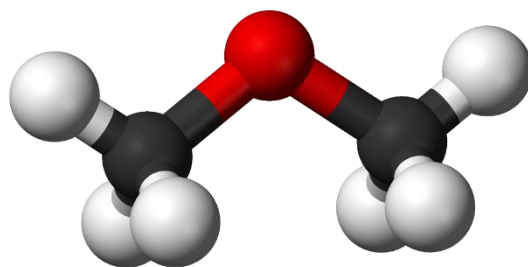


Ilustración 3.B) Referencia: Carbono (negro); Hidrógeno (Blanco); Oxígeno (Rojo).

2) En esta actividad, así como en la investigación, la observación es un momento. Es por ello por lo que es importante que “observe” con detenimiento cada una de las siguientes imágenes (Ilustraciones 4-A, 4-B y 4-C), correspondiente a la representación de las estructuras tridimensionales en superficies bidimensionales, es decir, modelos de estructuras de determinadas sustancias.

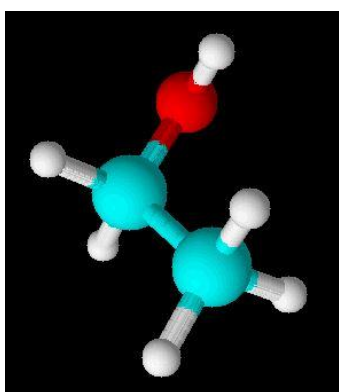


Ilustración 4.A) Referencia: Carbono (Celeste); Hidrógeno (Blanco); Oxígeno (Rojo).

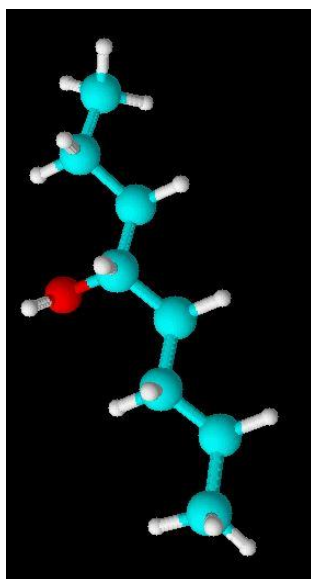


Ilustración 4.B) Referencia: Carbono (Celeste); Hidrógeno (Blanco); Oxígeno (Rojo).

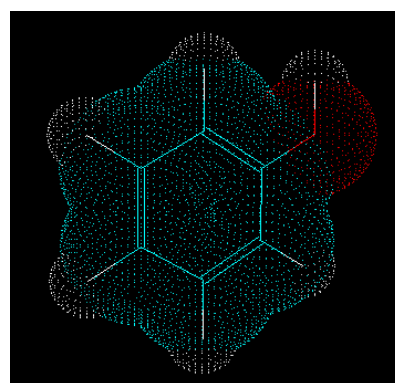


Ilustración 4.C) Referencia: Carbono (Celeste); Hidrógeno (Blanco); Oxígeno (Rojo).

Para cada una de las representaciones del conjunto de Ilustraciones 4 (A, B y C) responde:

- a. ¿Cuáles de las siguientes representaciones 3D te resultan más descriptivas? ¿Por qué? ¿Qué datos e información puedes identificar del conjunto de imágenes?
 - b. ¿Encuentras diferencias y similitudes entre cada uno de los modelos ilustrados? ¿Cuáles?
 - c. De acuerdo con la respuesta anterior: ¿Cuál es el elemento principal de los tres modelos? ¿Identificas algún patrón (recurrencia) sobre la forma geométrica del elemento principal que se relacione con la estructura molecular? ¿Qué patrón identificas, y cuál sería esa forma geométrica?
 - d. ¿Qué relación puedes encontrar entre la distribución espacial de los átomos de oxígeno e hidrógeno, y la estructura de los átomos de carbono, a partir de los tipos de enlaces y la distribución de sus electrones?
 - e. ¿En cuál de las imágenes, la representación del modelo permite apreciar el hecho de que las sustancias tienen *propiedades características* distintas de los elementos que la componen? Justifica tu respuesta.
-

La actividad 3 aborda la problemática para contextualizar el tema y de ese modo implicar al estudiante. La actividad permite un abordaje multidimensional.

Actividad 3: Problematización y contextualización

Objetivo: identificar diferentes aspectos vinculados al consumo y producción de alcohol y contextualizar el tema de manera histórica, mundial y local.

Consigna: organizados en grupo, ingresaran a cada uno de los enlaces siguientes y analizaran el contenido de cada artículo vinculado a la alcoholemia. Cada artículo tiene un enfoque diferente: contexto mundial, otro centrado en la situación de Argentina y un tercero que aborda el tema desde una perspectiva histórica. Luego, analiza los artículos, reportajes o investigaciones relacionadas con el consumo de alcohol en cada uno de estos diarios. A partir de esta investigación, responde las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los principales problemas asociados con el consumo de alcohol mencionados en cada diario?
- ¿Cuáles son las causas y factores que se mencionan en relación con el consumo de alcohol en cada contexto?
- ¿Existen diferencias significativas en cuanto al enfoque y la perspectiva del problema del consumo de alcohol entre los diarios estudiados? Explica.

Recursos:

Río Negro Digital: <https://www.rionegro.com.ar/policiales/fuerte-accidente-sobre-la-ruta-22-en-cipolletti-como-esta-el-conductor-2933555/>

Infobae: <https://www.infobae.com/america/colombia/2022/10/31/edwin-cardona-salio-positivo-en-un-control-de-alcoholemia-en-argentina-y-un-idolo-de-racing-lo-defendio-que-jugador-no-tomo-tres-copas-de-mas/>

BBC Mundo:

https://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/12/141202_consumo_alcohol_ancestros_encima_lp

Utiliza la información encontrada en los diarios seleccionados y, cuando sea necesario, complementa tus respuestas con datos e investigaciones adicionales. Presenten sus hallazgos y conclusiones en un afiche para socializar y discutir con los demás grupos. La discusión se realizará en torno a las preguntas siguientes:

- ¿Qué medidas o políticas se proponen o se han implementado para abordar el problema del consumo de alcohol en cada ámbito?
 - ¿Cuáles son los efectos sociales, económicos o de salud mencionados en relación con el consumo de alcohol en cada artículo periodístico?
-

Para realizar la actividad 4, se explica el uso del programa ACD/ChemSketch con un tutorial sencillo, mientras cada uno de los estudiantes en su computadora puede ensayar la función de las herramientas del software, previamente descargado en sus computadoras. Luego en grupos de 2 o 3 estudiantes realizarán un documento compartido donde recopilarán los modelos de alcoholes realizados con el programa ACD/ChemSketch según la actividad propuesta.

Actividad 4: Primeros pasos en la modelización

Objetivo: representar modelos moleculares de alcoholes en 3D utilizando el software de modelado ACD/ChemSketch.

Consigna: organizados en grupos de dos estudiantes, representaran las estructuras de los modelos de diferentes alcoholes (bolas, varillas, bolas y varillas, de deslocalización electrónica), representándolos mediante el programa ACD/ChemSketch. Para afianzar la idea de modelización, lee y piensa la siguiente frase mientras construyes los modelos:

“Los modelos moleculares son de gran importancia en química orgánica, ayudan a predecir propiedades y la reactividad de estos compuestos”.

Pregunta de reflexión: ¿Qué relación encuentras entre los modelos y las propiedades de los compuestos?

Recurso: ingresa al siguiente enlace y descarga el software de auto instalación

<https://chemsketch.softonic.com/>

Con la actividad 5 se realizan la conexión entre: el eje de discusión acerca del uso de los alcoholes y sus aplicaciones en la vida cotidiana y la industria; y se explica el abordaje de la metodología de trabajo didáctico integrando las TIC, para la realización de los modelos digitales, con el programa ACD/ChemSketch.

Actividad 5: Exploración de la modelización 3D

Objetivo: representar, interpretar y describir, los modelos moleculares de alcoholes en 3D utilizando el software de modelado ACD/ChemSketch.

Consigna: con la misma organización anterior avanzaremos con la modelización. Dibuja las posibles estructuras tridimensionales de las moléculas de los alcoholes con 6 átomos de carbono y un grupo (OH). En cada estructura hacer una captura de pantalla para guardar la imagen en un archivo. (Que el documento tenga el nombre adentro y afuera del archivo: guardar con apellidos y nombres de los participantes del grupo y enviarlos a su email con copia al de la profesora).

- Mueva las estructuras y superpóngalas ¿Encuentras similitudes y/o diferencias entre los modelos dibujados de los alcoholes de 6 carbonos? Interpreten y describan sus representaciones.
- Coloca la nomenclatura con el programa ACD/ChemSketch.

Mientras que los integrantes del grupo dibujan las estructuras tridimensionales de las moléculas de los alcoholes, irán respondiendo las preguntas siguientes:

- ¿Cuántas formas de enlazar los átomos de carbono con el grupo (OH) encontraron?
- ¿Qué información te ofrece el modelizador para comprender las posibles formas de enlazar los átomos de carbono?
- ¿Qué diferencia hay entre las estructuras tridimensionales de los diferentes compuestos oxigenados que modelizan con el programa ACD/ChemSketch?
- Relacionando con la visualización en 3D ¿Por qué pueden los mismos átomos organizarse de distinta forma?

Al finalizar las respuestas, realizaremos una puesta en común, para compartir las herramientas y las virtudes del software.

En las nuevas agrupaciones los estudiantes podrán hacer las relaciones entre las estructuras y las propiedades de los compuestos realizados en la actividad 5 que cada grupo seleccione.

Actividad 6: Discusión conceptual

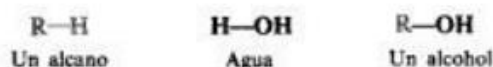
Objetivo: relacionar las propiedades de los alcoholes con los modelos realizados con el programa ACD/ChemSketch.

Consigna: con el fin de promover la interacción colaborativa, los primeros grupos formados por 2 o 3 alumnos, compartirán su producción con otro grupo, constituyendo nuevos reagrupamientos de 2, 3, 4 o 5 alumnos para trabajar con las relaciones de las propiedades.

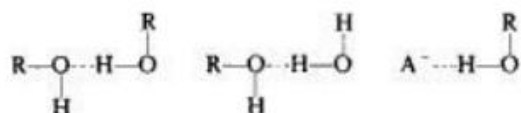
En este caso leerán un texto extraído de Morrison y Boyd (2019), Química orgánica, p. 624 - 626., donde se explican las propiedades de los alcoholes, publicado en la plataforma Classroom del curso 5° año.

17.5 Propiedades físicas

Las propiedades físicas de un alcohol se comprenden mejor si reconocemos este hecho simple (Sec. 6.3): estructuralmente, el alcohol es un compuesto de un alcano y agua. Contiene un grupo lipófilo, del tipo de un alcano, y un grupo hidroxilo que es hidrófilo, similar al agua. De estas dos unidades estructurales, el grupo —OH da a los alcoholes sus propiedades físicas características, y el alquilo es el que las modifica, dependiendo de su tamaño y forma.



El grupo —OH es muy polar y, lo que es más importante, es capaz de establecer puentes de hidrógeno: con sus moléculas compañeras (Sec. 1.20), con otras moléculas neutras



(Sec. 6.3) y con aniones (Sec. 6.4). Las propiedades físicas (Tabla 17.1) muestran algunos de los efectos de estos puentes de hidrógeno.

Veamos primero los **puntos de ebullición**. Entre los hidrocarburos, los factores que determinan puntos de ebullición suelen ser principalmente el peso molecular y la forma, lo que es de esperar de moléculas que se mantienen unidas esencialmente por fuerzas de Van der Waals. Los alcoholes también muestran un aumento del punto de ebullición al aumentar el número de átomos de carbono y una disminución del mismo con la ramificación. Sin embargo, lo notable es el punto de ebullición tan *elevado* de los alcoholes, que como se muestra en la tabla 17.2 son mucho más altos que los de hidrocarburos del mismo peso molecular e, incluso, más altos que los de muchos otros compuestos de polaridad considerable. ¿Cómo se justifica esto?

La respuesta está en que los alcoholes, como el agua, son *líquidos asociados* (Sec. 1.20): sus puntos de ebullición anormalmente elevados se deben a la mayor energía necesaria para romper los puentes de hidrógeno que mantienen unidas las moléculas. A pesar de que los éteres y aldehídos contienen oxígeno, sólo tienen hidrógeno enlazado con carbono, por lo que no son suficientemente positivos como para enlazarse apreciablemente con el oxígeno.

Tabla 17.1 ALCOHOLES

Nombre	Fórmula	P.f., °C	P.e., °C	Densidad relativa a 20 °C	Solubilidad g/100 g H ₂ O
Metílico	CH ₃ OH	- 97	64.5	0.793	∞
Etilico	CH ₃ CH ₂ OH	- 115	78.3	0.789	∞
<i>n</i> -Propílico	CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH	- 126	97	0.804	∞
<i>n</i> -Butilico	CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₂ OH	- 90	118	0.810	7.9
<i>n</i> -Pentílico	CH ₃ (CH ₂) ₃ CH ₂ OH	- 78.5	138	0.817	2.3
<i>n</i> -Hexílico	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₂ OH	- 52	156.5	0.819	0.6
<i>n</i> -Heptílico	CH ₃ (CH ₂) ₅ CH ₂ OH	- 34	176	0.822	0.2
<i>n</i> -Octílico	CH ₃ (CH ₂) ₆ CH ₂ OH	- 15	195	0.825	0.05
<i>n</i> -Decílico	CH ₃ (CH ₂) ₈ CH ₂ OH	6	228	0.829	
<i>n</i> -Dodecílico	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ CH ₂ OH	24			
<i>n</i> -Tetradecílico	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ CH ₂ OH	38			
<i>n</i> -Hexadecílico	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ CH ₂ OH	49			
<i>n</i> -Octadecílico	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ CH ₂ OH	58.5			
Isopropílico	CH ₃ CHOHCH ₃	- 86	82.5	0.789	∞
Isobutilico	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ OH	- 108	108	0.802	10.0
<i>sec</i> -Butilico	CH ₃ CH ₂ CHOHCH ₃	- 114	99.5	0.806	12.5
<i>t</i> -Butilico	(CH ₃) ₃ COH	25.5	83	0.789	∞
Isopentílico	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ CH ₂ OH	- 117	132	0.813	2
Amilico <i>activo</i>	(-)-CH ₃ CH ₂ CH(CH ₃)CH ₂ OH		128	0.816	3.6
<i>t</i> -Pentílico	CH ₃ CH ₂ C(OH)(CH ₃) ₂	- 12	102	0.809	12.5
Ciclopentanol	<i>ciclo</i> -C ₅ H ₉ OH		140	0.949	
Ciclohexanol	<i>ciclo</i> -C ₆ H ₁₁ OH	24	161.5	0.962	
Alílico	CH ₂ =CHCH ₂ OH	- 129	97	0.855	∞
Crotílico	CH ₃ CH=CHCH ₂ OH		118	0.853	16.6
Metilvinilmetanol	CH ₂ =CHCHOHCH ₃		97		
Bencílico	C ₆ H ₅ CH ₂ OH	- 15	205	1.046	4
α -Feniletílico	C ₆ H ₅ CHOHCH ₃		205	1.013	
β -Feniletílico	C ₆ H ₅ CH ₂ CH ₂ OH	- 27	221	1.02	1.6
Difenilmetanol (Bencidrol)	(C ₆ H ₅) ₂ CHOH	69	298		0.05
Trifenilmetanol	(C ₆ H ₅) ₃ COH	162.5			

La espectroscopia infrarroja (Sec. 16.4) ha desempeñado un papel fundamental en el estudio de la asociación por puentes de hidrógeno. En solución diluida en un disolvente no polar, como el tetracloruro de carbono (o en fase gaseosa), en la que la asociación molecular es mínima, el etanol, por ejemplo, presenta una banda de alargamiento O—H a 3640 cm⁻¹. A medida que aumenta la concentración de etanol, esta banda es reemplazada gradualmente por otra más ancha a 3350 cm⁻¹. La unión del hidrógeno al segundo oxígeno debilita el enlace O—H, por lo que disminuye la energía y, en consecuencia, la frecuencia de vibración.

Tabla 17.2 ESTRUCTURA Y PUNTO DE EBULLICIÓN

Nombre	Estructura	Peso molecular	Momento dipolar, D	P.e., °C
<i>n</i> -Pentano	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	72	0	36
Diétil éter	CH ₃ CH ₂ -O-CH ₂ CH ₃	74	1.18	35
Cloruro de <i>n</i> -propilo	CH ₃ CH ₂ CH ₂ Cl	79	2.10	47
<i>n</i> -Butiraldehído	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CHO	72	2.72	76
Alcohol <i>n</i> -butílico	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH	74	1.63	118

El comportamiento de los alcoholes como **solutos** también refleja la tendencia a formar puentes de hidrógeno. En marcado contraste con los hidrocarburos, los alcoholes inferiores son miscibles con agua. Puesto que las moléculas de los alcoholes se mantienen unidas por el mismo tipo de fuerzas intermoleculares que las de agua, puede haber mezcla de las dos clases de moléculas: la energía necesaria para romper un puente de hidrógeno entre dos moléculas de agua o dos de alcohol, es proporcionada por la formación de un puente de hidrógeno entre una molécula de agua y otra de alcohol.

Sin embargo, esto es cierto sólo para los alcoholes inferiores (Sec. 6.3), en los que el grupo hidrófilo —OH constituye una parte considerable de la molécula. A medida que el grupo lipófilo aumenta de tamaño, disminuye la solubilidad en agua. Para fines prácticos, consideramos que el límite entre solubilidad e insolubilidad en agua se encuentra entre los cuatro y cinco átomos de carbono para alcoholes primarios normales.

Los alcoholes polihidroxilados proporcionan más de un lugar por molécula para formar puentes de hidrógeno, lo que se refleja en sus propiedades. El diol más sencillo, el 1,2-etanodiol (etilenglicol), hierve a 197 °C. Los glicoles inferiores son miscibles con agua, y los que tienen hasta siete átomos de carbono presentan una solubilidad apreciable en ella. (El etilenglicol debe su uso como anticongelante —por ejemplo, Prestone— a su elevado punto de ebullición, su bajo punto de congelación y su alta solubilidad en agua.)

En la próxima actividad se realizan modelos de alcoholes con el programa ACD/ChemSketch con menos átomos de carbonos y se analizan las propiedades mencionadas anteriormente.

Actividad 6: Entrenando con los modelos científicos escolares

Objetivo: realizar modelos con distinta cantidad de carbonos y analizar las propiedades.

Consigna:

- Realizar el modelo de varios alcoholes con 3 átomos de carbono y un sólo grupo funcional (OH).
- Superponer las estructuras realizadas.

- Colocar la nomenclatura.
 - Visualizar las estructuras realizadas y comparar con las propiedades.
 - Elaborar conclusiones de las propiedades (solubilidad en agua, puntos de ebullición) con los compuestos realizados.
-

En la siguiente actividad 7 se seleccionan los modelos realizados con el programa ACD/ChemSketch de dos alcoholes de distinta cantidad de carbonos y se comparan sus propiedades (solubilidad y ebullición).

Actividad 7: Un poco más de entrenamiento

Objetivo: seleccionar y comparar las estructuras tridimensionales de dos alcoholes de distinta cantidad de carbonos. Analizar sus propiedades.

Consigna:

- Seleccionar la estructura tridimensional de un alcohol realizado en la actividad 1 y otra de la actividad 3.
 - Superponer las estructuras.
 - Coloca la nomenclatura.
 - Visualizar las estructuras realizadas y comparar sus propiedades.
 - Elaborar conclusiones.
-

En el transcurso de la modelización de la actividad 8, se realizan algunas estructuras distintas a los alcoholes que están siendo analizadas por su nomenclatura. Así se pudo identificar y diferenciar otro grupo funcional, los éteres.

Actividad 8: Afianzando algunas variantes

Objetivo: realizar modelos distintos con el programa ACD/ChemSketch con tres átomos de carbono y un oxígeno, que no sean alcoholes. Comparar sus estructuras y analizar sus propiedades.

Consigna:

- Realizar un éter de 3 átomos de carbono y compararlo con el alcohol de 3 átomos de carbono.
- Comparar sus estructuras y explicar sus observaciones.

Después de concluir la actividad 8, cada uno de los grupos discutirá y expondrá sus conclusiones (modelizaciones, comparaciones, análisis y relaciones entre las diferentes estructuras y propiedades).

Con esta actividad integrarán las estructuras de los alcoholes con la fabricación de las bebidas alcohólicas y las consecuencias en la salud por el consumo en exceso.

Actividad 9: Usos y aplicaciones de los alcoholes

Objetivo: conocer la composición alcohólica de las distintas bebidas, su fabricación e incidencia en la salud. Integrar los contenidos de alcoholes y sus modelos.

Consigna: en esta actividad se dividirán en grupos de 4 o 5 estudiantes, para realizar una investigación sobre la fabricación de distintas bebidas alcohólicas. Los tipos de bebidas se designarán por sorteo. Para realizar la actividad considera la siguiente dos expresiones:

“Las bebidas alcohólicas, como su nombre lo indica, incluyen en su composición un porcentaje variable de alcohol (etanol), proveniente de la fermentación del fruto o la semilla que la origina. Por ejemplo: el vino se obtiene de la fermentación de la uva, la sidra de la manzana, etc.”

“El alcoholismo es una enfermedad producida por el consumo excesivo y dependencia de las bebidas alcohólicas, que afecta entre un 10 a 15% de la población mundial.”

En un documento compartido con los integrantes del grupo y la profesora se recabará información de la fermentación alcohólica focalizando en las siguientes preguntas guías: cómo se produce, cuáles son las estructuras moleculares que forman los alcoholes de las bebidas, que usos y aplicaciones tienen en la vida cotidiana y la salud.

Los diferentes grupos van a culminar sus trabajos, con la guía de la profesora en soporte virtual. Después de la investigación realizada, cada grupo expondrá sus trabajos en la clase siguiente, utilizando diferentes maneras de presentarlos con la ayuda de las TIC y el programa utilizado en esta unidad, ACD/ChemSketch.

Al finalizar la intervención didáctica, se aplicó la prueba post-test del COCTS y la actividad de ideas iniciales, de esta manera se promovió la reorganización y afianzamiento de los saberes desarrollados.

Actividad 10: Autoevaluación final

Objetivo: contrastar la prueba de post- COCTS con la que se realizó al inicio de esta unidad.

Consigna: realizar las pruebas Post-COCTS.

Recursos: correspondiente al instrumento disponible en el capítulo 3.

Para finalizar, se realiza una actividad retrospectiva del recorrido realizado de acuerdo con lo desarrollado en esta secuencia tecnopedagógica.

Actividad 11: Reflexiones sobre el recorrido realizado

Objetivo: reflexionar sobre lo aprendido en esta unidad y cómo lo realizaron.

Consigna: en forma individual responder el siguiente cuestionario de coevaluación.

- ¿Qué aprendiste?
- ¿De quién aprendiste?
- ¿Qué te falta por aprender?
- ¿Cómo aprendiste?
- Algo para crecer ¿Qué cosas te gustaron de las clases? ¿Cuáles no? ¿Qué cambiarías? Te propongo realizar sugerencias para mejorar.

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS Y RESULTADOS

En la presente sección, se expone el análisis y los resultados por cada instrumento de recolección de datos. Así, entre los subtemas del capítulo se encuentran: a) los resultados del cuestionario de estilos de aprendizaje, b) los resultados del COCTS: (pre-test y post-test) y su relación con los estilos de aprendizaje, c) los resultados de la entrevista de ideas iniciales y autoevaluación metacognitiva, y d) el análisis de los resultados mixtos.

5.1) Característica del grupo de estudio

El estudio de caso está conformado por los estudiantes de 5^{to} año de la cohorte 2022, de la asignatura Merceología, perteneciente al colegio Domingo Savio. Dicho grupo conforma la población completa, compuesta por 25 estudiantes. La misma está integrada por 10 mujeres (40%) y 15 hombres (60%) con una edad promedio de 17,16 años (Desv. Tip.: 0,37). En el gráfico de barras de la Figura 2 se representa la edad promedio del grupo de estudiantes.

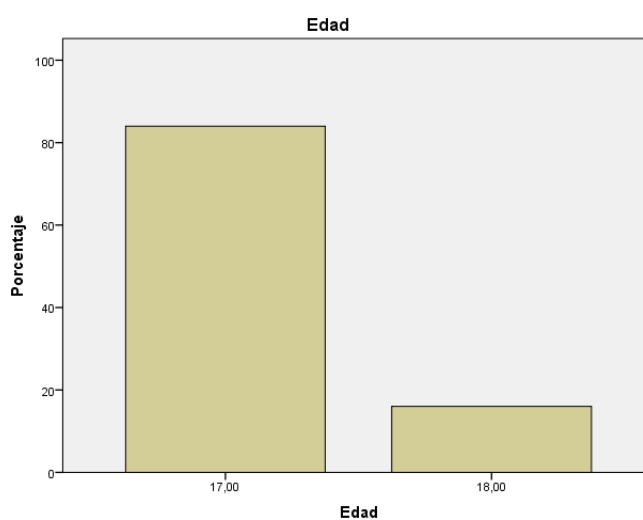


Figura 2. Gráfico de barras para la edad del grupo de estudiantes

El número de participantes durante el proceso de aplicación de la intervención tecnopedagógica se mantiene sin variaciones, es decir, la continuidad pedagógica de los estudiantes no se ve afectada por factores externos que puedan condicionar la asistencia del grupo. Ante el número de participantes ($N = 25$), las pruebas estadísticas aplicadas son del tipo no paramétrica. La normalidad de los datos recopilados en el estudio se evaluó utilizando la prueba t-Student, que reveló que los datos se ajustan adecuadamente a una distribución normal ($p > 0,05$). Además, al generar un gráfico de probabilidad normal (Figura 3), se observó que los puntos de datos se ajustan razonablemente bien a la línea diagonal esperada en una distribución normal. Estos resultados indican que los datos del estudio exhiben una distribución normal, lo que valida la elección de pruebas estadísticas para nuestro análisis posterior

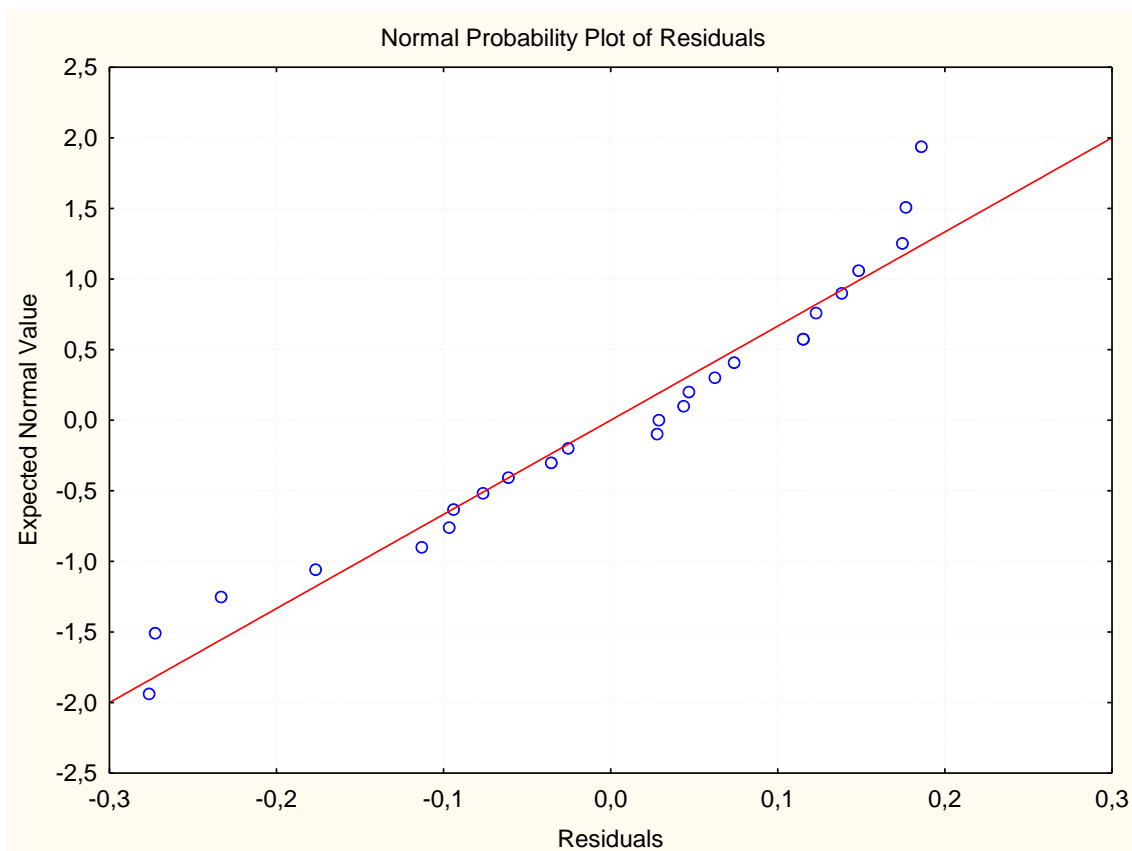


Figura 3. Prueba de normalidad.

5.2) Análisis y resultados del inventario de estilos de aprendizaje

El análisis del cuestionario de estilos de aprendizaje permite identificar siete tipos de tendencias de aprendizaje en los estudiantes del grupo completo. Estas se encuentran conformadas del siguiente modo, el primer agrupamiento representa el 44% y posee una tendencia de aprendizaje focalizada en un solo estilo de aprendizaje siendo estos el auditivo (A = 3; 12%), kinestésico (T = 4; 16%) y visual (V = 4; 16%), donde el T y V son los más destacados (32%). El segundo agrupamiento representa el 48% y corresponde a los estilos de aprendizaje que combinan dos canales de comunicación: auditivo-kinestésico: AT = 2(8%); auditivo-visual: AV = 5(20%) y visual-kinestésico: VT = 5(20%). En este agrupamiento, se destacan los EA que integran la kinestesia en sus modos de aprender, representando el 28%. El tercer agrupamiento representa al 8% del grupo completo (ATV = 5), donde el estilo de aprendizaje combina los tres canales de comunicación. En la siguiente Figura 4 se representa la tendencia identificada del grupo completo.

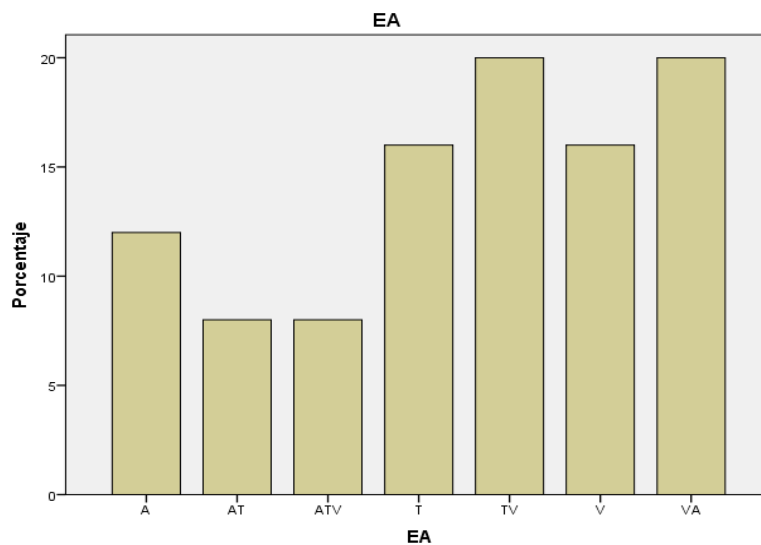


Figura 4. Gráfico de barras de los estilos de aprendizaje identificados

5.3) Análisis y resultados del COCTS y los EA

El análisis estadístico no paramétrico aplicado al grupo completo utilizado el COCTS, tanto antes como después de la intervención tecnopedagógica, revela una diferencia estadísticamente significativa (p -valor = 0,038; g.d.l. = 49), ver Tabla 7.

Hipótesis nula (H_0): no hay diferencia significativa entre el pretest y post-test aplicado al grupo de estudiantes.

Hipótesis alternativa (H_1): hay diferencia significativa entre el pretest y post-test aplicado al grupo de estudiantes.

Tabla 7. Resumen de pruebas de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre IAG_pre y IAG_pos es igual a 0.	Prueba de Wilcoxon de los signos de muestras relacionadas	,038	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

A su vez, en la siguiente Tabla 8 se muestran los resultados de los índices de actitud global (IAG) por cada uno de los cuestionarios y su promedio.

Tabla 8. Resultados del COCTS pretest y post-test

COCTS	pretest	post-test
Interacción ciencia y tecnología: 10413	0,20	0,28
Comunicación científica: 70321	0,08	0,23
Modelos científicos 90211	0,04	0,11
Paradigmas y coherencia de conceptos: 91121	0,12	0,26
Promedio	0,11	0,22

Con base en estos resultados, se puede apreciar que la intervención tecnopedagógica tiene efectos positivos y mejora cada una de las actitudes de los estudiantes, según los cuatro cuestionarios.

A continuación, se muestran los resultados del análisis aplicado con la prueba de Chi-Cuadrado. Con la misma se busca determinar si existen diferencias estadísticamente

significativas entre los siete estilos de aprendizaje en función del COCTS aplicado antes (pre-test) y después (post-test) del desarrollo de la secuencia tecnopedagógica.

En la Tabla 9 se muestran los datos estadísticos de la prueba antes mencionada, donde el p-valor = 0,477 determina que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los estilos de aprendizaje en función del pre-COCTS.

Tabla 9. Chi-cuadrado y estilos de aprendizaje y pre-COCTS

Pruebas de chi-cuadrado – pre-test			
	Valor	g.d.l.	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	126,250 ^a	126	0,477
Razón de verosimilitudes	86,120	124	0,997
N de casos válidos	25		

^a 154 casillas (100,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,08.

En la Tabla 10 se muestran los datos estadísticos de la prueba, donde el p-valor = 0,251 determina que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los estilos de aprendizaje en función del post-COCTS.

Tabla 10. Chi-cuadrado y estilos de aprendizaje y post-COCTS

Pruebas de chi-cuadrado – post-test			
	Valor	g.d.l.	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	136,250 ^a	126	0,251
Razón de verosimilitudes	88,892	126	0,995
N de casos válidos	25		

^a 150 casillas (100,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,08.

El siguiente análisis estadístico corresponde al cálculo del tamaño del efecto mediante la prueba de “d de Cohen”. Para esta determinación se toma como dato la media y la desviación estándar promedio de los cuatro cuestionarios aplicados antes y después de la intervención tecnopedagógica. Dicha prueba permite maximizar el efecto cualitativo de la intervención a partir de los datos cuantitativos.

Los datos de la Tabla 11, permiten observar los cambios de las actitudes en función de los estilos de aprendizaje como resultado de la modalidad de trabajo tecnopedagógico planificado para la enseñanza del tema de los alcoholes y sus propiedades.

Tabla 11. Cambios de las actitudes en función de los estilos de aprendizaje

Agrupamiento	COCTS vs EA	Interacción ciencia y tecnología	Comunicación científica	Modelos científicos	Paradigmas y coherencia de conceptos
1° (44%)	Auditivo: A	0,08	-0,12	-0,01	0,40
	Kinestésico: T	-0,07	0,28	0,06	-0,05
	Visual: V	0,21	0,13	0,29	-0,11
2° (48%)	Auditivo-Kinestésico: AT	-0,07	0,28	0,06	-0,05
	Auditivo-Visual: AV	-0,21	0,26	0,03	0,03
	Visual-Kinestésico: VT	0,14	0,13	0,06	-0,19
3° (8%)	Auditivo-Kinestésico- Visual: ATV	0,36	0,45	0,23	-0,13

Dado que el valor de referencia de los IAG está normalizado, estos se encuentran en el rango comprendido entre -1 a +1. Cuando más próximo se encuentra al valor +1, determina que las actitudes son más informadas, en caso contrario las actitudes son más ingenuas o plausibles si se encuentran próximo a 0. A partir de esto, las interpretaciones se realizan en función de las categorías del COCTS.

Interacción Ciencia y Tecnología

Los estudiantes con los siguientes estilos de aprendizaje: visual-kinestésico (VT), visual (V) y auditivo-kinestésico-visual (ATV) en orden creciente, presentan actitudes más informadas sobre los temas abordados en este cuestionario. Los estudiantes con estilos de aprendizaje, kinestésico (T) y auditivo-kinestésico (AT) presentan respuestas ingenuas, mientras que los más desinformados son aquellos con estilos de aprendizaje auditivo-visual (AV).

Las frases adecuadas fueron elegidas en un 59%. La primera afirma que los avances tecnológicos conducen al progreso de la ciencia, la segunda sostiene que la tecnología suministra herramientas y técnicas a la ciencia, y la tercera opción adecuada, sugiere que la disponibilidad de la tecnología influye en la dirección de la investigación científica.

También se aprecia una perspectiva ingenua de la tecnología como ciencia aplicada en un 24%.

Las dos opciones plausibles fueron elegidas en un 22%. La primera opción afirma que la tecnología es utilizada por la sociedad para descubrir nuevos conocimientos científicos, y la capacidad para crear tecnología marca el valor del conocimiento científico.

Con esto se aprecia la idea de que la tecnología amplía la capacidad de progreso de la ciencia.

Comunicación científica

Los estudiantes con estilos de aprendizaje ATV son aquellos que presentan actitudes más informadas sobre los temas del cuestionario, seguidos por aquellos con estilos T y AT.

Dentro del proceso de construcción científica, la comunicación de los resultados de una investigación constituye una de las etapas finales. Esto implica como tarea interna de las ciencias, discutir el descubrimiento con otros científicos para comprobarlo, verificarlo y, en su caso, corregirlo antes de hacerlo público. Esta opción constituye una de las categorías adecuadas del cuestionario y es elegida por el 72% de los estudiantes.

El 28% de los estudiantes eligieron las opciones ingenuas y plausibles. Entre las opciones más nominadas de la categoría ingenua, se afirma que el equipo de investigación debería anunciar el descubrimiento directamente al público porque los ciudadanos tienen

derecho a saber sobre un descubrimiento tan pronto como se haya hecho. Por otro lado, la categoría plausible se refiere a que el equipo de investigación debería tener libertad para decidir quién lo conoce primero.

Modelos científicos

Los estudiantes con estilos de aprendizaje V son aquellos que presentan más actitudes informadas sobre los temas del cuestionario. Le siguen ATV y, por último, los demás estilos de aprendizaje en igual proporción.

En cuanto a la naturaleza de los modelos científicos, la opción elegida en un 36% pertenece a la categoría plausible, que sostiene que los modelos científicos son aproximaciones de la realidad basadas en observaciones científicas e investigación. Por otro lado, las frases adecuadas también son elegidas en un 36% y afirman que los modelos científicos no son copias exactas de la realidad, sino que son útiles para aprender y explicar dentro de sus limitaciones; cambian con el tiempo y con el estado del conocimiento, al igual que lo hacen las teorías. Las opciones ingenuas fueron elegidas en menor proporción.

Paradigmas y coherencia de conceptos

Los estudiantes con estilos de aprendizaje A son aquellos que presentan actitudes más informadas sobre los temas abordados en el cuestionario. Les siguen los estudiantes con estilos de aprendizaje AV, mientras que los demás estilos de aprendizaje (AT, T, V, ATV, VT) muestran índices negativos, lo que implica que las actitudes son ingenuas. Ningún índice se acerca a -1, lo que sugiere que los estudiantes no están totalmente desinformados.

En cuanto a las opciones adecuadas, elegidas en un 60%, sobre las ideas científicas, afirman que pueden tener diferentes significados en diversos campos, debido a que las ideas científicas pueden ser interpretadas de manera diferente en un campo que en otro. Las opciones plausibles fueron elegidas en un 25%, mientras que las ingenuas lo fueron en un 12%.

Reunidas en la Figura 5, se presentan los estilos de aprendizaje y las distintas categorías del COCTS, caracterizadas en los párrafos anteriores. Esta figura permite apreciar de manera global la tendencia entre estas dos variables.

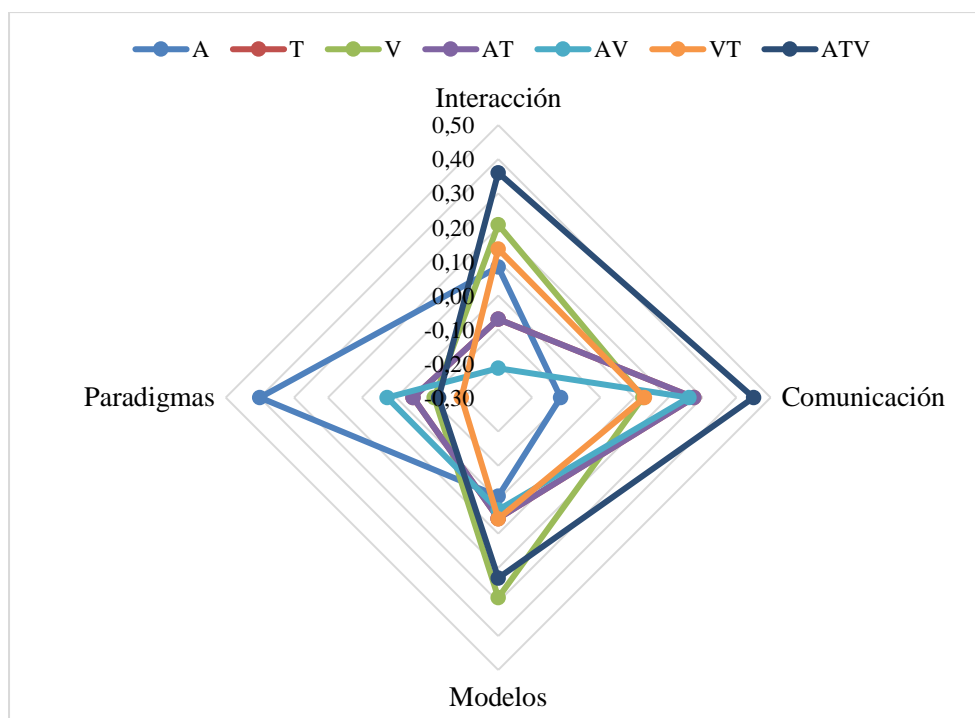


Figura 5. Contraste de resultados entre los subtemas del COCTS y los EA

La comunicación científica es un proceso crucial para compartir conocimiento, descubrimientos y avances en el ámbito científico con la comunidad académica y el público en general. Para que esta comunicación sea efectiva, es esencial tener en cuenta los diferentes canales de comunicación que se utilizan para transmitir la información.

Los canales de comunicación auditivo, visual y kinestésico son tres formas distintas en las que las personas reciben y procesan información, y lograr una adecuada comunicación, las personas deben desarrollar actitudes informadas al respecto.

Comunicación Auditiva: Este canal se enfoca en el sentido del oído y se refiere a la transmisión de información a través del lenguaje hablado o cualquier otra forma de sonido. En la comunicación científica, las conferencias, presentaciones orales, debates y entrevistas pueden ser ejemplos de canales auditivos. Los investigadores y científicos

utilizan este canal para comunicar sus hallazgos a través de charlas y discusiones en congresos y reuniones científicas.

Comunicación Visual: Este canal se centra en la vista y se refiere a la transmisión de información a través de imágenes, gráficos, tablas, diagramas y cualquier otro elemento visual. En el contexto científico, las publicaciones en revistas académicas y presentaciones con apoyo visual son ejemplos de canales visuales. Las ilustraciones y gráficos ayudan a presentar datos, resultados de investigaciones y conceptos complejos de manera clara y concisa.

Comunicación Kinestésica: Este canal se relaciona con el sentido del tacto y el movimiento y se refiere a la transmisión de información a través de acciones físicas y experiencia práctica. En el ámbito científico, los talleres, demostraciones en laboratorios y experimentos prácticos son ejemplos de canales kinestésicos. Esta forma de comunicación es especialmente útil para comunicar ideas científicas y facilitar la comprensión mediante la experiencia directa.

En resumen, la comunicación científica debe ser diversa y adaptarse a los diferentes estilos de aprendizaje de las personas, particularmente esta actitud lo desarrollan los estudiantes con altos índices en la categoría ATV, seguidos por los estilos AT y AV. Al combinar los canales auditivo, visual y kinestésico, los estudiantes pueden aumentar la eficacia y el impacto de su comunicación, llegando a una audiencia más amplia y facilitando la comprensión de los conceptos científicos más complejos. Esta categoría del COCTS se complementa con las de los modelos científicos y la interacción Ciencia y Tecnología. Aspectos sobresalientes que se encuentran los vértices verticales superior e inferior de la Figura 5.

En el caso de la categoría del COCTS: paradigmas, teorías y conceptos en ciencias, es un aspecto fundamental para comprender y explicar fenómenos naturales y sociales. Se presenta en la Figura 5 como una de las categorías más informadas en estudiantes con estilos de aprendizaje A. La comunicación auditiva desempeña un papel esencial en la transmisión de este conocimiento científico a través del lenguaje hablado. Los canales de comunicación auditiva permiten a los científicos compartir paradigmas,

teorías y conceptos con sus colegas y el público en general, de manera análoga ocurre con los estudiantes.

Esta forma de comunicación oral fomenta la interacción, la discusión y el intercambio de ideas, enriqueciendo el conocimiento científico escolar y promoviendo el aprendizaje de la ciencia. Además, al utilizar la comunicación auditiva, los estudiantes pueden adaptar su mensaje en función del nivel de conocimiento y experiencia de su audiencia, lo que mejora la transmisión efectiva del conocimiento científico a un público diverso, incluyendo a sus pares.

Cuando se utilizan modelos de la ciencia, el canal de comunicación visual permite transmitir información compleja de manera clara y concisa. A través de imágenes, gráficos y diagramas, los estudiantes, así como los científicos pueden mostrar la estructura y las interacciones de los elementos involucrados en un fenómeno específico. Esto facilita la comprensión tanto para otros estudiantes como para el público general, ya que las representaciones visuales ayudan a simplificar conceptos complejos y a hacerlos más accesibles.

Además, el canal de comunicación visual es especialmente útil para comparar diferentes modelos y teorías científicas, esto requiere desarrollar actitudes informadas adecuadas. Al presentar visualmente las similitudes y diferencias entre diferentes enfoques, los estudiantes pueden promover un debate más claro y constructivo en la comunidad escolar.

5.4) Análisis y resultados del cuestionario de ideas iniciales y entrevista final de autoevaluación

En el presente apartado se presentan las respuestas de cada consigna de la actividad de diagnóstico e ideas iniciales, utilizadas en la actividad 2 y aplicada nuevamente al finalizar la intervención tecnopedagógica, a modo de autoevaluación. Las respuestas de los estudiantes se agrupan en las siguientes cuatro categorías: adecuadas, inadecuadas, incompletas y no responde.

Las respuestas cuantitativas y sus ejemplos cualitativos se presentan organizadas en las Figuras 6, 7 y 8 de la siguiente manera:

- Consigna 1.a y 1.b: Gráficos y ejemplos.
- Consigna 2.a, 2.b y 2.c: Gráficos y ejemplos.
- Consigna 2.d y 2.e: Gráficos y ejemplos.

La consigna 1.a y 1.b) hace referencia a la estructura y su relación con la solubilidad y punto de inflamación de dos compuestos que tienen oxígeno y la misma cantidad de átomos de carbono, pero sus grupos funcionales son diferentes, alcohol y éter.

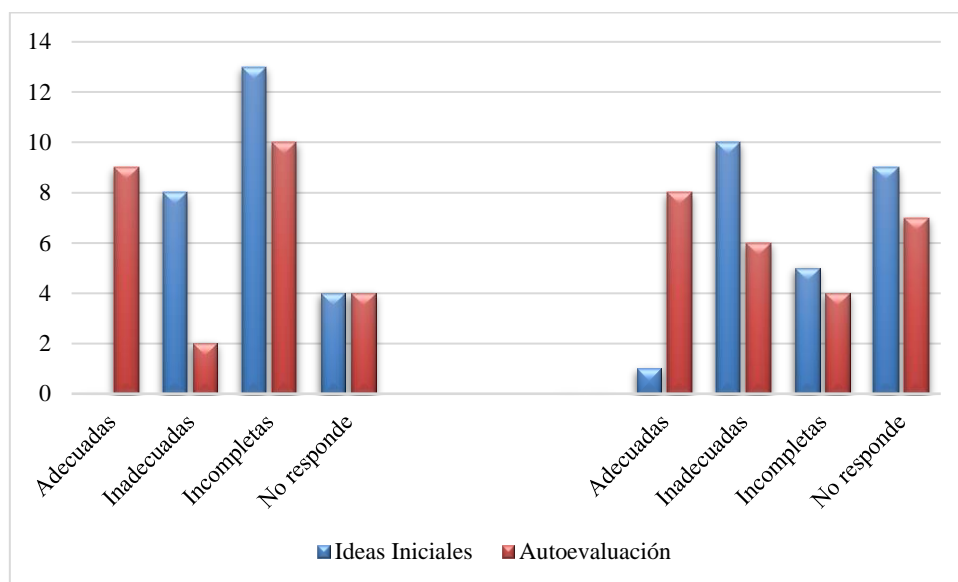


Figura 6. Respuestas ideas iniciales versus autoevaluación de la actividad 1.a (izquierda) y 1.b (derecha).

En este caso se presentan algunas de las respuestas de los estudiantes antes de la intervención tecnopedagógica (se utiliza cursiva para destacar la respuesta literal del caso-ejemplo):

Ejemplo de respuesta inadecuada del ítem:

1.a) *“la solubilidad tiene relación con el oxígeno libre. La agregación es posible gracias a los hidrógenos. Tiene un gran punto de inflamación por su fórmula molecular, además de ser cerrado y etanol”.*

1.b) *“La ilustración 3A cumple con el oxígeno libre y los carbonos unidos al hidrógeno”.*

Ejemplo de respuesta incompleta 1.a y 1.b): *“la fórmula molecular es igual, es decir ambos compuestos tienen la misma cantidad, pero el oxígeno está distribuido en diferente lugar y la imagen 3B tiene enlace más débil”.*

A continuación, se presentan los tres tipos de respuestas de los estudiantes posterior a la intervención tecnopedagógica, articulando los dos ítems anteriores (a y b) del punto 1:

Ejemplo de respuesta inadecuada: *“el éter es incoloro, inflamable, bajo punto de ebullición y se relaciona mi explicación con la 3.B ya que esta es un éter”.*

Ejemplo de respuesta incompleta: *“los relaciono con la solubilidad ya que ambos son solubles en agua porque tienen bajo peso molecular”*

Ejemplo de respuesta adecuada: *“ como sabemos el alcohol posee una fórmula molecular C_2H_6O mejor conocido como etanol, al tener un grupo oxhidrilo (OH) hacen la solubilidad en agua por lo que posee una fuerza de puente de hidrógeno, la parte hidrófoba tiene fuerzas de London (apolar). Al tener un punto de inflamación $17^{\circ}C$ hace que sea peligroso al ponerse en contacto con el fuego. Además, su cantidad de carbonos (2) lo que define su estado líquido. La ilustración 3.A se relaciona mejor con la explicación anterior ya que posee dos átomos de carbono, 6 hidrógenos y un oxígeno, donde este se encuentra fuera de la cadena, si el oxígeno se encuentra en la cadena es un éter. El grupo oxhidrilo hará la molécula soluble en agua”.*

En el caso de la respuesta adecuada, el estudiante puede identificar las fuerzas de unión intermoleculares, la cantidad de carbonos y relaciona las estructuras con sus propiedades. Los cambios que se aprecian con la respuesta inicial son que el estudiante puede identificar que la cadena no es cerrada, el oxígeno está combinado y no en estado libre. También reconoce las sustancias y a los elementos como constituyentes de ellas. Además, con respecto a la estructura, reconoce que el grupo funcional éter es parte de la cadena carbonada y el grupo funcional del alcohol, está enlazado como lo hacen los sustituyentes.

En la consigna 2 se busca que los estudiantes puedan relacionar los distintos modelos de las ilustraciones 4.A, 4.B y 4.C con diferentes aspectos: composición de las sustancias y sus enlaces, hibridación, distintos modelos y diferenciar sustancias de elementos.

A continuación, se presenta los resultados cuantitativos en la Figura 7 y posteriormente ejemplos de respuestas con su interpretación.

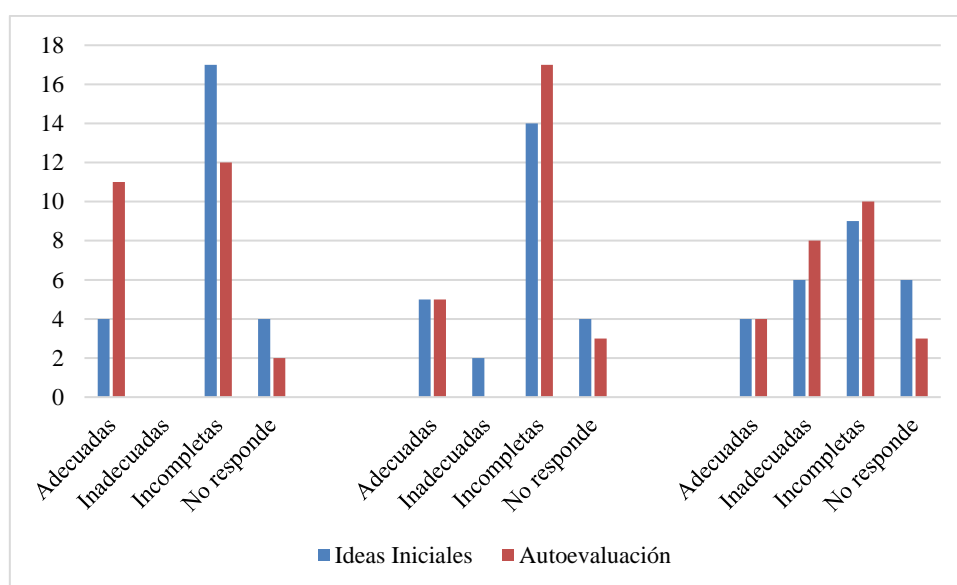


Figura 7. Respuestas ideas iniciales versus autoevaluación de la actividad 2.a (izquierda), 2.b (centro) y 2.c (derecha).

Se muestran algunas de las respuestas de los estudiantes al ítem “a” antes de la intervención tecnopedagógica:

Ejemplo de respuesta incompleta: *“los modelos 4.A y 4.C son las más descriptivas porque apreciamos mejor la forma mientras que en la 4.C se aprecian los elementos. En la C podemos apreciar la estructura C_2H_6O y en la B vemos como se unen a otros”*.

Ejemplo de respuesta adecuada: *“la más descriptiva es la imagen 4.A ya que puedo ver cuales tienen dobles enlaces y también el espacio que ocupan. Además de la cantidad de carbonos e hidrógenos que tiene y el oxígeno que posee”*.

A continuación, se presentan las respuestas a la misma consigna posterior a la intervención tecnopedagógica,

Ejemplo de respuesta incompleta: *“la más descriptiva es la 4.A podemos ver su deslocalización electrónica, compuestos, cantidad de enlaces y puntos de unión”*.

Ejemplo de respuesta adecuada: *“los modelos 4.A y 4.C son las más descriptivas porque apreciamos mejor la forma mientras que en la 4.C se aprecian los elementos. En la 4.C podemos apreciar la estructura C_2H_6O y en la 4.B vemos como se unen a otros. En la 4.A porque en la A vemos la estructura en modelo de varillas y podemos apreciar la deslocalización electrónica. En cambio, en la 4.B se detalla mejor a los elementos ya que es un modelo de bolas y varillas”*.

En este caso en la respuesta adecuada, el estudiante puede identificar distintos tipos de modelos, la manera en que se enlazan los carbonos haciendo alusión a los enlaces dobles y simples.

El número de respuestas incompletas que se pueden observar en la Figura 7 en este ítem, tiene que ver con la cantidad de aspectos a relacionar con las estructuras que se aprecian en esta consigna. Los estudiantes hacen hincapié en los elementos y los tipos de

modelos, y dejan de lado cómo se enlazan cada elemento involucrado en las distintas moléculas.

Haciendo referencia a la consigna 2.b, se muestran algunas de las respuestas de los estudiantes antes de la intervención tecnopedagógica:

Ejemplo de respuesta inadecuada: *“en la 4.B y 4.C la puedo encontrar igual es que son reacciones de cadena abierta mientras que la diferencia al 4.A es una cadena, pero cerrada, pero también es una reacción”*.

Ejemplo de respuesta incompleta: *“la diferencia fundamental es la cantidad de carbonos e hidrógenos.*

Ejemplo de respuesta adecuada: *“la primera diferencia es que la imagen 4.B y 4.C son cadenas de carbono abiertas mientras que la imagen 4.A es cerrada y posee dobles enlaces. Entre la imagen 4.C y 4.B es que la 4.B es una cadena más larga”*.

A continuación, se presentan las respuestas al mismo ítem, posterior a la intervención tecnopedagógica:

Ejemplo de respuesta incompleta: *“las tres sustancias son compuestos orgánicos. La 4.B y 4.C son distintos compuestos, pero usan el mismo modelo. La 4.A es un modelo distinto”*.

Ejemplo de respuesta adecuada: *“la primera diferencia es que la imagen 4.B y 4.C son cadenas de carbono abiertas mientras que la imagen A es cerrada y posee dobles enlaces. Entre la imagen 4.C y 4.B es que la 4.B es una cadena más larga. La 4.A modelo de varillas finas y de deslocalización electrónica; 4.B y 4.C modelo de varillas y bolas”*.

En la respuesta adecuada se aprecia que el estudiante visualiza los modelos y sus distintas características estructurales.

En esta consigna 2.b. aumentan las respuestas incompletas porque los estudiantes relacionan algunos aspectos, diferencias o similitudes, y deben considerar ambas. También no consideran el tipo de modelo de las imágenes.

En la consigna 2.c, algunas de las respuestas de los estudiantes antes de la intervención tecnopedagógica:

Ejemplo de respuesta incorrecta: *“el elemento principal es el oxígeno y el patrón que encuentro que por cada oxígeno hay hidrógeno”*.

Ejemplo de respuesta incompleta: *“el elemento principal es el carbono. El patrón que encuentro que aparecen dos carbonos que están unidos a hidrógenos y tiene un oxígeno. En 4.A podemos observar un hexágono”*.

Ejemplo de respuesta adecuada: *“el elemento principal es el carbono. El patrón que puedo encontrar es que los tres poseen los mismos elementos y la B y A tienen al oxígeno como sustituyente. La forma de la A es un hexágono”*

A continuación, se presentan las respuestas al mismo ítem, posterior a la intervención tecnopedagógica:

Ejemplo de respuesta inadecuada: *“el hidrógeno”*.

Ejemplo de respuesta incompleta: *“hidrógeno, carbono y oxígeno”*.

Ejemplo de respuesta adecuada: *“el elemento principal es el carbono. El carbono está unido al hidrógeno y en menor proporción el oxígeno. La forma de la 4.A es hexagonal”*.

Los cambios que se pueden apreciar en las respuestas son que los estudiantes especifican más características con respecto al patrón, y si bien expresan los tipos de hibridaciones no son plasmadas en sus respuestas.

En este ítem “c”, hay un aumento de las respuestas inadecuadas ya que los compuestos son alcoholes, los estudiantes consideran el oxígeno como elemento principal de estos compuestos, haciendo referencia a la función alcohol.

Respecto a los ítems 2.d y 2.e disponibles en la Figura 8, se tiene los resultados siguientes.

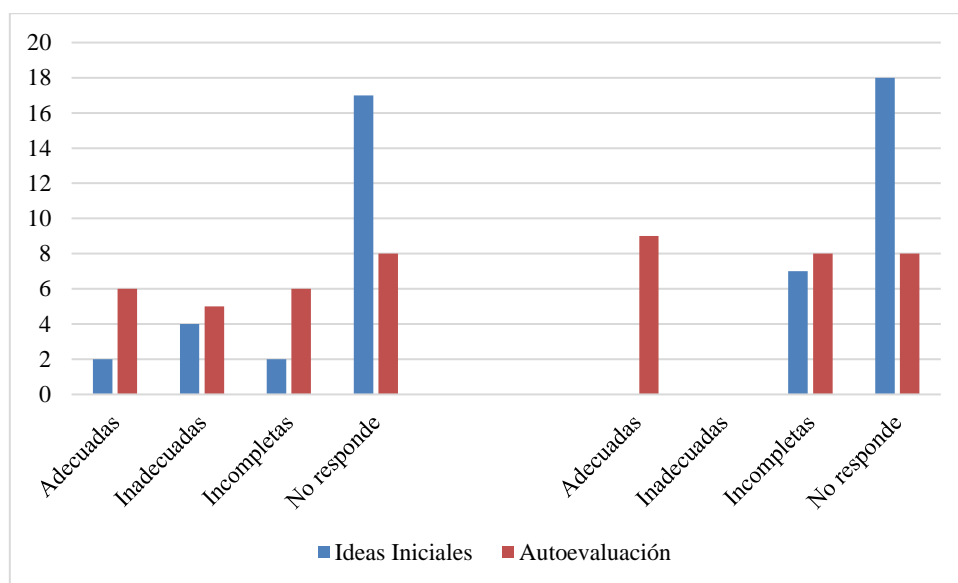


Figura 8. Respuestas ideas iniciales versus autoevaluación de la actividad 2.d (izquierda) y 2.e.(derecha).

Con respecto a las ideas iniciales de los estudiantes en la consigna 2.d. algunas de sus respuestas:

Ejemplo de respuesta inadecuada: *“la imagen A es un benceno, la B octano y la C propano”*.

Ejemplo de respuesta incompleta: *“en la imagen B y C se encuentran enlaces simples y en la A hay enlaces dobles”*.

Ejemplo de respuesta adecuada: *“la relación es que los hidrógenos se relacionan y van unidos al carbono, sus enlaces son simples y los electrones se distribuyen de manera equitativa”*.

Después de la intervención tecnopedagógica las respuestas de los estudiantes a la consigna 2.d.

Ejemplo de respuesta inadecuada: *“ninguna relación”*.

Ejemplo de respuesta incompleta: *“estructuralmente se aprecia que todos contienen un átomo de oxígeno como sustituyente y al hidrógeno acompañado. Los puentes de hidrógeno y la cadena carbonada abierta influyen en la cantidad de hidrógenos”*.

Una respuesta adecuada *“la relación es que el OH se enlaza a un carbono y dependiendo de cuantas uniones tenga este se determinará la clasificación del alcohol y sus características de acuerdo con su distribución”*.

Algunos de los cambios que se pueden apreciar en las respuestas después de la intervención tecnopedagógica es en relación con las estructuras ya que en un inicio hacen referencia a los compuestos como alcanos e hidrocarburos aromáticos (benceno, propano, octano), que luego cambia a alcoholes. De esta manera se concluye que todos los compuestos de las consignas anteriores poseen grupo oxhidrilos, son alcoholes.

En esta consigna “d” hay un aumento de las respuestas adecuadas e incompletas, disminuyendo las no contestadas.

Con respecto a las ideas iniciales de los estudiantes en la consigna 2.e. contestaron:

Una respuesta incompleta: *“4.A porque es distinto y no sabría distinguirlo. Solo el 4.B y 4.C distingo las características”*.

Luego de la intervención tecnopedagógica las respuestas para la misma consigna:

Una respuesta incompleta: *“en la A”*.

Una respuesta adecuada: “en todas las imágenes permite apreciar que las sustancias tienen propiedades distintas de los elementos que la componen, pero la que da más información es la 4.A ya que se aprecian los dobles enlaces”.

Las respuestas incompletas tienen relación con elegir una de las imágenes y no realizan la justificación.

El cambio que se aprecia al finalizar la intervención tecnopedagógica, es que los estudiantes utilizan los modelos para poder distinguir los constituyentes de las sustancias, sus enlaces y las propiedades distintas de los elementos con las sustancias.

Desde un análisis holístico, se observa que en la mayoría de las consignas se evidencia un incremento en el número de respuestas adecuadas e incompletas después de la intervención tecnopedagógica. Asimismo, se aprecia una reducción en la cantidad de consignas no respondidas.

5.5) Análisis y resultados del análisis mixto

En este estudio de caso, se lleva a cabo una entrevista a los estudiantes que presentan distintos estilos de aprendizaje. A continuación, se muestran los resultados comparando los tres instrumentos en la Tabla 12, describiendo los resultados de cada agrupamiento de EA.

Tabla 12. Comparación de los EA – IAG – Entrevista

Estilos de aprendizaje	EA	IAG		Entrevista		
		Pretest	Post-test	Adecuada	Inadecuada	Incompleta
Auditivo:	A = 12%	-0,01	0,08	3	1	3
Kinestésico:	T = 16%	0,09	0,15	0	2	5
Visual:	V = 16%	0,20	0,33	6	0	1
Auditivo-Kinestésico:	AT = 8%	0,09	0,15	4	0	3
Auditivo-Visual:	AV = 20%	0,07	0,10	1	1	5
Visual-Kinestésico:	VT = 20%	0,11	0,14	4	0	3
Auditivo-Kinestésico-Visual:	ATV = 8%	0,06	0,29	4	1	2

En el primer agrupamiento, que incluye a aquellos estudiantes que presentan un solo estilo de aprendizaje, los mejores posicionados para resolver las consignas planteadas después de la intervención tecnopedagógica son aquellos con estilo de aprendizaje visual. Estos estudiantes obtienen la mayor cantidad de respuestas adecuadas y ninguna inadecuada. La razón de su desempeño se debe a que las actividades relacionadas con estructuras y propiedades requieren visualizar los modelos de las sustancias para determinar sus características y propiedades. Estos estudiantes son aquellos que perciben y aprenden mejor al ver e interpretar la información escrita.

En el segundo agrupamiento, se encuentra que los estudiantes con estilos de aprendizaje AT y VT obtienen la mayor cantidad de respuestas adecuada, mientras que aquellos con estilo de aprendizaje AV presentan respuestas incompletas en general. En este caso, la forma de trabajo en el aula, que implica consultar con sus compañeros, analizar y compartir resultados, beneficia a aquellos que perciben a través de la audición y prefieren realizar productos (como modelos y análisis de sustancias). Por lo tanto, los estudiantes con estilos AT y VT logran resolver las consignas con mayor precisión.

Por último, en el tercer agrupamiento, los estudiantes con un estilo de aprendizaje combinado de los tres estilos (ATV) obtienen la mayoría de las respuestas adecuada y algunas incompletas, pero también hubo una respuesta inadecuada. Esto se debe a que los canales de percepción auditivo, visual y kinestésico se ven estimulados por las diversas actividades propuestas, que incluyen la interacción con compañeros, la realización y visualización de modelos, y el análisis de propiedades en función de las estructuras.

A partir de la intervención tecnopedagógica se observa que el desempeño en las tareas planteadas se ve afectado por los distintos estilos de aprendizaje de los estudiantes.

El uso del canal de comunicación visual es especialmente relevante para aquellos con estilo de aprendizaje visual, ya que les permite comprender mejor las estructuras y propiedades de las sustancias. Por otro lado, los estilos de aprendizaje auditivo y kinestésico se benefician del trabajo colaborativo y la interacción en el aula. Los estudiantes con un estilo de aprendizaje combinado demuestran una combinación de fortalezas y debilidades, lo que muestra que la estimulación de múltiples canales de

percepción puede ser beneficiosa, pero también puede presentar desafíos para ciertas tareas.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES

En este trabajo, se persiguió el objetivo general de explorar y comprender los efectos de una intervención tecnopedagógica, mediada por el software ACD/ChemSketch como sistema dinámico de modelización y simulación digital, en el proceso de aprendizaje de los alcoholes y sus propiedades por parte de estudiantes de quinto año de la escuela secundaria.

Para alcanzar este objetivo, se plantearon objetivos específicos que incluyen el diseño e implementación de un material tecnopedagógico basado en el software ACD/ChemSketch, enfocado en el contenido específico de química de quinto año, antes mencionado. Además, se llevó a cabo una caracterización de los estilos de aprendizaje y las actitudes de los estudiantes, evaluando su influencia en las ideas científicas adquiridas antes y después del uso del software de modelización, empleando enfoques cualitativos y cuantitativos. Por último, se analizaron y discutieron los resultados obtenidos, con el fin de aportar al fortalecimiento de la enseñanza y el aprendizaje de la química a través de la mediación de software de modelización.

En la actualidad, la enseñanza se concibe como una actividad fundamentalmente basada en la interacción social, mientras que el proceso de aprendizaje se presenta como un fenómeno complejo, influenciado por múltiples variables de diversa naturaleza. Por esta razón, se hace imperativo la implementación de técnicas y estrategias innovadoras en el ámbito educativo. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación desempeñan un papel crucial al reforzar y transformar las prácticas educativas, actuando como mediadores entre el conocimiento que debe construirse y las actividades que deben realizar los estudiantes.

En química la construcción de modelos, con el modelizador, es un proceso dinámico y creativo que favorece la visualización de entidades abstractas haciendo que el estudiante se involucre en su aprendizaje. Como el aprendizaje es un proceso de

reconstrucción de significados que cada individuo realiza en función de su experiencia. Los estudiantes efectúan la actividad de ideas iniciales que se fue reformulando a medida que realizan las diferentes actividades de modelización con el software ACD/ChemSketch. Este proceso se evidencia con la autoevaluación donde sus ideas iniciales fueron cambiando y dieron lugar a la incorporación de los nuevos conocimientos, ya que sus respuestas fueron adecuadas. De esta manera, las aplicaciones de modelización tienen el potencial de acercar a los estudiantes a la representación de estructuras químicas para mejorar su comprensión y poder relacionarlas con las propiedades de los diferentes compuestos, como es, en este caso de los alcoholes.

En este grupo de estudiantes los estilos de aprendizaje reflejados en el test de Barsch, se caracterizaron en tres grupos, los que tienen una sola forma de aprender como los auditivos (A), kinestésicos (T), visual (V) y los que tienen estilos combinados como AT, AV, y VT y por último los que presentan los tres estilos de aprendizajes (AVT). El conocer los estilos de aprendizajes de los estudiantes, es decir cómo cada persona utiliza su propio método o estrategia para aprender, permite poder flexibilizar la enseñanza, buscando mejores estrategias y potenciar en los estudiantes cada una de sus características.

En los estudiantes con estilo de aprendizaje visual les permite comprender mejor las estructuras y propiedades de las sustancias; ya que su forma de aprender tiene relación con el sentido de la vista, lo que les permite la visualización de las imágenes y elaboración de modelos de las sustancias. También las relaciones con las propiedades de los alcoholes, ya que se trabaja con textos escritos y vídeo explicativo para el uso del software ACD/ChemSketch.

En cambio, los que tienen estilos de aprendizaje auditivo y kinestésico se vieron beneficiados por el trabajo colaborativo y la interacción áulica. Los estudiantes con estilos de aprendizaje auditivo aprenden con mayor facilidad con aquello que oyen, en este estudio de caso lo hicieron compartiendo con sus pares y el docente, las distintas actividades, expresándose y en las distintas exposiciones de las tareas realizadas.

Los estudiantes con estilo de aprendizaje kinestésico aprenden a través del movimiento, en este estudio se ven beneficiados por sus habilidades de percepción de

volúmenes, medidas concretas y abstractas y la facilidad de transformar cosas como el construir los modelos de las sustancias con el uso del modelizador.

Los estudiantes con estilos combinados tienen estimulaciones de múltiples canales que en algunos casos pueden ser beneficiosas y en otras presentar dificultades.

Hay que tener en cuenta que todas las personas aprenden con un poco de todo. El trabajo colaborativo en las distintas actividades es valorado por los estudiantes ya que hacen hincapié en el trabajo con el otro y lo que aprenden de sus compañeros, marcando las distintas habilidades de cada uno del grupo conformado, pudiendo intercambiar ideas y lograr la optimización en el trabajo realizado con la participación de cada uno de sus integrantes. En este caso cada grupo utilizó un método de análisis de las propiedades que luego compartieron con los demás grupos de la clase favoreciendo la interacción y el respeto por las ideas planteadas por otros.

Para que los cambios en el aprendizaje no queden invisibilizados, estos se evalúan utilizando la combinación de métodos cualitativos y cuantitativos, ya que las formas de aprender tienen naturaleza compleja. En este trabajo los métodos cuantitativos no arrojaron variaciones significativas, las que se evidenciaron con los métodos cualitativos.

Para educar es necesario que los estudiantes posean o desarrollen actitudes que favorezcan el aprendizaje. En ciencias se define actitud como las disposiciones psicológicas personales sobre la valoración positiva o negativa de un objeto a través de respuestas implícitas o explícitas. Es decir que las actitudes tienen un carácter multidimensional que integra componentes cognitivos, afectivos-evaluativos y conductuales. Con respecto a las actitudes de los estudiantes de 5° año, se pudo observar que la intervención tecnopedagógica tuvo efectos positivos y de mejora de las actitudes dado por los cuatro cuestionarios COCTS, ya que el índice de actitud global (IAG) se incrementó. En ellos se evaluaron temas relacionados con la interacción de la ciencia y la tecnología; los modelos científicos; la comunicación científica; paradigmas y coherencia de conceptos. Se encontró que los estudiantes de este nivel educativo no presentaron actitudes desinformadas en cuanto a los temas abordados en estos cuestionarios en los dos momentos (pre y post-test) donde fueron efectuados.

La comunicación científica debe ser diversificada y adaptarse a los distintos estilos de aprendizaje de las personas. En particular, esta actitud es más común entre los estudiantes con altos índices en la categoría de aprendizaje ATV, seguidos por los AT y AV. Al combinar los canales auditivos, visuales y kinestésico, los estudiantes pueden mejorar la eficacia y el impacto de su comunicación, llegando así a una audiencia más amplia y facilitando la comprensión de los conceptos científicos más complejos. Esta categoría del COCTS se complementa con las de los modelos científicos y la interacción entre Ciencia y Tecnología.

En la categoría del cuestionario COCTS: paradigmas, teorías y conceptos en ciencias, desempeñan un papel fundamental en la comprensión y explicación de fenómenos naturales y sociales. Se observa que esta categoría es especialmente relevante para aquellos estudiantes que tienen preferencia por el estilo de aprendizaje auditivo. En la transmisión de este conocimiento científico, la comunicación auditiva juega un papel esencial a través del lenguaje hablado. Los canales de comunicación auditiva permiten que los científicos compartan sus paradigmas, teorías y conceptos tanto con colegas como con el público en general, y esta dinámica se asemeja a la forma en que los estudiantes acceden a esta información.

De esta manera, el uso de la comunicación oral estimula la interacción, el debate y el flujo de ideas, enriqueciendo así el conocimiento científico escolar y fomentando el aprendizaje de la ciencia. Además, al emplear la comunicación auditiva, los estudiantes tienen la capacidad de ajustar su mensaje según el nivel de conocimiento y experiencia de su audiencia, lo que, a su vez, mejora la efectividad en la transmisión del conocimiento científico a un público diverso, incluyendo a sus compañeros.

En el empleo de modelos científicos se beneficia el canal de comunicación visual, que posibilita la transmisión de información compleja de manera clara y concisa. Mediante el uso de imágenes, gráficos y diagramas, tanto estudiantes como científicos pueden exponer de manera efectiva la estructura y las interacciones de los elementos involucrados en un fenómeno específico. Esto, a su vez, simplifica la comprensión tanto para otros alumnos como para el público en general, dado que las representaciones visuales contribuyen a simplificar conceptos complejos y hacerlos más accesibles.

Además, el canal de comunicación visual es especialmente útil para comparar diferentes modelos y teorías científicas, esto requiere desarrollar actitudes informadas adecuadas. Al presentar visualmente las similitudes y diferencias entre diferentes enfoques, los estudiantes pueden promover un debate más claro y constructivo en la comunidad escolar.

Los resultados antes analizados permiten evidenciar que la enseñanza a través de modelizador favoreció el desarrollo de la capacidad tridimensional permitiendo a los estudiantes mejorar la comprensión de las estructuras de los alcoholes y sus propiedades. Esto se evidencia en el desarrollo del trabajo realizado con las estructuras 3D de los distintos alcoholes y sus diferentes análisis con respecto a las propiedades solubilidad y punto de ebullición. También en el cambio positivo que se produce en las respuestas de la autoevaluación.

Los estudiantes después de la intervención tecnopedagógica medida por el software ACD/ChemSketch consiguen a través de la visualización de los modelos de sustancias, alcoholes, colocar sus nomenclaturas, comprender las propiedades de solubilidad y punto de ebullición y relacionarla con la estructura de estos compuestos.

Algunas de sus relaciones:

- Los alcoholes contienen carbono, hidrógeno y oxígeno, su grupo funcional es el oxhidrilo o hidroxilo.
- Los enlaces del carbono son cuatro, los del oxígeno dos y el hidrógeno uno.
- Los alcoholes que tienen igual número de carbonos y distinta estructura son isómeros.
- Los puntos de ebullición tienen relación con la cantidad de carbonos, más átomos más punto de ebullición. También tienen relación con el tipo de cadena.
- Son solubles en agua debido a la interacción de puentes de hidrógeno. Cuantos más carbonos menos solubles. También tienen relación con el tipo de cadena.
- Los éteres tienen los mismos constituyentes que los alcoholes, pero son funciones distintas. Se enlaza el oxígeno de distinta manera.

Para finalizar, el uso de las TIC fortalece el proceso de enseñanza y aprendizaje de la química, con el uso adecuado de los recursos elegidos.

En esta investigación, se ha explorado los efectos de una intervención tecnopedagógica centrada en el uso del software ACD/ChemSketch como una herramienta dinámica de modelización y simulación digital en el proceso de aprendizaje de los alcoholes y sus propiedades por parte de estudiantes de quinto año de la escuela secundaria.

A lo largo de este estudio, se ha alcanzado los objetivos planteados, diseñando y aplicando un material tecnopedagógico específico para la química de quinto año, caracterizando los estilos de aprendizaje y las actitudes de los estudiantes, y analizando exhaustivamente los resultados obtenidos. Estos resultados no solo han proporcionado una comprensión más profunda de cómo los estudiantes n el conocimiento químico, sino que también han destacado la influencia positiva de esta intervención tecnopedagógica en su proceso de aprendizaje.

En la actualidad, la enseñanza y el aprendizaje son procesos altamente interactivos y complejos, y es crucial adaptarse a las necesidades y estilos de aprendizaje individuales. La implementación efectiva de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el aula ha demostrado ser una estrategia eficaz para mejorar la comprensión y la retención del conocimiento científico.

Se ha observado cómo los estudiantes han utilizado el software ACD/ChemSketch para crear modelos 3D de sustancias químicas, comprender sus propiedades y establecer conexiones significativas entre la estructura molecular y las características físicas y químicas. Además, se ha identificado la importancia de considerar los diferentes estilos de aprendizaje de los estudiantes al diseñar estrategias de enseñanza, lo que ha resultado en un aprendizaje más efectivo y en una mejor comunicación de conceptos científicos.

En resumen, esta investigación resalta el potencial transformador de las TIC en el proceso educativo, particularmente en la enseñanza de la química. Al proporcionar a los estudiantes herramientas interactivas y personalizadas como el software ACD/ChemSketch, se puede promover un entendimiento más profundo y significativo de

los conceptos científicos. Así, se podrá seguir avanzando hacia un enfoque pedagógico más adaptativo y efectivo que promueva el aprendizaje y el interés en la ciencia en las aulas de la educación secundaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo Díaz, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para la ciudadanía, *Revista Eureka*, 1(1), 1-6
- Adúriz-Bravo, A. (2001). *Naturaleza de la ciencia y educación científica de calidad para todos y todas*. <https://didacticadelascienciasut.files.wordpress.com/2012/03/0021.pdf>
- Adúriz-Bravo, A. (2010). *Concepto de modelo científico: una mirada epistemológica de su evolución*. Didáctica de las Ciencias Naturales; el caso de los modelos científicos. Editorial Lugar.
- Anijovich, R. y González, C. (2011). *Evaluar para aprender: conceptos e instrumentos*. Aique.
- Anijovich, Camillon, Cappelletti, Hoffman, Katzkowicz y Mottier, (2010) (comp.). *La evaluación significativa*. Paidós.
- Area Moreira, M. (2022). *Tecnología educativa: La enseñanza y el aprendizaje con TIC. Laboratorio de Educación y nuevas Tecnologías*. Universidad de Laguna (España).
- Arias W., Zegarra Valdivia J. y Velarde O. (2014). Estilos de aprendizaje y metacognición en estudiantes de Psicología de Arequipa. *Liberabit*, 20(2), 267-279. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-48272014000200008&lng=es&tlng=es.
- Becerril, M. F. y Chávez López L. (2013). Chemscketch para aprender química orgánica. Plantel Dr. Pablo González Casanova, UAEMex. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/32907/CHEMSKETCH+PARA+APRENDER+QU%CDMICA+ORG%C1NICA+C.pdf;jsessionid=68FCEC9AFB57A11E471FB22880A9E9B6?sequence=1>
- Castro, S. y Guzmán, B. (2006). *Los estilos de aprendizaje en la enseñanza y el aprendizaje: Una propuesta para su implementación*. Caracas.
- Cazau, P. (2004). *Estilos de aprendizaje: Generalidades*. <https://esbanqn.infed.edu.ar/sitio/wp-content/uploads/2020/03/Estilos-de-Aprendizaje-Cazau.pdf>
- Camilloni, A. y Celman, S. (1998). *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo*. Paidós Educador.

- Del Barrio J. y Gutiérrez J. (2000). Diferencias en el estilo de aprendizaje, *Psicothema* 2000, 12(2), 180-186. Universidad de Cantabria.
- Castorina, J. A., Barreiro, A. y Toscano, A. G. (2007). Dos versiones del sentido común: las teorías implícitas y las representaciones sociales. En Castorina, J. A. (Coord). *Construcción conceptual y representaciones sociales. El conocimiento de la sociedad.* (pp. 205-238). Madrid, España: Miño y Dávila Editores.
- Cobo Romaní, C. y Moravec, J. W. (2011). *Aprendizaje Invisible.* Hacia una nueva ecología de la educación. Colección Transmedia XXI. Laboratori de Mitjans Interactius / Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona: Barcelona
- Galagovsky, L., Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y Analogías en la Enseñanza de las Ciencias Naturales. El Concepto de Modelo Didáctico Analógico. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 231-242.
- Gil Pérez, D. (1994). Relaciones entre el conocimiento escolar y el conocimiento científico. *Revista Investigación en la escuela*, 23.
- Gómez, A. (2014). El uso de representaciones multimodales y la evolución de los modelos escolares. (Cap. 3) en Merino, C., Arellano, M. y Adúriz-Bravo, A. *Avances en Didáctica de la Química: Modelos y Modelajes.* Instituto de Química, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
- Gómez Varona, V. O., Martínez Fabre, Z. y Torrecilla Doporto, O. B. B. (2022). Los estilos de aprendizaje. Su consideración en la clase encuentro de la Educación Superior, *Revista Didasc@lia: didáctica y educación*, 13(1), 1-27.
- Gordillo, M. M. (2010). Educar es más que enseñar es humanizar Divulga. Red Iberoamericana de Comunicación y divulgación científica (en línea), <http://www.oei.es/divulgacioncientifica/?MarGordillo-Educar-es>
- Gordillo, M. M. (coord.) y otros (2009) Documento de trabajo N° 3, 2009. Organización de Estados Iberoamericanos. <http://www.oei.es/DOCUMENTO3caeu.pdf>
- Hernández Sampieri R., Fernández Collado C. y Baptista Lucio P. (2006). *Metodología de la investigación.* McGraw-Hill
- Justí, R. (2011). Las concepciones de modelo de los alumnos, la construcción de modelos y el aprendizaje de las ciencias en A. Caamaño (coord.), *Didáctica de la Física y la Química* (N° 5, Vol. II, pp. 75-98). Grao.
- Koehler, M. J., Mishra, P. y Cain, W. (2015) ¿Qué son los contenidos tecnológicos y pedagógicos del contenido (TPACK)? *Revista Virtualidad, Educación y Ciencia*, 6(10), 9-23. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/vesc/article/view/11552>

- Marzocchi V., Vilchez A., D'Amato M., Marino L. y Vanzetti N. (2012) Incorporación de TICs de modelado molecular en la enseñanza universitaria de la Química. *Revista Iberoamericana De Tecnología En Educación Y Educación En Tecnología*, (8), 9–15. <https://doi.org/10.24215/18509959.0.p.9-15>
- Morales-Galicia, M. Gómez Moliné, M. y Reyes Sánchez, L. (septiembre-2013). *La diversidad en el aula: motivaciones y estilos de aprendizaje*. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias: Girona. pp. 2415-2420.
- Moreira Sánchez P. (2019). Las TIC en el aprendizaje significativo y su rol en el desarrollo cognitivo de los adolescentes. *ReHuSo: Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales*, 4(2), 1-12. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7047160>
- Morrison, R. T. y Boyd, R. B. (2019). *Química orgánica*. Editorial Pearson.
- Neiman, G. y Quarantana, G. (2006). Los estudios de caso en la investigación sociológica. En Vasilachis de Gialdino, I. (coord.). *Estrategias de investigación cualitativa*, (p. 213-234), Gedisa
- Pérez Jiménez, J. (2001). Programación Neurolingüística y sus estilos de aprendizaje. <http://www.aldeaeducativa.com/aldea/tareas2.asp?which=1683>
- Pintó, R. (2011). Las tecnologías digitales en la enseñanza de la Física y la Química en A. Caamaño (Ed.), *Didáctica de la Física y la Química* (5, Vol II, pp. 169-192). Grao.
- Rincón, D., Arnal, J., Latorre A. y Sans A. (1995). *Técnicas de investigación en ciencias sociales*. Dy-Kinson.
- Rosler, R. (2017). *Neen el aula: Estrategias basadas en las fortalezas para ayudar a que los niños con problemas del aprendizaje tengan éxito en la escuela y en la vida*. Asociación Educar para el desarrollo. <https://asociacioneducar.com/neurodiversidad-aula>
- Salica, M. A. (2019). Carga cognitiva y aprendizaje con TIC: estudio empírico en estudiantes de química y física de secundaria. *Revista Iberoamericana De Tecnología En Educación Y Educación En Tecnología*, (24), e08. <https://doi.org/10.24215/18509959.24.e08>

- Sanabria Totaitive, I. A. y Callejas Restrepo, M. M. (2012). Actitudes hacia las relaciones CTS: Estudio con docentes universitarios de Ciencias Naturales. *Praxis & Saber*, 3(5), 103-125. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477248389005>
- Sanmartí, N. (2022). *Enseñar y aprender ciencias: algunas reflexiones*. <https://www.redcientificaescolar.com/post/ense%C3%B1ar-y-aprender-ciencias-algunas-reflexiones-neus-sanmart%C3%AD>
- Santos Guerra, M. A. (1996). Evaluar es comprender. De la concepción técnica a la dimensión crítica. *Revista de Investigación en la Escuela*, 30, 5-13.
- Schwartzman, G., Tarasow, F. y Trech, M. (2014). Dispositivos tecnopedagógicos en línea: medios interactivos para aprender. En Aprendizaje abierto y aprendizaje flexible: más allá de formatos y espacios tradicionales. ANEP-Ceibal, Montevideo. <http://www.pent.org.ar/institucional/publicaciones/dispositivos-tecnopedagogicos-linea-medios-interactivos-para-aprender>
- Torres Quezada, C., Varela Gangas, P., Frías, M. y Flores-Morales P. (2017). *Implementación de Avogadro como visualizador y constructor de moléculas para alumnos de primer año de Odontología en la asignatura Química General y Orgánica*. *Revista educación química*, 78. <https://www.elsevier.es/es-revista-educacion-quimica-78-resumen-implementacion-avogadro-como-visualizador-constructor-S0187893X16300362>
- Vázquez Alonso, Á., Acevedo Díaz, J. A., Manassero Mas, M. A., y Acevedo Romero, P. (2006). Actitudes del alumnado sobre ciencia, tecnología y sociedad, evaluadas con un modelo de respuesta múltiple. *REDIE. Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 8(2), <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15508205>
- Vázquez-Alonso, Á., Manassero-Mas, M. A., Acevedo-Díaz, J. A. y Acevedo-Romero, P. (2006). El modelo de respuesta múltiple aplicado a la evaluación de las actitudes sobre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (CTS). Ponencia presentada en: *I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS-I*, México.
- Vázquez Alonso, Á., Manassero Mass, A., Bennassar Roig, A. y García, A. (2009). *Evaluar para un mundo en transformación: metodología e instrumentos de actitudes aplicados en el proyecto PIEARCTS*. Enseñanza de las Ciencias, Número Extra. VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias: Barcelona. (p. 565-569).

Vázquez Alonso, A. y Manassero Mas, M. A. (2013b). *Cuestionario de opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS), Manual de uso*. Palma de Mallorca, España: Universidad de las Islas Baleares.