



# **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla**

**Facultad de Ciencias de la Electrónica**

**Doctorado en Sistemas y Ambientes Educativos**

**Desarrollo de competencias investigativas y uso de las TIC en  
estudiantes universitarios del área de ciencias Químico-Biológicas**

Tesis que para obtener el grado de Doctora en Sistemas y  
Ambientes Educativos

Presenta:

Mayra Nayeli Márquez Specia

Asesora: Dra. Josefina Guerrero García

Co-asesora: Dra. Yadira Navarro Rangel

Evaluadores externos

Dr. César Alberto Collazos Ordóñez

Dra. Yunuén Ixchel Guzmán Cedillo

Lectores

Dr. Juan Manuel González Calleros

Dr. Roberto Carlos Ambrosio Lázaro

Abril 2022

## **Dedicatoria**

Esta tesis esta dedicada a mis padres, como siempre solo puedo agradecer por tanto amor y apoyo incondicionales, por estar siempre a mi lado, por enseñarme siempre con el ejemplo y regalarme su maravillosa compañía.

A mi hermano por tantos momentos juntos y por ser parte de mi vida.

A mi hermosa familia por estar siempre conmigo, por regalarme tantas risas y amor.

A todas aquellas personas que han sido parte de mi vida dejándome recuerdos y enseñanzas

### **Agradecimientos**

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico otorgado para la realización de mis estudios de doctorado.

Agradezco a mi asesora de tesis la Dra. Josefina Guerrero García por la guía que me ha brindado apoyándome para concluir mis estudios, para ella toda mi admiración y respeto. Así mismo agradezco a mi co-asesora, la Dra. Yadira Navarro Rangel por sus enriquecedoras aportaciones y por su apoyo y confianza.

A todos los miembros del Núcleo Académico Básico del Doctorado en Sistemas y Ambientes Educativos de la Facultad de Electrónica: Dra. Josefina Guerrero, Dra. Yadira Navarro, Dr. Juan Manuel González, Dr. Alfonso Cano, Dr. Daniel Mocencahua y al Dr. Iván Olmos. A los evaluadores externos, Dra. Yunuén Guzmán y Dr. Cesar Collazos por su tiempo, dedicación y sus consejos y comentarios para mejorar mi desempeño como investigadora y especialmente al Dr. Roberto C. Ambrosio por iniciar este proyecto conmigo y guiarme en el inicio.

A mis compañeros del doctorado por el apoyo y consejos, pero sobre todo por tantos buenos momentos.

A mis compañeros y directivos de la Facultad de Ciencias Químicas por todo su apoyo, comprensión y acompañamiento a lo largo de este proceso, especialmente al Dr. Jorge Raúl Cerna, por su apoyo incondicional.

Al Dr. David Feldon de la Universidad Estatal de Utah por guiarme a lo largo de mi estancia doctoral y por su gran aportación a este proyecto.

## RESUMEN

En este trabajo de investigación se evaluó el nivel de desarrollo de las competencias investigativas de estudiantes universitarios a través la aplicación de una estrategia didáctica basada en la elaboración de proyectos científicos y uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), dado que elementos como los conocimientos, habilidades y actitudes hacia la ciencia integrados en los procesos de investigación científica son requeridos en el mundo laboral. El contenido programático se fundamentó en el paradigma constructivista de las competencias, con un diseño instruccional basado en los principios del modelo de Entornos de Aprendizaje Constructivista, considerando como marco de competencias el proyecto Alfa Tuning para América Latina. El estudio tuvo como contexto la asignatura *Herramientas Computacionales* de la Licenciatura en Químico Farmacobiólogo de una universidad pública en el estado de Puebla. La investigación está basada en un estudio exploratorio experimental de enfoque cuantitativo y un diseño de grupo control pretest-postest. La muestra está conformada por cuatro grupos de estudiantes, un grupo control y tres experimentales, con muestreo probabilístico. Para la valoración de competencias, se planteó la evaluación de proyectos de investigación por medio de la rúbrica universal para la evaluación de habilidades científicas y el pre-test y post-test, se llevó a cabo a través de la aplicación de la prueba de razonamiento científico en el aula.

**Palabras clave:** Competencias Investigativas, Educación Superior, TIC en Educación, Aprendizaje por Proyectos, Enseñanza de las Ciencias

## ABSTRACT

In this research work it is proposed to evaluate the level of development of research competences obtained in university students through the design and application of a didactic strategy based on the development of scientific projects and the use of Information and Communication Technologies (ICT), because elements such as knowledge, skills and attitudes towards science integrated into scientific research processes are required in the labor market to generate significant changes. The programmatic content is based on the constructivist paradigm of competencies, with an instructional design based on the principles of the Constructivist Learning Environments model, considering the Alfa Tuning project for Latin America as the framework of competencies. The study has as context the subject Computational Tools of the Chemist Pharmacobiologist Degree at a public university in Puebla. The research is based on an experimental exploratory study with a quantitative approach and a pretest-posttest control group design. The sample is made up of three groups of students, a control group and two experimental ones, with probabilistic sampling. For the assessment of competences, the evaluation of research projects is proposed through the universal rubric for the evaluation of scientific skills and the pre-test and post-test, was carried out through the application of the scientific reasoning test in the classroom.

**Keywords:** Research Competences, Higher Education, ICT in Education, Project Learning, Science Teaching

**ÍNDICE**

INTRODUCCIÓN	1
Capítulo 1. PROTOCOLO	8
1.1 Justificación	8
1.2 Planteamiento del problema	15
1.3 Objetivos	16
Objetivo General	16
Objetivos particulares	16
1.4 Hipótesis	16
1.5 Delimitaciones de la investigación	17
1.6 Capitulado de la tesis	19
Capítulo 2. ESTADO DEL ARTE	21
2.1 Descripción de estudios relacionados con el desarrollo de competencias investigativas	40
2.2 Conclusiones del capítulo	45
Capítulo 3. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL	49
3.1 Las competencias en educación superior	50
3.1.1 Clasificación de las competencias en educación	56
3.2 Competencias para la investigación científica	60
3.3 Paradigmas educativos en el área de ciencias	67
3.4 El constructivismo en educación	70
3.5 Las competencias y el paradigma constructivista	74
3.6 Modelo EAC para diseño instruccional	76
3.7 TIC o Tecnología Educativa	79
3.8 Estrategia didáctica para el desarrollo de competencias investigativas	82
3.9 Conclusiones del capítulo	83
Capítulo 4. DISEÑO DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA	86

	VI
4.1 Selección de recursos didácticos	88
4.2 Contexto: Descripción de la materia	91
4.3 Estructura de la materia Herramientas Computacionales	93
4.4 Estrategia para el desarrollo de competencias investigativas: Contenidos, actividades y objetivos	95
4.5 Conclusiones del capítulo	106
Capítulo 5. DISEÑO METODOLÓGICO	108
5.1 Muestreo y conformación de grupos	109
5.1.1 Diseño de la investigación	110
5.2 Contexto	113
5.2.1 Características de la muestra	114
5.2.2 Elementos de la estrategia didáctica	115
5.2.3 Práctica de laboratorio con el investigador	117
5.3 Instrumentos para la recolección de datos	119
5.3.1 Caracterización de instrumentos	122
5.4 Procedimiento de recolección de datos	127
5.4.1 Pilotaje	128
5.4.2 Fase experimental	130
5.5 Estrategia de análisis de datos	137
5.5.1 Pruebas estadísticas para el análisis de datos	139
5.6 Alcances y limitaciones de la investigación	144
5.7 Conclusiones del capítulo	146
Capítulo 6. RESULTADOS	148
6.1 Estrategia didáctica para el desarrollo de las CI	148
6.2 Software para análisis de datos	151

6.3 Análisis estadístico de los datos	151
6.3.1 Resultados: prueba de razonamiento científico en el aula	153
6.3.2 Resultados: Evaluación de proyectos de investigación	166
6.4 Conclusiones del capítulo	179
Capítulo 7. CONCLUSIONES	181
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	194
ANEXOS	206
Anexo 1. Competencias genéricas para América Latina en el proyecto Alfa Tuning	206
Anexo 2. Competencias específicas de Química según el proyecto Alfa Tuning	207
Anexo 3. Proyecto de investigación realizado por un estudiante de nuevo ingreso a la Licenciatura en QFB	208



## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1: Ingreso por alumno a bases de datos. ....	12
Tabla 2: Ingreso por docentes a bases de datos. ....	13
Tabla 3: Recursos electrónicos más utilizados. ....	13
Tabla 4: Objetivos y características de las investigaciones revisadas .....	23
Tabla 5: Análisis de elementos considerados por estudio .....	25
Tabla 6: Resultados encontrados en la búsqueda realizada para el descriptor "scientific literacy" en la base de datos ERIC .....	29
Tabla 7: Resultados encontrados en la búsqueda realizada para el descriptor "Science Research Skills" en la base de datos ERIC.....	31
Tabla 8: Artículos seleccionados por la relevancia de su contenido con el desarrollo de Competencias.....	35
Tabla 9: Resumen de aspectos estructurales y descriptivos de las competencias.....	55
Tabla 10: Categorización de las competencias según el contexto .....	58
Tabla 11: Categorización de competencias específicas relacionadas con la investigación .....	66
Tabla 12: Posturas constructivistas y sus representantes .....	73
Tabla 13: Métodos de los EAC emparejados con los métodos de la estrategia implementada ....	77
Tabla 14: Definiciones y elementos de las TIC y la TE .....	79
Tabla 15: Unidades de aprendizaje y contenidos temáticos considerados en el diseño de la estrategia didáctica.....	93
Tabla 16: Relación entre competencias específicas y elementos de la estrategia diseñada.....	97
Tabla 17: Estrategia didáctica para el desarrollo de competencias investigativas.....	100
Tabla 18: Variables consideradas en el estudio .....	108
Tabla 19: Instrumentos a utilizar en el estudio de acuerdo a los objetivos de investigación .....	120
Tabla 20: Categorías de logro para la prueba de Lawson.....	122
Tabla 21: Articulación de criterios establecidos para la Rúbrica universal para la evaluación de habilidades científicas y competencias investigativas a desarrollar .....	125
Tabla 22: Niveles de logro según la Rúbrica Universal para la evaluación de habilidades científicas .....	127

Tabla 23: Temas correspondientes a la unidad 1 del programa de estudios de la materia Herramientas Computacionales .....	132
Tabla 24: Temas correspondientes a la unidad 1 del programa de estudios de la materia Herramientas Computacionales .....	136
Tabla 25: Resumen del contenido temático y elementos centrales de la estrategia para el desarrollo de los CI.....	150
Tabla 26: Comparación de estadísticos descriptivos en pretest para los grupos experimental y control .....	153
Tabla 27: Comparación de estadísticos descriptivos en postest para los grupos experimentales y control .....	158
Tabla 28: Comparación de estadísticos descriptivos para el pretest y postest de los grupos experimentales y el grupo control.....	162
Tabla 29: Prueba t para muestras emparejadas de los grupos experimentales .....	163
Tabla 30: Prueba de normalidad en la distribución para los datos obtenidos en pre y post test para el grupo control .....	164
Tabla 31: Prueba t para muestras emparejadas del grupo control .....	165
Tabla 32: Prueba t para muestras independientes para grupos experimentales y control en postest .....	166
Tabla 33: Puntos totales y media obtenida por criterio en la evaluación de proyectos para los grupos experimentales .....	169
Tabla 34: Estadísticos descriptivos para los puntajes obtenidos por criterio de la rúbrica.....	174
Tabla 35: Estadísticos descriptivos para los puntajes totales por estudiante en los tres grupos experimentales .....	175
Tabla 36: Prueba de normalidad en la distribución de los datos.....	176
Tabla 37: Prueba de homogeneidad de varianzas .....	176
Tabla 38: Prueba de análisis de varianza (ANOVA de un factor).....	177
Figura 1: Gráfica de ingreso a carreras de Ciencias, Salud e Ingeniería	14
Figura 2: Comparativo para los años de publicación de los artículos seleccionados	33
Figura 3: Países con publicaciones en el desarrollo de competencias investigativas	33
Figura 4: Esquema general de la estructura del marco teórico	49

Figura 5: Características focales del constructivismo	72
Figura 6: Diagrama del diseño metodológico planteado para la investigación	112
Figura 7: Porcentajes del género de los estudiantes participantes en el estudio	114
Figura 8: Edades de los estudiantes participantes en el estudio	115
Figura 9: Porcentajes del tipo de educación de los estudiantes participantes en el estudio	115
Figura 10: Esquema del diseño metodológico llevado a cabo en el pilotaje	130
Figura 11: Prueba de Lawson en su versión de Google forms en español	131
Figura 12: Actividades de la unidad 1, publicadas en los anuncios de BlackBoard	132
Figura 13: Diseño para la primera etapa en la prueba de actividades planteadas para la unidad 1	134
Figura 14: Diseño de la segunda etapa en las actividades planteadas para la unidad 1	135
Figura 15: Esquema del diseño metodológico llevado a cabo en la fase experimental	137
Figura 16: Esquema de aplicación de pruebas estadísticas y análisis de datos	144
Figura 17: Histograma de frecuencias para los puntajes en pretest obtenidos por los grupos experimentales	154
Figura 18: Histograma de frecuencias para los puntajes en pretest obtenidos por el grupo control	155
Figura 19: Distribución de los estadísticos descriptivos obtenidos en pretest por los grupos experimentales	156
Figura 20: Distribución de los estadísticos descriptivos obtenidos en pretest por el grupo control	157
Figura 21: Histograma de frecuencias para los puntajes en postest obtenidos por los grupos experimentales	159
Figura 22: Histograma de frecuencias para los puntajes en postest obtenidos por el grupo control	159
Figura 23: Distribución de los estadísticos descriptivos obtenidos en postest por el grupo experimental	160
Figura 24: Distribución de los estadísticos descriptivos obtenidos en postest por el grupo control	161
Figura 25: Comparación de puntos obtenidos por criterio para el grupo experimental 1	171
Figura 26: Comparación de puntos obtenidos por criterio para el grupo experimental 2	172

Figura 27: Comparación de puntos obtenidos por criterio para el grupo experimental 3	173
Figura 28: Comparación general de puntos obtenidos por criterio para los 3 grupos experimentales	174
Figura 29: Comparación de las medias obtenidas en los puntajes por grupo.	178

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación hace referencia al desarrollo de competencias investigativas en estudiantes de licenciatura del área químico-biológica, esto, con el apoyo de la tecnología y la implementación de un programa de asignatura que, a través de una propuesta de mejora con temas específicos, elaboración de proyectos y secuencias de actividades, facilite dicho proceso.

Al hablar de competencias, las ubicamos en el contexto educativo donde dicho concepto se compone por tres elementos principales: conocimientos, habilidades y rasgos de personalidad (Tovar, 2011).

En una perspectiva constructivista de la ciencia, se busca la integración de los conocimientos con las actitudes, para lo cual la educación se debe centrar en el proceso cognitivo y la argumentación, donde además se requiere la interpretación de los datos, por lo que de manera general se deben enfocar los procesos de construcción del conocimiento científico, y no únicamente en los resultados, rasgo importante del constructivismo.

Como Barbón et al. (2014) establecen, las competencias se componen del saber, saber hacer, saber estar y saber ser, dando fuerza a una visión integradora.

A partir de la definición del concepto de competencia en educación, es necesario adentrarse en competencias específicas, en el caso particular de este estudio se hace referencia al concepto de competencias en investigación y su desarrollo en el caso de los estudiantes del área de las ciencias químico-biológicas.

Es necesario entender que una competencia investigativa de manera general se define como la suma de actitudes y habilidades necesarias para realizar trabajos de investigación, este tipo específico de competencias puede ayudar a desarrollar en los estudiantes aprendizajes

significativos y contextualizados con el quehacer científico, culminando en propuestas para solucionar problemas previamente determinados (Rionda-Sánchez, 2013).

Es clara la importancia de las competencias y su desarrollo en la educación superior, ya que las exigencias de la sociedad actual requieren de un cambio en las prácticas educativas, mismas que deben apoyarse en las herramientas tecnológicas disponibles para la búsqueda, generación y difusión de la información.

Evidentemente el currículum de los estudiantes universitarios debe cambiar y evolucionar a la par de las necesidades actuales del campo laboral, donde el contexto es la sociedad del conocimiento, de tal manera que, los profesionistas no solo deben dominar su área de conocimiento, sino que deben conocer el uso, aprovechamiento y potencial de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

Hablando específicamente de la importancia de desarrollar competencias investigativas en estudiantes universitarios, se busca obtener los beneficios que otorga la educación basada en competencias, no solo al momento de la enseñanza, también en el desarrollo profesional de los egresados.

Es un hecho que durante el proceso de investigación científica, los estudiantes deben plantear una pregunta, diseñar un proyecto de investigación y formular una respuesta, se trata de desarrollar habilidades, conocimientos y comprensión sobre el proceso de investigación; también se hace referencia a cambios innovadores en la elaboración de planes de estudio enfocados en competencias profesionales, vinculando a la escuela con el entorno, así queda claro el efecto positivo que tiene la formación académica en competencias científicas en los diferentes niveles educativos (Benarroch et. al, 2008; Hueso-Montoro et. al, 2016; Lavonen, 2008).

A grandes rasgos, el éxito obtenido de la educación por competencias se basa en la contribución que hace para la solución de problemáticas específicas con gran repercusión social (Pérez et. al, 2014). Lo que puede llegar a significar que los estudiantes de ciencias y cualquier otra área, al ser formados bajo un esquema de desarrollo de competencias, en particular las investigativas, serán capaces de utilizar herramientas, reunir información y argumentar de manera efectiva, llegando a la solución de problemas, lo cual puede ser un eje central de la vida profesional.

Es importante, hacer referencia a algunos de los problemas generales que enfrenta el área científica, los cuales llegan a relacionarse con áreas no educativas. De manera más específica, un problema recurrente se refiere a la escasez del recurso humano, ya que a nivel mundial la preferencia de los estudiantes por ingresar a programas educativos relacionados con el área de ciencias ha disminuido considerablemente (OCDE, 2014), lo cual a manera de reflexión podría tener varios orígenes, entre ellos, políticos, económicos y por supuesto los relacionados con las prácticas educativas.

Sin duda, actualmente los componentes social, político, económico y ambiental han sufrido cambios que exigen de manera inmediata un modelo educativo capaz de formar personas con competencias (Tobón et. al, 2010).

De acuerdo con Pérez et. al (2014) la UNESCO reconoce la importancia de la investigación al plantear que la formación de profesionales competentes y comprometidos con el desarrollo social constituye una misión esencial de la educación superior. Indudablemente el enfoque basado en competencias y uso de las TIC busca establecer una estrecha relación entre las aulas y el mundo real, con todo lo que esto implica.

El proceso de enseñanza no solo se debe centrar en elaborar una investigación, les debe mostrar el trabajo en equipo y los valores requeridos para tal efecto, las habilidades necesarias para el desarrollo del proyecto y hasta la parte de gestión y manejo de recursos.

La enseñanza de la investigación incluye una gran diversidad de estrategias de enseñanza tales como: hacer cuestionamientos, la utilización del lenguaje, además de guiar a los estudiantes para hacer análisis, comparaciones, síntesis y modelos. Por su parte, bajo el enfoque por competencias se pretende educar en la complejidad, aprendiendo en entornos de aplicación del conocimiento (Paredes e Inciarte, 2013; Stone, 2014). Probando así que existe un problema por resolver al desarrollar las competencias para investigación y que además el problema no se limita a la enseñanza del proceso de investigación y su importancia en el área de ciencias, ya que,

Es importante destacar que en 2012 México no superó por mucho el promedio de la cantidad de estudiantes que solicitaron ingreso a carreras de áreas como ingeniería, ciencias y salud, no obstante dentro de este promedio, los estudiantes que ingresan a las áreas de ciencias y salud es aún menor (OCDE, 2014).

Por tales motivos, se debe reflexionar sobre cómo impartir educación para la investigación científica, ya que los conocimientos, habilidades y características afectivas acerca de la naturaleza de la ciencia y los procesos de la investigación científica son altamente requeridos (Özden, 2016).

Es entonces cuando surge el interés por estudiar alternativas que contribuyan a la actualización de los programas y prácticas educativas, buscando, que además sean capaces de formar profesionales comprometidos con la solución de problemas, la generación y difusión del conocimiento científico, a través de la investigación y uso efectivo de la tecnología.



Como docente, hay un interés en desarrollar estrategias didácticas que impulsen la formación y gestión de competencias investigativas en los estudiantes universitarios, así como también para generar un acercamiento al uso de las TIC en la búsqueda y difusión de la información, dicho interés académico radica en la participación para la elaboración de programas de asignatura basados en competencias.

En cuanto a los distintos enfoques de competencias, se toma como referencia central el enfoque constructivista, considerando también la aproximación de autores como, Jaik (2013), Tobón (2006) y Tovar (2011).

Reconociendo la importancia del desarrollo de competencias investigativas en los estudiantes universitarios del área de ciencias químico-biológicas específicamente, encontramos que dentro de los alcances de este proyecto de investigación, tenemos que al tratarse del planteamiento de una estrategia didáctica y no puramente de contenidos, dicha estrategia será susceptible de adaptación para ser aplicada en distintas áreas de conocimiento, lo cual implica que los resultados obtenidos podrán también trasladarse a distintas disciplinas, buscando así, la mejora en el proceso educativo y el desarrollo de competencias en investigación para los estudiantes universitarios.

Por otro lado, una de las mayores limitantes de este proyecto reside en que la asignatura dedicada a contenidos sobre metodología de la investigación se encuentra en el primer bloque del mapa curricular, lo que significa que, los estudiantes que se tomaron como muestra pertenecían al primer semestre de la carrera en Químico Farmacobiólogo (QFB), por lo que no podían realizar un proyecto experimental, sin embargo, trabajaron junto a investigadores del área.

El propósito de la investigación se basa en realizar una propuesta de estrategia didáctica donde, el diseño instruccional considerado para dicha propuesta estará basado en los principios del modelo

de Entornos de Aprendizaje Constructivista (EAC), y cada actividad está dirigida a desarrollar las competencias investigativas básicas en los estudiantes.

Posteriormente se evaluó la estrategia didáctica para corroborar que fomente el desarrollo de competencias investigativas con el apoyo de las TIC dentro del aula, y así formar profesionistas con las competencias necesarias para el quehacer científico, sin embargo, no se hizo medición alguna en cuanto a su aplicación en el medio laboral, ya que para esto se requiere un lapso mucho mayor.

Para el desarrollo de esta investigación se contempló un estudio exploratorio experimental con un enfoque cuantitativo, con un diseño de grupo de control pretest-postest, donde cada grupo tuvo una autoevaluación diagnóstica de las competencias investigativas y digitales, mismo que se adecuó al contexto establecido para este trabajo de investigación, además de evaluaciones periódicas para las unidades empleadas del programa de asignatura, las cuales se realizaron por medio de matrices de evaluación y la adecuación de instrumentos validados para la evaluación de las competencias.

Específicamente en cuanto a la evaluación de las competencias investigativas desarrolladas por los estudiantes, se consideraron Instrumentos para la evaluación de razonamiento científico y la escritura y desarrollo del proyecto de investigación. Cada uno de estos instrumentos, fue adaptado al entorno específico de este estudio.

Los tres grupos participantes fueron seleccionados al azar, así como la determinación de su tipo, en cuanto al modelo experimental, contando con un grupo control y tres experimentales, conformados por estudiantes de nuevo ingreso al programa de Químico Farmacobiólogo (QFB) de la Facultad de Ciencias Químicas de una universidad pública.

Los objetivos planteados para esta investigación se centran en determinar el grado de utilidad que tiene la estrategia didáctica basada en la elaboración de proyectos científicos y uso de las TIC, todo esto para promover el desarrollo de competencias investigativas, además de perfeccionar el uso y aplicación de la tecnología para la búsqueda y generación de información.

Cabe mencionar que este trabajo forma parte de la línea de investigación modelos y ambientes educativos, establecida en el programa del Doctorado en Sistemas y Ambientes Educativos.

## Capítulo 1. PROTOCOLO

### 1.1 Justificación

De acuerdo con Valdés et al. (2012), en México una de las principales trabas para desarrollar una economía enfocada en fomentar oportunidades en las distintas áreas de conocimiento proviene de los graves problemas de la educación superior.

La UNESCO reconoce la importancia de la investigación al plantear que la formación de profesionales competentes y comprometidos con el desarrollo social, constituye una misión esencial de la educación superior (Pérez et al., 2014). Indudablemente el enfoque basado en competencias y uso de las TIC busca establecer una estrecha relación entre las aulas y el mundo real, con todo lo que esto implica.

Es así que después de realizar este estudio, parece importante que los estudiantes consideren que aprender a investigar, no solo es parte de un curso y requisito para aprobarlo, que elaborar una tesis desde elegir un tema viable, hasta plantear el problema, desde establecer un modelo de experimentación adecuado, hasta analizar los datos y sacar conclusiones, pasando por el arduo proceso de la documentación, no es un mero trámite para la obtención de su título profesional, es un proceso que por su misma naturaleza, demanda de una variada gama de elementos, que van desde la parte meramente cognitiva, hasta el desarrollo de competencias.

Y es a través del trabajo realizado con los estudiantes en este proyecto que se puede plantear que dicho proceso les enseña no solo a elaborar una investigación, les muestra elementos el trabajo en equipo, las competencias necesarias para el desarrollo del proyecto y hasta la parte de gestión y manejo de recursos, entre muchos otros elementos.

Desde esta perspectiva, lo importante no es la posesión de determinados conocimientos, sino el uso que se haga de ellos (Huerta et al., 2000). Afirmación que sin lugar a dudas se aplica perfectamente al estudio de las ciencias, como se ha mencionado, la investigación juega un papel primordial en su estructura, entonces está se debe considerar como una estrategia viable en el desarrollo de competencias en los alumnos, ya que les permite aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en el aula, esto, claro está siempre y cuando cumpla con los grados necesarios de independencia, visto de este modo, Stone (2014) asegura que la enseñanza de la investigación incluye una gran diversidad de estrategias de enseñanza tales como: hacer cuestionamientos, la utilización del lenguaje, además de guiar a los estudiantes para hacer análisis, comparaciones, síntesis y modelos.

Si partimos de un enfoque basado en el desarrollo de competencias se busca educar en la complejidad, aprendiendo en entornos de aplicación del conocimiento orientándose a una formación que nos permita combinar y utilizar otras áreas de conocimiento (Paredes e Inciarte, 2013).

Por lo tanto, la educación basada en competencias nos pide ir de una enseñanza meramente discursiva a una que contemple problemas donde el docente facilite, fomente y retroalimenta el desempeño en busca de soluciones (Irigoyen et al., 2011).

De ahí, que las competencias específicas para el desarrollo de la investigación científica cobren clara importancia en el planteamiento de los modelos educativos actuales, mismos que permitan desarrollar en los estudiantes además del elemento cognitivo, también el actitudinal, formando una visión integral.

Pérez et al. (2014), menciona que se es poseedor de la competencia científico-investigativa cuando se sabe promover, desarrollar y conducir:

- La problematización, teorización y comprobación.
- La generación, comunicación y aplicación del conocimiento
- La introducción y valoración en la práctica

Mientras que Rionda-Sánchez (2013) plantea que las habilidades investigativas que se requiere desarrollar a partir del trabajo cooperado son:

- Identificación de problemas
- Solución de problemas
- Comunicar y socializar resultados
- Introducir resultados y transformar

Cuando de formar investigadores en el área de ciencias debemos considerar la propuesta de (Genç, 2015), quien menciona que, las competencias científicas se pueden definir como el uso de habilidades, valores, actitudes y conocimientos relacionados con la ciencia a través del pensamiento crítico, la solución de problemas y la toma de decisiones.

Se seccionan en:

- Competencias científicas culturales
- Competencias científicas funcionales
- Competencias científicas reales

Siendo estas últimas el nivel más avanzado.

Estas propuestas pueden considerarse como un punto de partida en cuanto a la importancia y el nivel de desarrollo deseable en las competencias investigativas para el quehacer científico que los estudiantes universitarios deberán poseer al finalizar sus estudios en educación superior, dándonos así una dirección al abordar este reto.

Partiendo de este punto de vista, la formación por competencias no solo toma en cuenta el cúmulo de conocimientos que el estudiante puede o no poseer; el hablar de competencias nos lleva un paso más allá a través de una comprensión y acercamiento diferentes hacia el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que nos obliga a ver a los estudiantes como un todo, parte de una comunidad y con la individualidad que caracteriza al ser humano.

Habiendo implementado una estrategia que busca apoyarse de las TIC, es posible decir que en el contexto de este estudio sin lugar a dudas, la tecnología es un elemento central y determinante en la investigación y en la búsqueda de información, ya que, en la actualidad la importancia que han cobrado las TIC en la educación de todos los niveles, es un hecho innegable, como también lo es la simbiosis que se ha generado entre dichas tecnologías y la investigación a través de la estrategia diseñada, ya es difícil imaginar llevar a cabo el proceso de investigación a cualquier nivel sin la valiosa ayuda de las TIC.

Es por lo antes mencionado y con el fin de conocer que tanto la comunidad universitaria utiliza herramientas especializadas para la búsqueda de información como lo son las bases de datos, que se ha realizado un análisis del ingreso a dichos recursos. ¿Qué tanto los estudiantes y docentes de la universidad usan las herramientas digitales de búsqueda provistas por la biblioteca institucional?

Al día de hoy, la institución en que se inscribe este programa, cuenta, en su portal de bibliotecas, con una amplia variedad de recursos electrónicos que facilitan la búsqueda y obtención de

información, en dichos recursos se incluyen, una tesiteca, un repositorio institucional, y un total de 92 recursos de búsqueda especializada, para poder conocer sobre el uso específico de estos últimos recursos, se solicitó a la dirección de bibliotecas de la universidad el reporte mensual de ingreso de estudiantes y docentes por facultad, considerando específicamente a facultades del área de ciencias naturales y salud, como son, Medicina, Estomatología, Ciencias Biológicas y Ciencias Químicas.

De acuerdo con la información brindada por la dirección general de bibliotecas de la universidad y en correspondencia con la población total de alumnos y docentes de cada facultad reportada en el anuario 2016-2017 del portal de la unidad de transparencia de la universidad se obtienen los siguientes datos de ingreso y uso de bases de datos disponibles en el portal de bibliotecas (Tablas 1 y 2), cabe mencionar que los datos presentados en cuanto al uso de los recursos electrónicos, corresponden al mes de octubre 2017.

**Tabla 1:** *Ingreso por alumno a bases de datos.*

<b>Ingreso de alumnos(as) por Facultad</b>	<b>Cantidad de ingresos a bases de datos</b>	<b>Número aproximado de ingresos por alumno</b>
<b>Facultad de Medicina</b>	67,777	8
<b>Facultad de Estomatología</b>	21,389	7
<b>Facultad de Cs Biológicas</b>	14,659	10
<b>Facultad de Cs Químicas</b>	12,551	7



**Tabla 2:** Ingreso por docentes a bases de datos.

Ingreso de trabajadores por Departamento	Cantidad de ingresos a bases de datos	Número aproximado de ingresos por Docente
Facultad de Estomatología	1,549	9
Facultad de ciencias Químicas	1,208	7
Facultad de Medicina	957	3
Facultad de Cs Biológicas	436	6

En cuanto a los recursos más utilizados por docentes y alumnos del área de naturales y salud, queda de la siguiente manera la lista de los 10 recursos más utilizados (Tabla 3) considerando el número de ingresos para octubre 2017.

**Tabla 3:** Recursos electrónicos más utilizados.

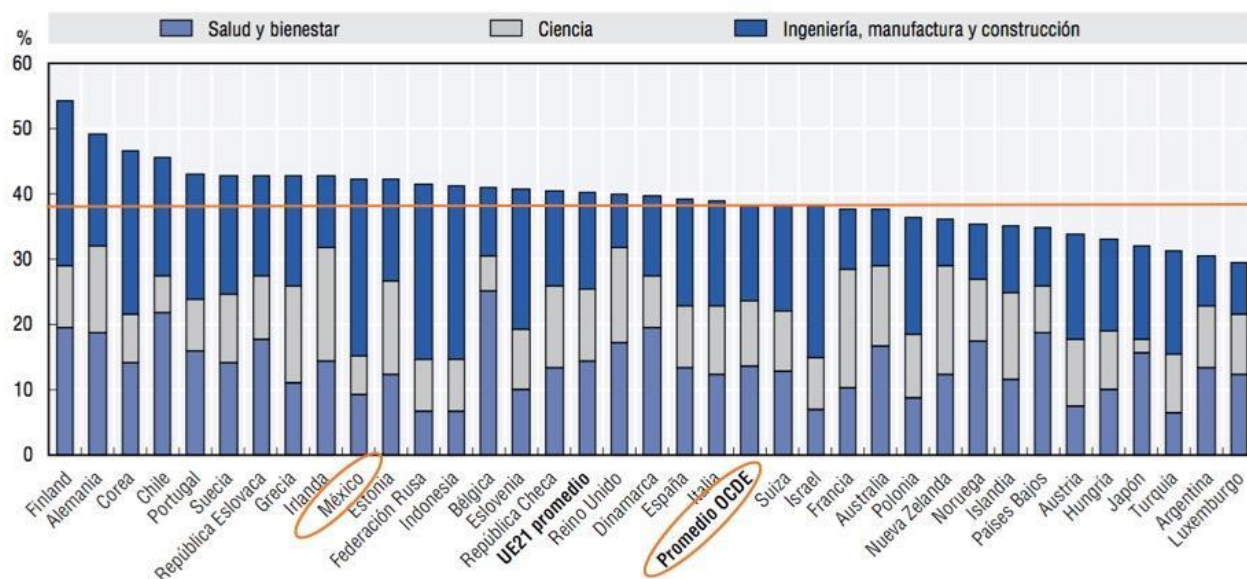
<b>Recurso electrónico</b>	<b>Número de ingresos</b>
<b>EBSCO</b>	81,256
<b>Proquest Central</b>	13,093
<b>Science Direct</b>	7,199
<b>Springerlink</b>	5,216
<b>Scopus</b>	2,139
<b>Access Medicina</b>	1,896
<b>bioone</b>	1,635
<b>nature</b>	1,436
<b>JSTOR</b>	1,403
<b>Wiley Online</b>	1,388

Si bien no se puede negar que los recursos están siendo utilizados, un total de 10 ingresos a recursos electrónicos de búsqueda especializada, en un mes, para un estudiante de nivel superior en un área en la que la investigación es parte fundamental de la formación profesional, no es un número esperado, esto puede implicar que no solo se requiere del acceso a estas herramientas de búsqueda, también es necesario tener ciertas habilidades para realizar búsquedas eficientes.

De acuerdo con la OCDE (2014), en 2012 México se encontraba apenas por encima del promedio en el porcentaje de estudiantes que ingresan a carreras del área de ingeniería, ciencia y salud.

Sin embargo, la cantidad de estudiantes que ingresan a las áreas de ciencias y salud es considerablemente menor a la de estudiantes que eligen carreras del área de ingeniería, manufactura y construcción (Figura 1).

**Figura 1:** Gráfica de ingreso a carreras de Ciencias, Salud e Ingeniería (OCDE, 2014).



Es en este punto, donde se debe hacer una reflexión sobre la importancia de los contenidos que se imparten a los estudiantes, valdría la pena revalorar, ya que tradicionalmente en el ámbito educativo estos han sido sobrevalorados. Cómo impartir educación para la investigación científica

aún es un tema de discusión, ya que los conocimientos, habilidades y características afectivas acerca de la naturaleza de la ciencia y los procesos de la investigación científica son altamente requeridos (Özden, 2016).

## **1.2 Planteamiento del problema**

Como docente, es posible constatar la carencia de elementos cognitivos que les permitan a los estudiantes desarrollarse ampliamente en el área científica, sin embargo, éste podría no ser el problema de fondo, la realidad es que la escasa práctica científica en la educación preuniversitaria se hace notar en la inseguridad y desconocimiento que tienen los estudiantes sobre los métodos y características de la investigación científica, punto desde donde parte la problemática, al encontrar que al llegar al nivel universitario, los alumnos, en su mayoría, carecen de las habilidades necesarias para hacer ciencia de manera efectiva.

Es común encontrar que los estudiantes se limitan a seguir indicaciones y adoptar una conducta meramente repetitiva, desprovista de reflexión, lo que conlleva a una formación carente de relación con la realidad actual. Lo anteriormente mencionado da pie a la pregunta central de esta investigación:

*¿Cómo apoyar en los estudiantes universitarios el desarrollo de competencias investigativas a través de la elaboración de proyectos de investigación y uso de las TIC en un programa de asignatura del área químico-biológica?*

En esta perspectiva, la pedagogía de la investigación debe realizar cambios y adaptaciones en la forma de producir y utilizar el saber científico, se deben plantear proyectos contextualizados con las problemáticas actuales y con el desarrollo y aprendizaje que se busca en los estudiantes.

Según McKie (2013), la experiencia otorgada por la investigación científica además de la orientación dada, son determinantes ya que no podemos esperar que un estudiante se convierta en investigador realizando experimentos prefabricados, este aprendizaje es superficial descontextualizado y carente de relevancia.

### **1.3 Objetivos**

#### **Objetivo General**

- Evaluar el desarrollo de competencias investigativas obtenidas en estudiantes universitarios del área químico-biológica a través de la aplicación de una estrategia didáctica basada en la elaboración de proyectos científicos y uso de las TIC.

#### **Objetivos particulares**

- 1) Realizar una propuesta de estrategia didáctica de la asignatura Herramientas Computacionales, enfocada en desarrollar competencias investigativas básicas.
- 2) Analizar el grado en que los estudiantes desarrollan competencias para realizar investigación científica con el apoyo de las TIC, para determinar la utilidad de los recursos didácticos implementados, por medio de la comparación entre grupos.
- 3) Comparar a través de una evaluación pretest y posttest el nivel de desarrollo del razonamiento científico de los estudiantes.

### **1.4 Hipótesis**

**H<sub>1</sub>.** Al utilizar una estrategia didáctica basada en el desarrollo de proyectos de investigación y uso de las TIC para estudiantes universitarios del área químico-biológica, existe una diferencia en el desarrollo de competencias investigativas.

**H<sub>2</sub>.** Al aplicar la estrategia didáctica diseñada para desarrollar competencias investigativas a través de la elaboración de proyectos de investigación y uso de las TIC, se logra una diferencia en el razonamiento científico de los estudiantes.

### **1.5 Delimitaciones de la investigación**

La presente investigación dio inicio con una etapa exploratoria, mediante la revisión de literatura referente al tema, lo cual ayuda a establecer los parámetros para dar paso a la fase experimental y comparativa, la cual incluyó la elaboración de una estrategia didáctica basada en el paradigma constructivista, enfocada en desarrollar las competencias investigativas básicas en estudiantes del área químico-biológica.

La estrategia didáctica elaborada está sustentada en el paradigma constructivista ya que, de acuerdo con la OCDE y su propuesta en el proyecto para Definición y Selección de Competencias, es el enfoque más adecuado para el desarrollo de competencias (Serrano y Pons, 2011).

La parte metodológica de la investigación se planteó bajo el enfoque cuantitativo, donde se buscó conocer la relación entre las variables establecidas, así como la generalización de los resultados, para poder inferir en la población de la que se ha tomado la muestra (Bautista, 2011).

A su vez la investigación cuantitativa se vale de la recopilación de datos para comprobar las hipótesis utilizando pruebas estadísticas, lo que permite proponer patrones de comportamiento y probar los fundamentos teóricos que les darían explicación (Hernández et al., 2010 citado en Ramos, 2015).

Por lo tanto, si bien la estrategia didáctica elaborada se basa en el paradigma constructivista, buscando a través de su aplicación que los estudiantes construyan conocimiento y significados determinantes para desarrollar sus competencias investigativas, esta investigación tiene bases post-

positivistas en los aspectos ontológicos y epistemológicos, ya que se pretende una postura reflexiva, en donde, la realidad puede considerarse como existente, ya que los fenómenos son incontrolables y el ser humano es imperfecto (Ramos, 2015).

Sin embargo, en el aspecto metodológico se adoptó una postura más apoyada en el positivismo, en donde se tomaron como válidos los métodos experimentales, en los cuales se manipulen de forma intencionada las variables independientes y la comprobación de hipótesis se basa en el uso de pruebas estadísticas descriptivas e inferenciales (Field, 2009 citado en Ramos 2015).

El estudio se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Químicas (FCQ) de una universidad pública. Para el cual se consideró a los estudiantes de nuevo ingreso al programa educativo de Químico Farmacobiólogo (QFB) Otoño 2019.

Dentro de la ruta crítica de la licenciatura se encuentra la asignatura de Herramientas Computacionales, la cual fue utilizada para este estudio. El programa establecido de la asignatura cuenta con 6 unidades, las cuales están planteadas para búsqueda y selección de información, así como para la estructura del proyecto de investigación, el uso de procesadores de textos y hoja de cálculo.

Las actividades se llevaron a cabo en la FCQ, utilizando el laboratorio de cómputo, donde cada estudiante contó con una computadora con conexión a internet y una cuenta personal en la plataforma institucional BlackBoard.

La investigación es de tipo cuantitativo, por lo que el análisis de los datos se realizó a través de pruebas estadísticas, que permitan determinar la efectividad de los recursos utilizados en la estrategia desarrollada, por medio de un proceso deductivo y secuencial.

## **1.6 Capitulado de la tesis**

La organización de esta tesis se plantea de la siguiente manera:

Capítulo 1, se presenta la introducción donde se establece la justificación, el planteamiento de la pregunta de investigación, el objetivo general, los objetivos particulares, la hipótesis y las delimitaciones de la investigación.

Capítulo 2, está conformado por el estado del arte, donde se presenta una descripción de estudios relacionados con el desarrollo de competencias investigativas, además de las conclusiones del mismo, considerando la articulación entre el marco epistémico y el estado del arte.

Capítulo 3, se establece el marco teórico-conceptual, donde se abordan los principales conceptos y elementos de esta investigación, tales como son el concepto de competencia, las competencias investigativas, su clasificación, el paradigma constructivista y las características de una estrategia didáctica.

Capítulo 4, describe los elementos centrales considerados para el diseño de la estrategia didáctica implementada para el desarrollo de competencias investigativas, además se presenta la estrategia diseñada y sus componentes teóricos.

Capítulo 5, considera el diseño metodológico, donde se describen el método, el contexto, los alcances y limitaciones de la investigación, además de todos los elementos de la estructura metodológica que guían este trabajo.

Capítulo 6, se aborda todo lo referente al análisis de datos y resultados, incluyendo la descripción de las pruebas estadísticas utilizadas, los instrumentos para la obtención de datos, la articulación entre el marco teórico-conceptual y los resultados y la discusión.

Capítulo 7, abarca las conclusiones de la tesis, considerando los elementos centrales de la metodología, los objetivos, la hipótesis y la respuesta a la pregunta de investigación planteada



## Capítulo 2. ESTADO DEL ARTE

En cuanto a las competencias investigativas específicamente, Jaik (2013), establece como competencia investigativa al conjunto de destrezas, actitudes y habilidades requeridas para la elaboración de un proyecto de investigación, así que, las competencias investigativas hacen referencia a las capacidades que se tienen para la lectoescritura, análisis, interpretación, argumentación y planteamiento de soluciones a problemas de investigación (Londoño et. al, 2014).

Para el presente estudio, se realizó una revisión de investigaciones centradas en el desarrollo de competencias investigativas, dichos estudios plantean, objetivos y metodologías distintas, sin embargo, todos coinciden en la importancia y beneficios que trae consigo el desarrollo de las competencias investigativas, tanto para el ejercicio profesional de los estudiantes, como para el quehacer científico.

En lo referente a la búsqueda de información, se consideraron recursos electrónicos y bases de datos especializadas, donde se utilizó el descriptor “competencias investigativas”, retomando la metodología de mapeo sistemático de publicaciones científicas de Petersen, Vakkalanka y Kuzniarz (2015), que establecen 5 etapas: Definición de preguntas para la búsqueda de información, búsqueda en base de datos de publicaciones científicas, selección de artículos, extracción de datos, análisis de datos para dar respuesta las preguntas.

Si bien la búsqueda se realizó en inglés y español, existen algunas discrepancias en los términos utilizados para representar a las competencias ya que en gran parte de la literatura en inglés se les refiere como habilidades. Posteriormente se realizó la selección de fuentes, donde se consideraron estudios tanto empíricos como documentales, que se centran en el desarrollo de las competencias investigativas en los estudiantes específicamente, considerando solo aquellos que ya sea realizan

un análisis documental alrededor del concepto, o bien propuestas de medición, diagnóstico, evaluación o desarrollo de estas.

Para un primer análisis descriptivo, del total de las investigaciones consideradas en la primera fase, se revisaron estudios en español donde se ubica tanto algún tipo de intervención, como estudios de tipo documental, para lo cual se presenta la tabla 4, la cual concentra objetivos y características principales de dichos estudios.

**Tabla 4:** *Objetivos y características de las investigaciones revisadas*

Estudio	Objetivo	Características generales
Cómo enseñar a investigar en la universidad (Morales et al., 2005)	Propuesta de estrategia didáctica para fortalecer la enseñanza, el desarrollo de la investigación y la tutoría.	Propuesta fundamentada en el constructivismo, plantea una serie de propuestas teórico-metodológicas.
Formación en competencias investigativas, un nuevo reto de las universidades (Balbo, 2008)	Plantea la posibilidad de diseñar una propuesta de estrategia para formación de competencias investigativas.	Resultados parciales de entrevistas realizadas a docentes y encuestas a estudiantes.  Diagnóstico inicial al grupo muestra.
Desarrollo de competencias investigativas básicas mediante el aprendizaje basado en proyectos como estrategia de enseñanza (Enciso et al., 2012)	Estudio de caso orientado al desarrollo de competencias investigativas básicas, a través del aprendizaje basado en proyectos.	Estudio de tipo descriptivo. Se basa en la elaboración y validación de instrumentos como entrevistas, pruebas diagnósticas y rúbricas para seguimiento y evaluación.
Autoevaluación de habilidades investigativas e intención de dedicarse a la investigación (Carrillo y Carnero, 2013)	Estudio que busca determinar en los estudiantes el número de habilidades auto-percibidas relacionadas con la investigación.	Con el análisis cuantitativo de los datos, se concluye que, el nivel de habilidades auto-percibidas es independiente del interés por la investigación.
Desarrollo de competencias a través de objetos de aprendizaje (Morales et al., 2013)	Propuesta de estrategia didáctica para ayudar al desarrollo de competencias, con la clasificación de recursos educativos.	Utilizan dos repositorios digitales y se plantean actividades para desarrollar competencias en la búsqueda de información.

<p>Aprendizaje situado para la formación de competencias investigativas en el estudiante de psicología clínica: análisis desde el pensamiento complejo</p> <p>(Ortega y Salazar, 2015)</p>	<p>Investigación “<i>in situ</i>” para articular competencias genéricas con competencias interdisciplinarias.</p>	<p>El estudio confirma la importancia del vínculo aula- empresa.</p>
<p>Learning and the use of ICT in Science Education (Lavonen, 2008)</p>	<p>Establece la importancia de la pertinencia en la integración de las TIC y la investigación en el aula de ciencias</p>	
<p>Sistematización teórica sobre la competencia investigativa</p> <p>(Estrada, 2014)</p>	<p>Hace una revisión teórica detallada sobre el concepto de competencias investigativas</p>	
<p>Competencias investigativas en la educación superior</p> <p>(Barrera et al., 2017)</p>	<p>Realizan un análisis de las propuestas de competencias investigativas planteadas en la literatura especializada</p>	

Para realizar un análisis de los elementos centrales considerados en cada estudio, los cuales hacen referencia a los elementos propuestos para el protocolo de investigación “Desarrollo de competencias investigativas y uso de las TIC en estudiantes universitarios del área de ciencias químico-biológicas”, se presenta la tabla 5, donde se consideran únicamente estudios con algún tipo de intervención, ya sea para diagnóstico, medición o experimentación con las variables especificadas.

**Tabla 5:** Análisis de elementos considerados por estudio

Estudio	Propuesta didáctica	Uso de TIC	Aprendizaje por Proyectos	Búsqueda de información	Evaluación diagnóstica	Vinculación aula-espacio laboral
Morales et al. (2005)	Sí		Sí	Sí		Sí
Balbo (2008)					Sí	
Enciso et al. (2012)			Sí	Sí	Sí	
Carrillo y Carnero (2013)					Sí	
Morales et al. (2013)	Sí	Sí		Sí		
Ortega y Salazar (2015)						Sí

*Nota:* El análisis de elementos considerados para cada estudio se hace tomando como referencia y en comparación con los elementos considerados en la estrategia

A través del análisis de los estudios revisados, es posible detectar ciertas tendencias en cuanto a la investigación educativa en el campo del desarrollo de competencias investigativas, por tratarse de un tipo de competencia específico para la búsqueda, desarrollo, generación y divulgación de información, la población predilecta se conforma por estudiantes de nivel superior, en cada estudio se hace un especial énfasis en la importancia de dichas competencias, de manera general la mayoría de los estudios se realizan con estudiantes de áreas de ciencias, lo cual puede tener una estrecha relación con la gran importancia que tiene la investigación en esta área, ya que como se sabe es el eje central de sus disciplinas.

En la mayoría de los estudios aquí presentados, se hace referencia a estrategias ya sean didácticas o exploratorias al respecto del desarrollo de competencias, las matrices de evaluación son una de las herramientas más utilizadas y solo uno de los estudios consultados hace uso de las TIC, mientras que, la búsqueda de información parece ser una temática recurrente cuando se trata de formar investigadores.

Se debe resaltar la carencia de la inclusión de las TIC en este tipo de trabajos, ya que además de la importancia que tienen en la actualidad, en las aulas se ha tenido una evolución en las didácticas gracias al uso de la tecnología. Específicamente hablando del uso de las TIC en la enseñanza de las ciencias Lavonen (2008) plantea que el uso de las TIC en la educación en ciencias puede ser clasificado en:

- Aplicación de herramientas (como el uso de software)
- Uso de las TIC en aprendizaje (educación vía TIC)

Por lo tanto, en los estudios mencionados se retoman gran parte de los elementos considerados en la revisión teórica realizada por Estrada (2014) sobre el concepto de

competencia investigativa, donde encontramos que:

- 1) La competencia es una integración de varios componentes como el cognitivo, el metacognitivo, la motivación y las cualidades personales que permiten el desempeño eficiente en la actividad investigativa.
- 2) Se debe tener en cuenta la relación académico-investigativo y laboral-investigativa.
- 3) Se encuentra relacionada con las etapas de la investigación científica o tecnológica, identificándose habilidades específicas por cada etapa.
- 4) Se debe considerar el trabajo en equipo, las relaciones interpersonales y la interdisciplinariedad.

En cuanto a la vinculación aula-espacio laboral, encontramos otro elemento poco considerado, lo cual indica una carencia en la formación integral, ya que en lo referente a educación por competencias se trata de desarrollar capacidades para el desempeño profesional de los estudiantes. Esto puede indicar que si bien las prácticas educativas han cambiado se siguen centrando en las aulas.

Posteriormente se realiza una segunda fase de búsqueda y análisis en la cual se consideran artículos en inglés, para esta búsqueda en específico se plantean preguntas relevantes para la investigación:

- 1) ¿Cuáles son las competencias relacionadas con el proceso de investigación científica más utilizadas en estrategias educativas?
- 2) ¿Cuáles son los tipos de estudio más comunes para el desarrollo de las Competencias

Investigativas?

3) ¿Cuáles son las estrategias más utilizadas para desarrollar las Competencias Investigativas en estudiantes universitarios?

4) ¿Cuáles son las principales tendencias y vacíos encontrados en la búsqueda de artículos relacionados con el desarrollo de las Competencias Investigativas?

Como herramienta central de búsqueda se utiliza la base de datos ERIC (<https://eric.ed.gov/>), utilizando dos descriptores, por lo que se realizan dos sesiones de búsqueda, los descriptores utilizados están estrechamente relacionados con la temática siendo estos: “Scientific Literacy” y “Scientific Research Skills”.

Al ser ERIC una base de datos especializada en el área educativa y de libre acceso representa un excelente herramienta para ubicar artículos de interés para el desarrollo de las competencias investigativas en estudiantes universitarios, sin embargo vale la pena mencionar que en la mayoría de los casos ERIC solamente otorga la ubicación del artículo y en algunos casos estos están condicionados por los sitios web que los alojan, de tal manera que una segunda búsqueda de dichos artículos se realizó a través del portal de la Dirección General de Bibliotecas de la BUAP.

En una primera etapa posterior a la búsqueda, se realiza un concentrado el cual incluye el total de artículos encontrados para cada descriptor y las etiquetas utilizadas para la delimitación del tema seleccionado, además de los artículos seleccionados únicamente por la concordancia del título con la temática (tablas 6 y 7).



**Tabla 6:** Resultados encontrados en la búsqueda realizada para el descriptor "scientific literacy" en la base de datos ERIC

Base de datos	Búsqueda	Etiquetas	No. Resultados totales	Selección por título	Títulos seleccionados
ERIC	Scientific literacy	desde 2014, undergraduate students, Journal articles, Teaching methods	32	1	Doing peer review and receiving feedback: impact on scientific literacy and writing skills <a href="https://www.physiology.org/doi/full/10.1152/advan.00071.2015">https://www.physiology.org/doi/full/10.1152/advan.00071.2015</a>
				2	A Handful of Bacteria: A Simple Activity That Engages Students to Think and Write Like a Scientist <a href="https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1135172.pdf">https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1135172.pdf</a>
				3	Write on the edge: using a chemistry corpus to develop academic writing skills resources for undergraduate chemists <a href="https://pubs.rsc.org/en/Content/ArticleLanding/2016/RP/C6RP00005C#!divAbstract">https://pubs.rsc.org/en/Content/ArticleLanding/2016/RP/C6RP00005C#!divAbstract</a> <a href="https://www.proxydgb.buap.mx:3857/en/content/articlepdf/2016/rp/c6rp00005c">https://www.proxydgb.buap.mx:3857/en/content/articlepdf/2016/rp/c6rp00005c</a> (Acceso directo por medio del portal de bibliotecas de la BUAP)
				4	Information Literacy in Science Writing: How Students Find, Identify, and Use Scientific Literature <a href="https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09500693.2016.1253120?scroll=top&amp;needAccess=true">https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09500693.2016.1253120?scroll=top&amp;needAccess=true</a> <a href="https://www.proxydgb.buap.mx:2170/doi/pdf/10.1080/09500693.2016.1253120">https://www.proxydgb.buap.mx:2170/doi/pdf/10.1080/09500693.2016.1253120</a> (Acceso directo por medio del portal de bibliotecas de la BUAP)

				5	Conceptions of Scientific Knowledge Influence Learning of Academic Skills: Epistemic Beliefs and the Efficacy of Information Literacy Instruction <a href="https://www.proxydgb.buap.mx:2170/doi/pdf/10.1080/03075079.2016.1156666">https://www.proxydgb.buap.mx:2170/doi/pdf/10.1080/03075079.2016.1156666</a> (acceso directo por medio del portal de bibliotecas BUAP)
				6	Writing Toward a Scientific Identity: Shifting From Prescriptive to Reflective Writing in Undergraduate Biology NO DA ACCESO POR ERIC
				7	Implementation and Evaluation of the Course Dossier Methodology <a href="https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1134205.pdf">https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1134205.pdf</a>
				8	Developing Skills in Second Year Biological Science Undergraduates <a href="https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.11120/beej.2014.00026?needAccess=true">https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.11120/beej.2014.00026?needAccess=true</a>
				9	The Effect of Project-Based History and Nature of Science Practices on the Change of Nature of Scientific Knowledge <a href="https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1094587.pdf">https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1094587.pdf</a>
				10	Developing Professional Skills in STEM Students: Data Information Literacy <a href="http://www.istl.org/14-summer/refereed4.html">http://www.istl.org/14-summer/refereed4.html</a>

**Tabla 7:** Resultados encontrados en la búsqueda realizada para el descriptor "Science Research Skills" en la base de datos ERIC

Base de datos	Búsqueda	Etiquetas	No. Resultados totales	Selección por título	Títulos seleccionados
ERIC	Science Research Skills	Skill development, undergraduate students, Desde 2009, Research skills	14	1	Evaluating the development of science research skills in work-integrated learning through the use of workplace science tools <a href="https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1113704.pdf">https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1113704.pdf</a>
				2	Student Perceptions of Staged Transfer to Independent Research Skills During a Four-year Honours Science Undergraduate Program <a href="https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1134204.pdf">https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1134204.pdf</a>
				3	Effects of Inquiry-based Learning on Students' Science Literacy Skills and Confidence <a href="https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1136707.pdf">https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1136707.pdf</a>
				4	The Benefits of Attending the Annual Biomedical Research Conference for Minority Students (ABRCMS): The Role of Research Confidence. <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5008893/">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5008893/</a>
				5	Developing a psychology undergraduate research community in a new university <a href="https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ991413.pdf">https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ991413.pdf</a>
				6	Building Global Health Research Competencies at the Undergraduate Level <a href="http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1028315308329806">http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1028315308329806</a> <i>6 no da acceso al documento completo</i>
				7	Design and validation of a questionnaire to measure research skills: experience with engineering students <a href="https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1134869.pdf">https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1134869.pdf</a>

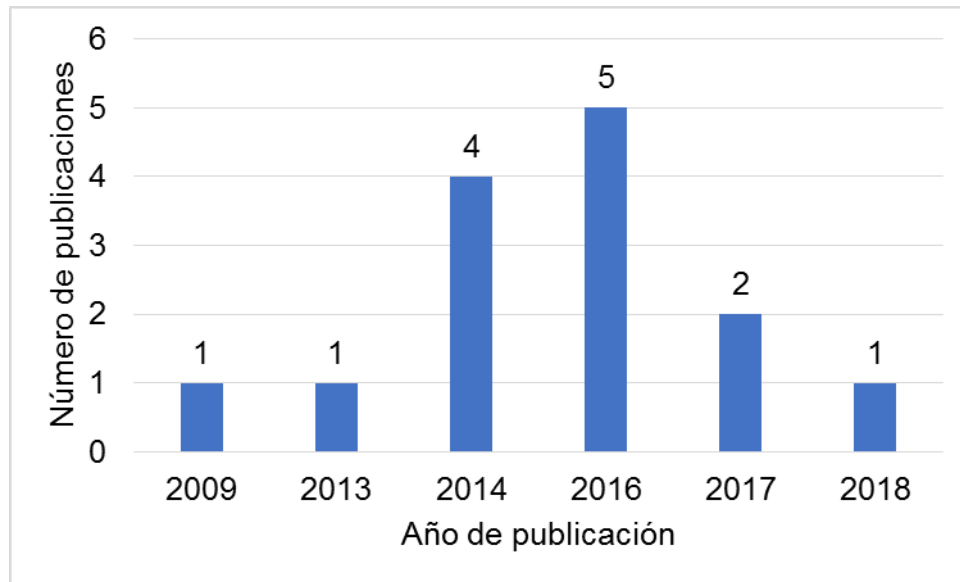
				8	Research Skills Development in Higher Education Students <a href="https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1133385.pdf">https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1133385.pdf</a>
--	--	--	--	---	---

Para esta fase de búsqueda y revisión de literatura se establece una segunda etapa que consta de una selección de artículos más detallada, ya que una vez ubicado el artículo completo se realiza la lectura para determinar elementos como el tipo de información que contiene, si se trata de un estudio experimental ya sea que plantea una estrategia didáctica o bien elementos para la medición de las competencias investigativas, además se recopilan datos como el país de origen, el año de publicación y las palabras clave utilizadas en cada uno.

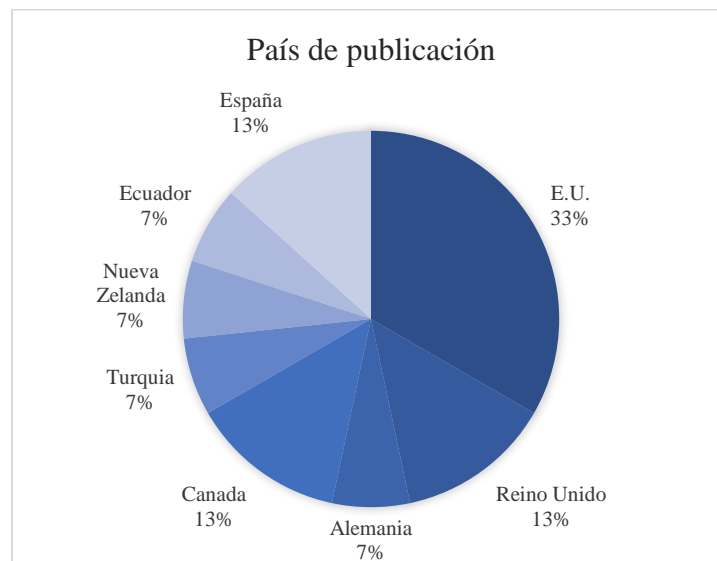
También se considera para ambos descriptores la etiqueta “undergraduate students”, por tal motivo todos los artículos se ajustan al desarrollo de las competencias necesarias para la investigación científica en estudiantes universitarios.

En las figuras 2 y 3 se presentan datos como los años de publicación y el país donde se lleva a cabo la investigación:

**Figura 2:** Comparativo para los años de publicación de los artículos seleccionados



**Figura 3:** Países con publicaciones en el desarrollo de competencias investigativas



En cuanto a los artículos seleccionados por su relevancia y relación con el desarrollo de las competencias necesarias para la investigación científica, encontramos que los años 2014 y 2016 fueron los más productivos en cuanto a investigaciones y proyectos desarrollados al respecto, ya que de los 14 documentos 9 de ellos fueron publicados en los años mencionados.

Además es notoria la cantidad de estudios realizados en los Estados Unidos ya que representa una tercera parte del total de las publicaciones realizadas, seguido por países como Canadá, España y Reino Unido (Figura 2)

Para concentrar toda la información obtenida de los artículos seleccionados se elaboró una tabla (Tabla 8) con elementos centrales como el título, un resumen general, el tipo de información y las palabras clave de cada uno, éste último elemento es de gran importancia ya que a partir de él se pueden establecer nuevos parámetros o combinaciones para búsquedas posteriores y así determinar los elementos centrales de la búsqueda según sea la necesidad de información que se tenga.

**Tabla 8:** Artículos seleccionados por la relevancia de su contenido con el desarrollo de Competencias

<b>Título</b>	<b>Estrategia, medición</b>	<b>Resumen general</b>	<b>Palabras clave</b>
Doing peer review and receiving feedback: impact on scientific literacy and writing skills	Utilidad de la estrategia	El propósito del estudio fue determinar el impacto de la revisión por pares en estudiantes universitarios de fisiología humana	peer review; scientific writing; science literacy; student perceptions; human physiology
A Handful of Bacteria: A Simple Activity That Engages Students to Think and Write Like a Scientist	Estrategia-actividad	Se plantea el desarrollo de una actividad para promover el pensamiento científico en estudiantes universitarios, abordando el proceso investigativo	scientific inquiry, critical thinking, quantitative reasoning, writing, engagement
Write on the edge: using a chemistry corpus to develop academic writing skills resources for undergraduate chemists	Estrategia-taller	El artículo reporta el desarrollo de un taller enfocado en el uso del inglés con propósitos académicos asociado al uso de bases de datos para la búsqueda de información en estudiantes de química	NA
Information Literacy in Science Writing: How Students Find, Identify, and Use Scientific Literature	Estrategia-Caso de estudio	Se emplea un curso de escritura científica para mejorar las competencias de los estudiantes en la búsqueda de información científica a través del uso de bases de datos especializadas y el desarrollo de un proyecto de revisión de literatura.	Faculty librarian collaboration; information literacy standards; undergraduate science literacy; science writing; primary research articles; embedded librarians
Conceptions of Scientific Knowledge Influence Learning of Academic Skills: Epistemic Beliefs and the Efficacy of	Estrategia-intervención-comparación	Se investigan los efectos de las creencias epistemológicas en la efectividad para la instrucción de la gestión de información	epistemic beliefs; absolutism; multiplicity; information literacy; instruction

Information Literacy Instruction			
Implementation and Evaluation of the Course Dossier Methodology	Estrategia-Evaluación	Método de enseñanza para que los estudiantes mejoren su comprensión sobre conceptos y textos científicos, se describen los pasos y se evalúa el desempeño de los estudiantes	writing-to-learn, hermeneutics, physics education, social constructivism
Developing Skills in Second Year Biological Science Undergraduates	Estrategia	Se diseña un módulo con actividades dirigidas al desarrollo de habilidades científicas como la búsqueda de información, manejo del tiempo, trabajo en equipo hasta el pensamiento crítico y creativo	bioscience skills, group work, problem-based learning, student-centered learning, engagement
The Effect of Project-Based History and Nature of Science Practices on the Change of Nature of Scientific Knowledge	Estrategia_intervención-pretest-postest	Estudio cuasi experimental, con grupos de estudiantes universitarios planteando una estrategia para la comprensión de la investigación científica y la naturaleza de la ciencia	history and nature of science, nature of scientific knowledge, pre-service science teacher, project-based learning
Developing Professional Skills in STEM Students: Data Information Literacy	Estrategia	Se plantea un proyecto para incursionar en el desarrollo de competencias en el manejo de datos en estudiantes universitarios de las áreas STEM utilizando herramientas como un check list para la credibilidad de los datos	data information literacy, data consumption, data credibility checklist, STEM, nuclear engineering, science
Evaluating the development of science research skills in work-integrated learning through the use of workplace science tools	Medición-comparación	Esta investigación muestra que las herramientas académicas específicas para el quehacer científico pueden descubrir discrepancias entre las habilidades de investigación científica que tienen los estudiantes y lo que se les exige en una situación profesional. se hace comparación de	Tertiary science education, work-integrated learning; tools, workplace learning, science education



		grupos por medio de entrevistas semiestructuradas	
Student Perceptions of Staged Transfer to Independent Research Skills During a Four-year Honours Science Undergraduate Program	Estrategia-Investigación	Se presentan resultados previos de un estudio longitudinal que investiga la eficacia de un programa integral de ciencia, donde se describen los métodos pedagógicos utilizados para el desarrollo de las competencias investigativas en estudiantes	science pedagogy, longitudinal study, research-based learning, undergraduate research
Effects of Inquiry-based Learning on Students ' Science Literacy Skills and Confidence	Estrategia-evaluación	En este estudio se demuestra la mejora que tienen los estudiantes en el aprendizaje de la ciencia y las competencias en investigación utilizando la instrucción por investigación	Undergraduate, Laboratories, Inquiry-based learning, Science literacy, Self-efficacy
Design And Validation of a Questionnaire to Measure Research Skills: Experience with Engineering Students	Medición-validación	El estudio presenta el diseño y validación de un cuestionario enfocado en medir las competencias investigativas en estudiantes de ingeniería, la validación se da a través de la significancia obtenida	Validation, Learning, Research skills, University.
Research Skills Development in Higher Education Students	Estrategia-Caso de estudio	Se realiza el estudio de caso sobre el desarrollo de proyectos de investigación por parte de estudiantes universitarios, donde se busca desarrollar las competencias investigativas y el acercamiento a la ciencia	Family business, initiative research, analysis, team work, research skills

Una vez realizada la revisión y sistematización de la literatura seleccionada solo resta dar respuesta a las preguntas planteadas.

Para la primera pregunta *¿Cuáles son las competencias relacionadas con el proceso de investigación científica más utilizadas en estrategias educativas?* Encontramos que la búsqueda y gestión de información científica, la comunicación escrita en un contexto científico y la comprensión del proceso de investigación son algunas de las competencias más consideradas al momento de desarrollar proyectos relacionados con el desarrollo de competencias investigativas en los estudiantes.

En cuanto a la pregunta número dos *¿Cuáles son los tipos de estudio más comunes para el desarrollo de las Competencias Investigativas?* A través del análisis de la literatura seleccionada encontramos que entre los estudios más realizados relacionados con el desarrollo de las competencias en investigación está el diseño, planteamiento y evaluación de estrategias didácticas, ya sea a través de actividades específicas, cursos, programas de estudio o módulos, los cuales se centran en las competencias y habilidades mencionadas en la respuesta a la pregunta número uno.

Para dar respuesta a la pregunta número 3 *¿Cuáles son las estrategias más utilizadas para desarrollar las Competencias Investigativas en estudiantes universitarios?*, es posible decir que dentro de las estrategias más socorridas para el desarrollo de las competencias necesarias para realizar investigación científica tenemos que, éstas pueden ir desde actividades específicas hasta el diseño de módulos, talleres y cursos hasta programas de estudio centrados en el uso de bases de datos especializadas, gestión de información científica, uso de textos científicos y desarrollo de proyectos de investigación.

Por último, en lo que corresponde a la pregunta cuatro *¿Cuáles son las principales tendencias y vacíos encontrados en la búsqueda de artículos relacionados con el desarrollo de las Competencias Investigativas?* Habiendo concentrado la información obtenida de los artículos seleccionados, es posible detectar ciertas tendencias y áreas de oportunidad, ya que la gran mayoría de las investigaciones revisadas hacen referencia a estrategias específicas para el desarrollo de las competencias investigativas.

Sin embargo, vale la pena mencionar que no se encuentran muchos estudios relacionados con la caracterización y clasificación de las competencias necesarias para realizar investigación científica, si bien queda claro que la gestión de información, el uso de herramientas como las bases de datos especializadas, la escritura científica y la comprensión del proceso investigativo son algunas de las más consideradas en los estudios, no se encontró literatura enfocada específicamente en un análisis o descripción detallada de las mismas.

Otro elemento poco común es el desarrollo de instrumentos para la evaluación ya sea de las competencias investigativas o de su desarrollo, ya que solo uno de los artículos encontrados se centra específicamente en este elemento, la mayoría se centran en la evaluación de las estrategias planteadas y su efectividad.

Para finalizar el análisis de la literatura, vale la pena mencionar que muchos de los estudios que se han revisado y que, por no estar directamente relacionados con el desarrollo de competencias investigativas, no se incluyen en este análisis, ya que primordialmente se enfocan en estrategias didácticas aplicadas en las aulas de ciencias, pero se centran en el aprendizaje de temas específicos y no meramente en la formación de investigadores.

## **2.1 Descripción de estudios relacionados con el desarrollo de competencias investigativas**

Las competencias investigativas generan en los estudiantes, aprendizajes significativos y especializados, desarrollando habilidades en investigación y uso de herramientas, para planear, diseñar y desarrollar proyectos, y con sus resultados promover la toma de decisiones, solución de problemas y construcción de teorías (Álvarez et al., 2011).

El quehacer académico, debe basarse en promover y facilitar, sistematizadamente, el acceso a los conocimientos, la formación y desarrollo de competencias, lo cual incluye la asimilación de los valores necesarios para practicar investigación (Londoño et al., 2014).

Por lo que, es necesario reconsiderar las prácticas educativas y poner en marcha procesos de innovación que apoyen en el proceso de enseñanza-aprendizaje y el desarrollo de competencias, para esto, Morales et al. (2005) en su trabajo evidencian la necesidad de transformar la enseñanza de la investigación, teniendo como propósito ofrecer algunas propuestas para mejorar la enseñanza de la investigación y su acompañamiento en el contexto universitario y plantean que para enseñar investigación se pudieran tomar como referencia algunas propuestas, que catalogan como competencias:

- Leer investigaciones sobre áreas afines publicadas
- Realizar exposiciones conceptuales sobre el proceso de investigación
- Acompañar al aprendiz en las fases del proceso de investigación
- Enseñar a investigar investigando
- Investigar en y con la comunidad
- Escribir como proceso recursivo de colaboración en el proceso de investigación

- Practicar la investigación significativa.

El propósito del estudio realizado por Enciso et al. (2012) fue examinar el desarrollo de competencias investigativas básicas, a través del aprendizaje basado en proyectos como estrategia, en estudiantes de nivel superior. La investigación consta de 20 participantes y es de tipo descriptivo. Se basa en la elaboración y validación de instrumentos como entrevistas, pruebas diagnósticas y rúbricas para seguimiento y evaluación. Los resultados reportan que la estrategia de enseñanza y el aprendizaje basado en proyectos es una alternativa con altas posibilidades para ayudar a desarrollar competencias investigativas y, a su vez, sirve como instrumento de mediación para mejorar los procesos de investigación formativa.

Por su parte, Morales y colaboradores (2013) generan una propuesta para ayudar al desarrollo de competencias, donde se presenta una clasificación de los recursos educativos para el aprendizaje de conceptos, de procedimientos, y de actitudes. Haciendo una descripción de los tipos de contenidos, relacionándolos a los tipos de recursos que los caracterizan, capacidades involucradas y tipos de actividades asociadas con la búsqueda de información en repositorios digitales. En el caso específico de dicho estudio se utilizan dos repositorios digitales y se plantean actividades para desarrollar competencias en la búsqueda de información, en este caso, se utilizan objetos de aprendizaje diseñados para que estudiantes de educación a distancia desarrollen competencias específicas estableciendo criterios para validar y seleccionar información confiable.

En la conclusión se reporta la obtención de una alternativa para la mejora del sistema de catalogación de repositorios.

Para continuar con la revisión de estudios relacionados con el desarrollo de competencias

investigativas en los estudiantes, se hace la revisión al estudio realizado por Balbo (2008) el cual plantea la posibilidad de diseñar una propuesta para la formación de competencias investigativas en estudiantes universitarios, a través de la incorporación de nuevas estrategias vinculadas con la temática investigativa.

Para lo que aplica diagnóstico inicial al grupo muestra de estudiantes que cursan la asignatura de metodología de la investigación con el fin de determinar los conocimientos iniciales, necesidades para realizar el producto investigativo y expectativas de formación, al igual que a docentes que imparten la asignatura.

Su estudio presenta resultados parciales de las entrevistas realizadas, encontrando que la formación investigativa de los estudiantes es asumida como un hecho por parte de los docentes, quienes expresan que la asignatura no tiene impacto en la formación integral de los estudiantes, además de que no hay un conocimiento, mientras que por su lado, los estudiantes, afirman que los procedimientos tradicionales empleados por los docentes no les ayudan en el desarrollo de las competencias investigativas, ven a la materia como algo complejo, muy formal y poco vinculado, además de reafirmar que los docentes parten de la idea de que los estudiantes ya saben investigar.

Los hallazgos reportados en esta investigación, dicen mucho sobre la realidad que enfrenta la enseñanza del proceso investigativo y el desarrollo de competencias, exponiendo así, la problemática actual de la formación de investigadores.

En el trabajo realizado por Ortega y Salazar (2015), se toma como base al aprendizaje situado, el cual tiene como finalidad vincular la escuela con la vida cotidiana, lo que posibilita que la construcción del conocimiento tenga vínculo con el entorno, dando lugar a aprendizajes

contextualizados.

El estudio se llevó a cabo, con estudiantes de la Lic. en Psicología Clínica donde participaron en una investigación “in situ” a una empresa específica, para articular competencias genéricas con competencias interdisciplinarias y específicas que conforman el perfil de egreso del estudiante.

Los estudiantes realizaron un proyecto de investigación de forma paralela al curso permitiéndoles conocer más sobre la psicología laboral, a través de un análisis histórico de la empresa, los instrumentos de evaluación consistieron de listas de asistencia, cotejo, rúbricas y presentación del proyecto. Dentro de las conclusiones se establece la articulación de conocimientos prácticos y teóricos de manera contextualizada, así como el desarrollo de competencias.

En este estudio, es posible confirmar de manera clara la importancia que tiene la vinculación aula-empresa donde los estudiantes serán capaces de tener experiencias directas con el mundo laboral, las cuales les permiten desarrollar una visión amplia sobre las necesidades de cada área.

Por último, Carrillo-Larco y Carnero (2013) establecen como objetivo en su trabajo de investigación, determinar el número de habilidades auto-percibidas relacionadas con la investigación, además de conocer la cantidad de alumnos interesados en dedicar su carrera a la investigación, e identificar los factores asociados a este interés en estudiantes de medicina del primer año, para lo que se realizó un estudio transversal analítico, por medio de un cuestionario auto-aplicado, anónimo, donde, se preguntó sobre las habilidades para la investigación que los alumnos consideraban tener. Una vez realizado el análisis cuantitativo

de los datos, se concluye que, aunque el nivel de habilidades auto-percibidas para la investigación en estudiantes de medicina del primer año es limitado; ellos poseen un interés significativo por dedicarse a la investigación, el cual debe fomentarse asegurando una adecuada formación en investigación, y el desarrollo de actividades de promoción y apoyo a la investigación estudiantil, constituyendo una potencial fuente de recursos humanos.

Para realizar un análisis de los elementos centrales considerados en cada estudio, los cuales hacen referencia a los elementos propuestos para el protocolo de investigación “Desarrollo de competencias investigativas y uso de las TIC en estudiantes universitarios del área de ciencias químico-biológicas”, se presentó la tabla 2, donde se consideran únicamente estudios con algún tipo de intervención, ya sea para diagnóstico, medición o experimentación con las variables especificadas.

A través del análisis de los estudios revisados, es posible detectar ciertas tendencias en cuanto a la investigación educativa en el campo del desarrollo de competencias investigativas, por tratarse de un tipo de competencia específico para la búsqueda, desarrollo, generación y divulgación de información, la población predilecta se conforma por estudiantes de nivel superior, en cada estudio se hace un especial énfasis en la importancia de dichas competencias, de manera general la mayoría de los estudios se realizan con estudiantes de áreas de ciencias, esto, puede tener una estrecha relación con la gran importancia que tiene la investigación en esta área, ya que como se ha mencionado es el eje central de sus disciplinas.



## 2.2 Conclusiones del capítulo

Como se mencionó anteriormente, este proyecto de investigación busca desarrollar las competencias de investigación básicas en estudiantes universitarios del área de ciencias químico-biológicas, a través de la elaboración y aplicación de una estrategia didáctica sustentada en el paradigma constructivista. Sin embargo, la investigación se plantea bajo el enfoque cuantitativo, ya que la investigación cuantitativa busca establecer el grado de correlación entre variables establecidas, además de la generalización de los resultados por medio de una muestra, para inferir en la población objetivo (Bautista, 2011).

Para dicha investigación, se aplica un diseño experimental de grupo de control pretest-postest (Campbell y Stanley, 1995), ya que se establece un estudio comparativo que permita determinar si existe una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos en lo que al desarrollo de competencias investigativas y razonamiento científico se refiere.

Con respecto a la delimitación y caracterización de las competencias a desarrollar, se aborda en el marco teórico, en donde se realiza una explicación detallada de las mismas en concordancia con el marco de competencias establecido y el programa educativo de QFB.

En cuanto a los objetivos de la investigación se establecen a partir del análisis de literatura, en donde se detectan tendencias y vacíos de conocimiento específicos para el área de estudio.

Dentro de los objetivos planteados para este proyecto, se establece:

- Realizar una propuesta de estrategia didáctica de la asignatura Herramientas Computacionales, enfocada en desarrollar competencias investigativas básicas.
- Analizar el grado en que los estudiantes desarrollan competencias para realizar investigación científica con el apoyo de las TIC, para determinar la utilidad de los recursos didácticos implementados, por medio de la comparación entre grupos.

- Comparar a través de una evaluación pretest y posttest el nivel de desarrollo del razonamiento científico de los estudiantes.

Cabe mencionar, que derivado de la revisión sistemática de la información obtenida se concluye a manera de recapitulación que, las competencias investigativas más consideradas en los estudios revisados son las relacionadas con la búsqueda y gestión de información especializada, la comunicación escrita en un contexto científico y la comprensión del proceso de investigación. Dentro de los estudios más comunes en este tema esta el diseño, planteamiento y evaluación de estrategias para el desarrollo de estas competencias, ya que en la mayoría de ellos se acepta a esta herramienta como la mejor opción para dicho propósito, en cuanto a las estrategias más utilizadas, van desde el planteamiento de actividades específicas hasta programas de estudios centrados en la gestión de información y el desarrollo de proyectos de investigación.

Referente a las tendencias y vacíos de conocimiento localizados, se encontró que una tendencia clara es el uso de estrategias para desarrollar competencias y debido al tipo de competencia del que se trata, la población predilecta, son los estudiantes de educación superior de áreas STEM. Para los vacíos de conocimiento, resalta la carencia de una clasificación y caracterización de las competencias investigativas y el uso de la tecnología como herramienta central para su desarrollo.

De tal manera, que considerando los hallazgos de la revisión de literatura, se buscó realizar una estrategia didáctica ya que de acuerdo con diversos autores (Morales et al., 2005; Morales, et al., 2013; Enciso, 2012), es una de las herramientas más efectivas en el desarrollo de competencias, debido a que permite a los estudiantes construir el conocimiento a partir del uso y aplicación de herramientas cognitivas, además se hace referencia al desarrollo de proyectos como una alternativa para desarrollar competencias investigativas, que también

mejora el proceso de investigación formativa, ya que el aprendizaje basado en proyectos es una de las estrategias que ha demostrado mayor efectividad, debido a que dentro de los elementos de mayor fortaleza en las estrategias didácticas se encuentra el planteamiento de objetivos determinados, los cuales, en este caso se enfocan en desarrollar competencias investigativas, a través de la elaboración de proyectos de investigación por parte de los estudiantes.

En cuanto a las competencias investigativas, se establecen a partir de la integración de las mismas ya establecidas en el proyecto Alfa Tuning América Latina para el área química y las de mayor importancia de acuerdo a los estudios revisados, en donde predominan la búsqueda de información, el uso y selección de información confiable y el conocimiento de los elementos del proyecto de investigación.

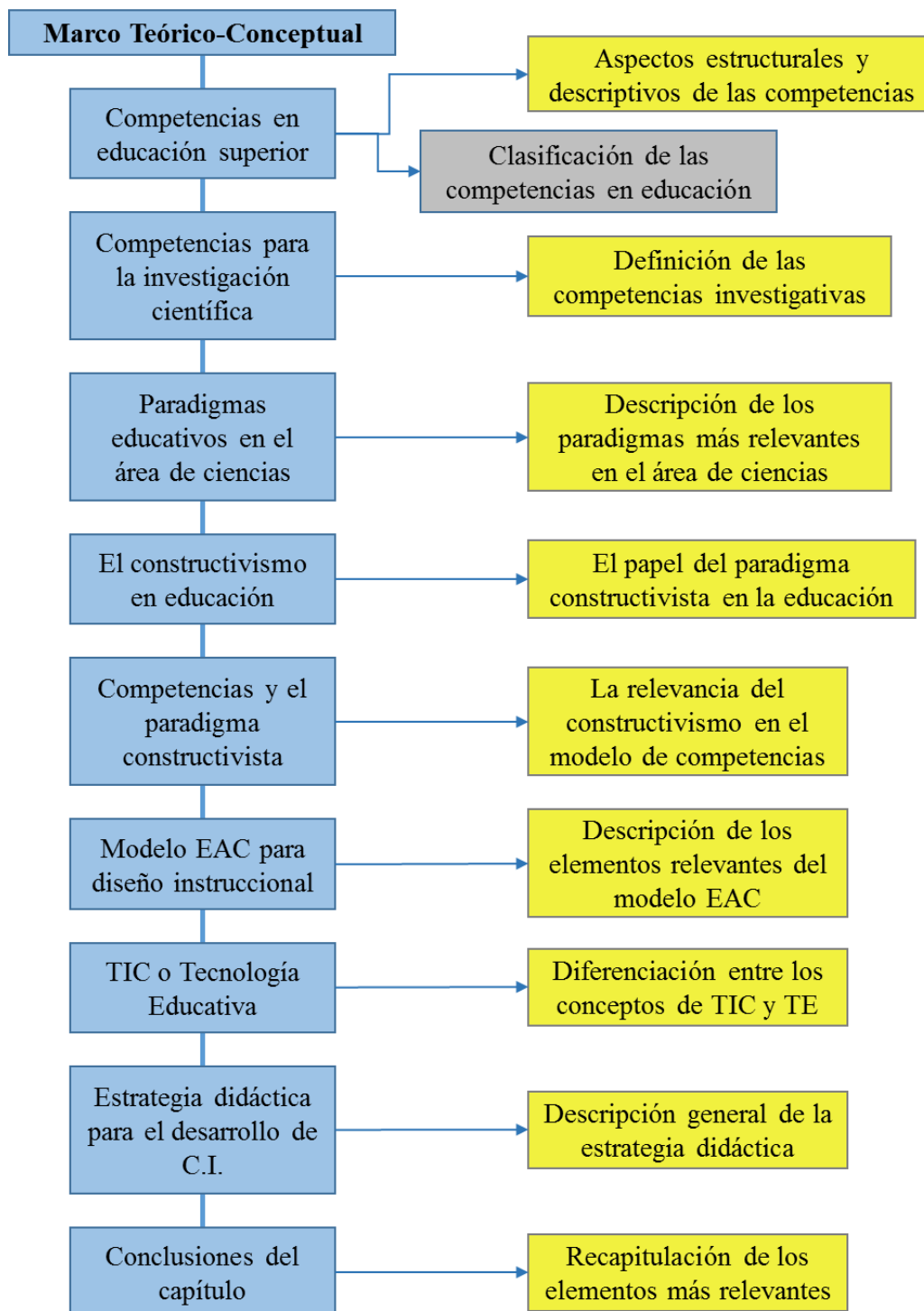
Además, se encontró que uno de los puntos centrales de este trabajo, el cual consiste en el uso específico de las TIC como herramienta de apoyo para desarrollar dichas competencias, es uno de los vacíos de conocimiento detectados, ya que la mayoría de los estudios son de carácter exploratorio y no consideran como eje central el uso de la tecnología, a diferencia del estudio realizado por Lavonen (2008), quién establece la importancia de la integración de las TIC en la investigación realizada en el aula de ciencias.

Asimismo, se reconoce la carencia de instrumentos validados para la evaluación del desarrollo de las competencias en investigación, ya que son sumamente variadas y abarcan un amplio espectro que va desde la confiabilidad de la información, hasta la gestión de recursos y publicación de resultados, es por eso que se propone el uso de dos instrumentos que se enfocan en elementos centrales como son el razonamiento científico (Lawson, 2000), elemento complementario para las competencias investigativas y el desarrollo del proyecto de investigación (Timmerman et al., 2011).

Por último, es necesario hacer énfasis en que en las etapas de búsqueda de información no hubo una cantidad de resultados notable para este tipo de investigación, en México o América Latina bajo los criterios de búsqueda establecidos, de ahí que se considerará la temática a nivel general para así poder establecer un panorama más amplio y conocer el avance de las herramientas y estrategias utilizadas.

### Capítulo 3. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL

*Figura 4: Esquema general de la estructura del marco teórico*



*Nota:* Uso de color Azul, títulos del marco teórico. Gris, subtítulos del marco teórico, Amarillo, contenido general de cada apartado.

### **3.1 Las competencias en educación superior**

Sabemos que, las competencias poseen un efecto sinérgico entre los conocimientos, habilidades y actitudes, de tal modo que, representan una excelente oportunidad para las instituciones de educación superior, para favorecer la labor investigativa de sus integrantes (Levison y Salguero, 2009). Ya que las dificultades de los sistemas educativos para ajustarse a los cambios de la sociedad actual y generar interés por el aprendizaje han provocado el desarrollo de un modelo educativo vinculado a las competencias, lo que involucra cambios significativos (Lires et al., 2013).

La importancia del estudio de las competencias radica en su enfoque de educar para la vida, ya que se desarrollan diversas habilidades como: el pensamiento crítico, la toma de decisiones y la solución de problemas (Jaik, 2013).

Para hablar claramente de las competencias se deben sentar las bases teóricas de las que parte el concepto aplicado a la educación superior, siendo considerado como el más pertinente el paradigma constructivista, el cual se centra en la construcción del conocimiento, donde los alumnos son parte activa del proceso de aprendizaje. Moreno et al. (2017) plantean que la transferencia puede facilitarse cuando el aprendiz realiza tareas significativas y contextualizadas, debido a que la comprensión está respaldada por la experiencia.

El conocimiento, visto desde el constructivismo en educación, es un recurso lleno de innovaciones que representa la construcción de alternativas que encajan con la realidad (Rodríguez, 2012).

Considerando lo ya mencionado, es importante que los procesos de enseñanza y aprendizaje estén situados en escenarios compatibles con la realidad, retomando la importancia que tiene la experiencia como coadyuvante en la comprensión, vinculando al aula con el entorno.

De acuerdo con Moreno et al., (2017) el interés del paradigma constructivista está centrado en la generación de herramientas cognitivas, donde para lograr el éxito, el aprendizaje debe contener:

1. Actividades
2. Conceptos
3. Contexto

Es entonces donde la figura del docente cobra importancia, tomando un papel determinante en la posibilidad de facilitar que los estudiantes desarrollen las competencias requeridas para encarar los retos que presenta el mundo laboral actual, haciéndolo por medio del planteamiento y diseño de programas educativos integrales y contextualizados con las exigencias del área.

Parte de la labor docente consiste en asegurar que los conocimientos generados en el salón de clase sean transferidos a contextos concretos a través de la práctica didáctica, lo que se refiere a la educación basada en competencias, la cual debe fomentar el principio de la transferibilidad (Balbo, 2008).

Desde esta óptica, se trata de generar en las aulas universitarias la facilidad para que los estudiantes desarrollen competencias, teniendo siempre en mente un objetivo claro en cuanto al tipo de competencias necesarias para el área, en este caso específicamente las ciencias naturales, ya que, de esta manera, los alumnos tendrán la capacidad de realizar tareas

específicas del ámbito educativo, pero que deberán ser las indicadas para solucionar problemas efectivamente en el medio profesional.

De acuerdo con Jonnaert (2001) las competencias hacen referencia a un conjunto de elementos que el estudiante puede movilizar para tratar una situación con éxito. Es decir, que las capacidades deberán seleccionarse y coordinarse para atender a la situación, la cual además es una representación por el sujeto y se debe responder de manera pertinente.

Habiendo sentado las bases de la importancia de las competencias en la educación superior, aquí se presentan algunas teorías sobre el origen y desarrollo de competencias, según distintos modelos y corrientes educativas.

La recopilación realizada por Jaik (2013), hace referencia tanto al origen del concepto de competencia como al desarrollo que ha tenido en la educación, a continuación, se presenta una síntesis del mismo:

En psicología el término “competencia” aparece a finales de los años cincuenta, con el surgimiento de la psicología cognitiva, donde destaca Chomsky al hablar de competencias lingüísticas; sin embargo, se define una década más tarde con la contribución de Chomsky y Skinner, éste último trabajando dentro del marco de la psicología conductista.

Es cuando el concepto de competencia inicia su desarrollo abarcando distintas áreas como son: la lingüística, la psicología conductual, la psicología cognitiva y la educación. Es en la psicología conductual donde al referirse a competencias se habla de un comportamiento observable y verificable, relacionándolo entonces, con el desempeño.



Posteriormente, la psicología cultural se incluye en el uso y definición de las competencias, donde autores como Vigosky y Brunner hacen sus aportaciones, tomando como base, las relaciones sociales.

Mientras tanto, en el área cognoscitiva, Gardner plantea la teoría de las inteligencias múltiples, generando una base importante para la comprensión de las competencias.

De manera más reciente se plantea el enfoque de la socioformación, desarrollado por Tobón en el año 2004, quien se basa en la aplicación del pensamiento complejo para las prácticas educativas, abordando a las competencias como un desempeño integral considerando elementos como la creatividad, el mejoramiento continuo y la ética, proponiendo una clasificación para los enfoques de competencias, que son:

- **Enfoque conductual:** toma en cuenta la gestión del talento humano en las organizaciones
- **Enfoque funcionalista:** Las competencias se refieren a las capacidades que tienen las personas para desarrollar actividades demostrándolo con resultados.
- **Enfoque constructivista:** Va más allá del desempeño y considera a los objetivos y potencialidades, tomando a la interacción entre el sujeto y la información, como el origen del conocimiento.
- **Enfoque Socioformativo o complejo:** Supone un desarrollo integral sustentado en relaciones colaborativas y equilibrio ambiental, sin dejar de lado la ética. Considerando a las competencias como procesos complejos.

La OCDE en el proyecto para la Definición y Selección de Competencias, establece que el paradigma constructivista es más adecuado para el desarrollo de las competencias en educación (Serrano y Pons, 2011).

De acuerdo con Tobón (citado en Zapata, 2015) el concepto de competencia en la Educación Superior, está basado en el aprendizaje significativo y la formación humana integral como condición esencial del proyecto pedagógico; integrando la teoría y la práctica en las actividades didácticas.

Según la revisión realizada por Argüelles y Gonczi (citado en Correa, 2007), las nociones tradicionales del concepto de competencia, se refieren a la capacidad cognoscitiva para desempeñarse de manera pertinente en un contexto; por lo tanto, las competencias hacen referencia a habilidades cognitivas aplicadas, ya que los procesos de pensamiento superior se reflejan en la capacidad que se tiene para el desempeño.

Además, Tobón (2006), plantea que las competencias en educación son procesos complejos de desempeño con idoneidad en un determinado contexto, con responsabilidad.

A continuación, se presenta un resumen de los aspectos estructurales de las competencias planteados por Correa (2007) y los aspectos a considerar para su descripción según Tobón (2006), incluyendo la descripción conceptual de cada uno de estos aspectos de manera complementaria (Tabla 9).

**Tabla 9:** Resumen de aspectos estructurales y descriptivos de las competencias

<b>Correa (2007)</b>		<b>Tobón (2006)</b>	
<b>Aspecto Estructural</b>	<b>Descripción</b>	<b>Aspecto de descripción</b>	<b>Descripción</b>
Criterios de desempeño	Resultados que se deben obtener y demostrar en situaciones reales de trabajo.	Verbo de desempeño	Se hace con un verbo de acción. Indica una habilidad procedimental.
Campo de aplicación:	Diferentes escenarios y condiciones variables donde se debe ser capaz de demostrar dominio sobre el elemento de competencia.	Objeto de conocimiento	Ámbito o ámbitos en los cuales recae la acción.
Conocimientos y comprensiones esenciales:	Teorías, principios, conceptos e información relevante que sustenta y se aplica en el desempeño laboral.		
		Finalidad	Propósitos de la acción
Las evidencias requeridas	Pruebas necesarias para evaluar y juzgar la competencia, definida en los criterios de desempeño y los conocimientos y comprensiones esenciales, delimitadas por el rango de aplicación.	Condición de calidad	Conjunto de parámetros que buscan asegurar la calidad de la acción o actuación.

Tardif (2003), plantea que las competencias se delimitan como “un saber actuar complejo establecido sobre la movilización y la utilización eficaces de varios recursos”. Lo que según

el autor pone el foco sobre la eficacia de la movilización y la utilización de recursos en los que se apoya una competencia. Las experiencias relacionadas con el desarrollo de un programa por competencias tienen en ocho etapas:

1. Determinación de las competencias que componen el programa.
2. Determinación del grado de desarrollo de las competencias al término del curso.
3. Determinación de los recursos internos (conocimientos, actitudes, conductas) a movilizar por las competencias.
4. Escalamiento de las competencias en el conjunto de la formación.
5. Determinación de las modalidades pedagógicas en el conjunto del programa.
6. Determinación de las modalidades de evaluación de las competencias.
7. Determinación de la organización del trabajo de docentes y estudiantes.
8. Establecimiento de las modalidades de acompañamiento.

De las etapas planteadas, destaca la determinación de los recursos, ya que se hace una distinción entre recursos internos (conocimientos, actitudes, conductas) y los recursos externos (contexto e infraestructura), afirmando que los recursos son una base para la autorregulación en el uso de las competencias tomando en cuenta el contexto.

### **3.1.1 Clasificación de las competencias en educación**

De acuerdo a lo planteado por Tobón (2006), existen dos clases generales de competencias: competencias específicas y competencias genéricas.

- **Competencias genéricas:** Se refieren a las competencias que son comunes a una rama profesional (por ejemplo: salud, ingeniería, educación) o a todas las profesiones.

- **Competencias específicas:** Son propias de cada profesión y le dan identidad a una ocupación.

Además, plantea que en cada clase de competencias hay dos subclases, según el grado de amplitud de la competencia: competencias y unidades de competencia. Donde, las competencias tienen un esquema global, son extensas y se relacionan con toda un área de desempeño. Mientras que, las unidades de competencia son específicas, haciendo referencia a actividades generales.

Existe otra clasificación propuesta por Correa (2007) que además de considerar a las competencias ya mencionadas, como son las genéricas y específicas, considera un tercer tipo antecesor a las genéricas y además plantea el contexto educativo en el que se desarrollan. La categorización de las competencias de mayor aceptación en el ámbito educativo es la centrada en términos del desempeño en el contexto, que se muestra en la tabla 10. En el caso específico de México la Secretaría de Educación Pública (SEP) divide por niveles educativos y áreas, por ejemplo: lenguaje y comunicación, pensamiento matemático, exploración y comprensión del mundo natural y social, pensamiento crítico y solución de problemas (SEP, 2017) por mencionar algunas, siendo en total 11 áreas y 4 niveles educativos, preescolar, primaria, secundaria y educación media superior.

**Tabla 10:** Categorización de las competencias según el contexto

<b>Tipo de competencia</b>	<b>Descripción</b>	<b>Contexto educativo</b>
<p align="center"><b>Competencias básicas o universales</b></p>	<p>Son las capacidades intelectuales indispensables para el aprendizaje de una conducta social, lo que permite desenvolverse adecuadamente en sociedad o dentro de cualquier ámbito. Para México por ejemplo algunas de estas competencias serían (SEP, 2017):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunica sentimientos, sucesos e ideas, tanto de forma oral como escrita en su lengua materna.</li> <li>• Comprende los fundamentos y procedimientos para resolver problemas matemáticos.</li> <li>• Reconoce algunos fenómenos del mundo natural y social</li> </ul>	<p align="center">Educación básica, primaria</p>
<p align="center"><b>Competencias genéricas o transversales</b></p>	<p>Según Rodríguez, citado en Correa (2007), son la base común de competencias que se comparten dentro de un campo de conocimiento y/o desempeño profesional. En México algunas de las que se consideran son (SEP, 2017):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se expresa con claridad en español, de forma oral y escrita.</li> </ul>	<p align="center">Educación media superior</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construye e interpreta situaciones reales, hipotéticas o formales que requieren de la utilización del pensamiento matemático</li> <li>• Obtiene, registra y sistematiza información, consultando fuentes relevantes.</li> </ul>	
<b>Competencias específicas</b>	<p>Son la base particular del ejercicio profesional y están vinculadas a condiciones específicas de ejecución.</p> <p>En el caso de Tuning América Latina, se plantearon competencias específicas para las áreas de Administración de Empresas, Arquitectura, Derecho, Educación, Enfermería, Física, Geología, Historia, Ingeniería Civil, Matemáticas, Medicina y Química.</p>	<p>Educación superior o técnica</p>

El concepto de competencia aplicado a la educación superior representa un saber hacer, es decir, que los estudiantes se apropien de los conceptos disciplinares del área, y que al mismo tiempo sean capaces de aplicarlos de manera efectiva en el contexto profesional (Balbo, 2008).

Es por lo antes mencionado que, la educación superior no debe enfocarse en las necesidades específicas de un grupo particular, ya que esto generará un prototipo educativo que excluya los intereses y necesidades de la comunidad educativa, la sociedad y de los estudiantes para su desempeño profesional (Tobón et al., 2010).

### **3.2 Competencias para la investigación científica**

En la docencia, es usual encontrar que uno de varios riesgos, es mostrar una visión errónea de la ciencia, como, afirmar que el conocimiento científico crece con la acumulación (Ruiz y Ramírez, 2015).

Debido al papel que han jugado la ciencia y la investigación en la educación, se hace necesario revalorar su importancia en el desarrollo social. Queda claro que la educación debe evolucionar junto con las demandas del ámbito laboral actual, la educación superior sin duda requiere de un enfoque capaz de vincular al aula con el medio laboral, y la educación en el área de ciencias no es la excepción.

Cabe mencionar, que cuando hablamos de competencia Levison y Salguero (2009), sugieren que en una combinación adecuada genera un desempeño efectivo en la situación que se presente, retomando así la importancia del desempeño como resultado del desarrollo de las competencias.



Para lograr la formación de competencias investigativas se debe favorecer en los estudiantes, el dominio de conceptos, procesos y teorías del área investigativa, cimentadas en el razonamiento científico, esto para abordar de manera crítica la realidad, además de utilizar capacidades de análisis, síntesis, juicio crítico y motivación al logro (Balbo, 2008).

Como ya se ha mencionado, es clara la importancia de originar programas educativos enfocados en el desarrollo de competencias, ya que se relaciona con la capacidad de crecer en el ámbito científico e investigativo lo cual puede verse reflejado en áreas laborales y productivas.

Según la UNESCO y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), el desarrollo de la investigación científica en Latinoamérica es escaso, asimismo sus resultados no son capaces de generar cambios significativos (Enciso et al., 2012).

Es por esto, que se debe replantear el papel que juegan la ciencia y la investigación en las sociedades actuales. Se requiere generar nuevos procesos educativos, donde los estudiantes tengan acceso a una educación que cubra las expectativas generales y concluya en un buen desempeño profesional, los programas educativos deben enfocarse en los aprendizajes de los alumnos (Ruiz y Ramírez, 2015).

Para enseñar a investigar es preciso que los estudiantes construyan conocimientos y desarrollen habilidades propias del quehacer investigativo; lo cual se alcanza al impulsar la creatividad, solución de problemas y conexión del trabajo investigativo con la realidad, por lo que, se forma integralmente en el ser, hacer y conocer (Balbo, 2008).

Es entonces cuando, el enfoque por competencias en la educación, cobra especial importancia, no se trata solo de que el alumnado aprenda contenidos, deben ser capaces de

aplicar los conocimientos obtenidos en situaciones diversas, es decir, pasar de la teoría a la práctica acercando el aula al mundo laboral, deben aprender a adaptarse al cambio y evolucionar, a tomar decisiones y resolver problemas de manera efectiva.

Hablando de las competencias en el área científica, se debe considerar a las competencias investigativas, lo que nos indica que, es necesario impulsar el proceso de formación de investigadores centrado en competencias, generando sensibilidad para comprender la realidad y solucionar problemas específicos (Levison y Salguero, 2009).

De manera general podemos decir que las competencias investigativas se refieren al conocimiento, habilidades y actitudes como conjunto para realizar algún trabajo de investigación (Jaik, 2013).

La competencia investigativa encierra procesos cognitivos más allá de la selección y procesamiento del saber disciplinar y permite que un estudiante integre de manera creativa y propositiva los saberes y resuelva problemas a través de la construcción de significados contextualizados (García y Ladino, 2008).

Existe una distinción entre las competencias y las habilidades, las competencias constan de un enfoque complejo y sistémico, mientras que las habilidades se refieren a la parte procedimental, sin considerar valores o actuaciones de los sujetos, esto lógicamente aplica para los conceptos de competencias y habilidades necesarias para el quehacer científico.

El proceso de formación de habilidades investigativas ha sido forjado desde la formación de competencias investigativas, ya que, son consideradas como uno de los elementos que conforman es este tipo específico de habilidades (Estrada et al., 2016).

Rionda-Sánchez (2013) plantea un esquema de habilidades investigativas que se deben desarrollar en los investigadores.

Dichas habilidades son:

- Identificar problemas y explorar la realidad educativa
- Solucionar problemas, comunicar y socializar los resultados
- Introducir resultados y transformar

Es importante destacar que, dada la gran diversidad de contextos educativos y laborales, así como de formas de integración (universidad-industria) no es viable obtener una metodología que haga frente a las exigencias formativas. Sin embargo, si se debe priorizar la formación de las habilidades investigativas (Estrada et al., 2016).

En la revisión realizada por Freire et al. (2016) los autores plantean que la competencia investigativa permite generar en los estudiantes universitarios, un aprendizaje significativo de conocimientos especializados y habilidades en la investigación que les ofrecen las herramientas para que sean capaces de diseñar y ejecutar proyectos investigativos.

Además establece una clasificación de las competencias investigativas a desarrollar en los estudiantes (Freire et al., 2016), la cual tiene varias coincidencias con las competencias de este estudio:

- Competencia Investigativa 1: Identificar, formular y resolver problemas en contextos reales o simulados.

Conceptualización: Plantear, formular y delimitar el problema

Procedimiento: Analizar datos vinculados al problema. Formular el problema de manera clara y coherente.

- Competencia Investigativa 2: Generar y difundir conocimientos a partir de la investigación.

Conceptualización: Identificar los elementos de la investigación. Localizar fuentes de información confiables.

Procedimiento: Diseñar proyectos de investigación. Uso ético de la información.

En cuanto a la definición de las competencias investigativas en educación superior consideradas en este estudio, se toma como base el marco de competencias comprendidas en el proyecto Alfa Tuning América Latina y las competencias incluidas en la descripción del programa educativo para la licenciatura de Químico Farmacobiólogo, establecido y aprobado de manera institucional por la universidad, así como el enfoque constructivista de las mismas, cabe reiterar que en todo momento la selección del marco y de las competencias a considerar se hace con base en las competencias del programa educativo ya mencionado.

El Proyecto Alfa Tuning para América Latina 2011-2013, plantea como objetivo general contribuir a la construcción de un Espacio de Educación Superior en América Latina a través de la convergencia curricular: dentro de sus objetivos específicos establece, avanzar en los procesos de reforma curricular basados en un enfoque en competencias en América Latina, completando la metodología Tuning. Así como promover la construcción conjunta de estrategias metodológicas para desarrollar y evaluar la formación de competencias en la implementación de los currículos que contribuyan a la mejora continua de la calidad, incorporando niveles e indicadores.

En cuanto a las competencias genéricas establecidas para América Latina, se consideran 27 (anexo 1), dentro de las cuales son relevantes para este proyecto, la capacidad de investigación, las habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas y la capacidad para formular y gestionar proyectos, debido a que como se

mencionó anteriormente, son las competencias incluidas en la descripción del programa educativo para la licenciatura.

En cuanto a las competencias específicas se consideran las planteadas para el área de química, las cuales conforman una lista de 21 competencias (anexo 2), de donde se toman únicamente las de mayor relevancia y relación con la investigación científica, por ser las alineadas a los objetivos de la asignatura, siendo estas:

- Capacidad para interpretar y evaluar datos derivados de observaciones y mediciones relacionándolos con la teoría.
- Habilidad para desarrollar, utilizar y aplicar técnicas analíticas.
- Conocimiento de las fronteras de la investigación y desarrollo en Química.
- Capacidad para la planificación, el diseño y la ejecución de proyectos de investigación.

Con respecto a las competencias genéricas consideradas para el programa educativo de Químico Farmacobiólogo, la Facultad de Ciencias Químicas realizó un análisis a partir del cual se agrupó a las competencias en cuatro dimensiones, permitiendo identificar para cada factor las competencias afines: Proceso de aprendizaje, Valores Sociales, Contexto Tecnológico Internacional y Competencias Interpersonales (BUAP, 2016).

Las competencias del proyecto Alfa Tuning América Latina, se incluyen como parte de las competencias transversales del programa de estudios, para este proyecto de investigación se ha considerado el factor: Proceso de aprendizaje y la aplicación del conocimiento, del cual se consideran las competencias directamente relacionadas con el proceso de investigación:

- Capacidad para interpretar y evaluar datos derivados de observaciones y mediciones relacionándolos con la teoría.

- Habilidad para desarrollar, utilizar y aplicar técnicas analíticas.
- Conocimiento de las fronteras de la investigación y desarrollo en Química.
- Capacidad para la planificación, el diseño y la ejecución de proyectos de investigación.

En cuanto a las competencias específicas consideradas para la licenciatura se presenta a continuación su caracterización (Tabla 11), considerando dominio, competencia y atributos (BUAP, 2016).

**Tabla 11:** Categorización de competencias específicas relacionadas con la investigación

Dominio	Competencia	Atributo
<i>Colabora en proyectos de Investigación y de Intervención en Comunidades</i>	Colabora en el desarrollo de proyectos de investigación biomédica básica, epidemiológica y clínica para resolver problemas de salud de individuos y comunidades	Utiliza bases de datos para seleccionar referencias bibliográficas pertinentes sobre el problema de investigación y que contribuyan al proyecto.
		Propone la metodología a seguir en el proyecto de investigación (población, muestra, tipo y diseño de investigación, instrumentos, etc.) para resolver el problema que se le plantea.
		Realiza procesos de búsqueda en la red y en software específicos para analizar información de su campo profesional.
<i>Interpreta información científica en su campo profesional</i>	Gestiona herramientas de informática para buscar, recuperar y analizar información relevante en el campo profesional	Obtiene información científica a partir de bases de datos.
		Selecciona la información que le es útil en su campo profesional.
		Utiliza la información seleccionada en la solución de problemas relacionados con su campo profesional.

Otro elemento que es considerado en la evaluación de competencias para la investigación en este estudio es el razonamiento científico, ya que se relaciona directamente con acciones básicas del proceso de investigación, como es el planteamiento de hipótesis y el análisis y evaluación de información científica.

De acuerdo con Bao et al. (2009) desde el punto de vista del conocimiento práctico de la ciencia, el razonamiento científico representa las habilidades cognitivas necesarias para entender y evaluar información científica, el cual frecuentemente involucra evaluar hipótesis teóricas, estadísticas y causales.

Desde la óptica de la investigación, el razonamiento científico, incluye las habilidades de pensamiento y razonamiento comprendidas en el proceso de investigación, experimentación y argumentación.

### **3.3 Paradigmas educativos en el área de ciencias**

Para abordar el tema de los paradigmas educativos, específicamente hablando del área de ciencias naturales y salud, se considera a un paradigma como un sistema de creencias que se tiene sobre la realidad, considerando la relación del investigador con el objeto investigado, además de la naturaleza del conocimiento y la forma procedimental en que se busca (Flores, 2014).

En lo referente a los paradigmas educativos, el área de ciencias no es la excepción, ya que la enseñanza de procesos y conceptos suele requerir estrategias bien sustentadas y metas correctamente establecidas y relacionadas con la demanda laboral, buscando obtener un aprendizaje significativo en los estudiantes.

Dentro de los procesos más relevantes en el área científica se encuentra la investigación, el cual es un proceso complejo que involucra elementos cognitivos, manejo de conceptos, además de competencias y habilidades que lo faciliten y le den efectividad.

Por tal motivo, es necesario establecer las bases teóricas en las que se desenvuelve este trabajo de investigación, iniciando por retomar que en el área de ciencias y particularmente en la investigación se consideran paradigmas específicos.

De acuerdo con la revisión sustentada por Rizo (2002), existen dos sistematizaciones principales sobre la relación entre los nuevos enfoques de la investigación educativa y los acercamientos tradicionales siendo estas las realizadas por Guba y Lincoln, quienes consideran cinco paradigmas: Positivismo, Postpositivismo, Teoría crítica, Constructivismo y Participativo. Se retoma la sistematización de Tashakkori y Teddlie, en la cual analizan las concepciones de cuatro paradigmas: Positivismo, Postpositivismo, Pragmatismo y Constructivismo.

Sin embargo, Ramos (2015) establece que hay cuatro paradigmas que respaldan a los distintos procesos involucrados en la investigación, considerando la sistematización de Guba y Lincoln, estos son: Positivismo, Postpositivismo, Teoría crítica y Constructivismo.

De los paradigmas establecidos, es necesario considerar aquel que se complemente mejor con la investigación a realizar y establecer los fundamentos teóricos que formarán el marco de referencia para el análisis de los fenómenos y su naturaleza.

Ya que, si bien existe una amplia revisión de los paradigmas relacionados con la investigación educativa y su contexto, será siempre necesario determinar la definición de la



o las teorías en las que sustenta el proceso investigativo, mismas que tendrán influencia directa sobre la metodología planteada.

Por lo que, en cuanto a investigación en la práctica pedagógica, se deben incluir todos aquellos procesos en los cuales se desarrolla la enseñanza con la intención de favorecer el aprendizaje, necesariamente siempre vinculada a una teoría pedagógica, ya que comprende todas las situaciones que incluyen personas en formación (Castillo, 2008).

De tal manera que para este estudio se establece al constructivismo como marco teórico referencial, donde se retoman sus principios y características para el diseño de la estrategia didáctica, la cual está orientada a desarrollar las competencias investigativas en los estudiantes universitarios del área de ciencias químico-biológicas.

El constructivismo se considera como innovador debido a su visión de la educación, haciendo evidente que el desarrollo de competencias en los estudiantes universitarios a través de programas estandarizados y estructurados de manera teórica y tradicional, no es una estrategia viable, por lo que es necesario generar estrategias sustentadas en modelos educativos coherentes y contextualizados que les permitan aprender a investigar investigando, considerando la importancia de la experiencia y que incluyan a la tecnología como una herramienta central.

De manera concreta, el constructivismo, plantea que el conocimiento no es el resultado de una copia de la realidad ya existente, se refiere a un proceso dinámico e interactivo, en este proceso se van construyendo de manera progresiva modelos explicativos, que aumentan su complejidad, así que conocemos la realidad a través de los modelos que construimos (Serrano y Pons, 2011).

Por lo tanto, al considerar al constructivismo como teoría base de esta investigación, es necesario hacer una revisión de relevancia en la educación y relación directa con el desarrollo de competencias en el área educativa.

### **3.4 El constructivismo en educación**

Para entender de manera clara a que se refiere el enfoque constructivista en la educación, se plantea que el constructivismo, es una visión epistemológica del conocimiento que argumenta que el conocimiento se deriva en un proceso de creación de significados a través del cual los estudiantes construyen interpretaciones individuales de sus experiencias y, por lo tanto, construyen significados en sus mentes (Krahenbuhl, 2016).

De tal manera que en una enseñanza basada en el constructivismo se deberá situar al estudiante en el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje, visualizándolo como parte activa y no pasiva en dicho proceso, como se acostumbraba en la visión tradicional de la educación.

Si bien el constructivismo ha cobrado mucho espacio entre las propuestas educativas en las últimas décadas, se debe analizar la coherencia y pertinencia de las mismas, no solo se trata de plantear metodologías constructivistas, se trata de plantear los objetivos de las mismas considerando las necesidades futuras de los estudiantes y estructurarlas de para que el estudiante sea el agente activo de su propio aprendizaje.

El punto es recordar que el constructivismo es una teoría sobre cómo aprendemos y el proceso de pensamiento, más que sobre cómo un estudiante puede memorizar cierta cantidad de información, ya que, en las aulas constructivistas, los alumnos no repiten pasivamente la información dada por el profesor, los estudiantes demuestran su aprendizaje y comprensión

a través de diferentes medios, como el desarrollo de preguntas críticas y resumiendo ideas con sus propias palabras (Liu y Chen, 2010).

Ya que en las diferentes visiones del enfoque constructivista es posible observar la diferencia entre lo individual y lo social, si bien existen varias propuestas su finalidad si bien existen diversos autores reconocidos por sus aportaciones al constructivismo como son Jean Piaget con su aproximación al constructivismo cognitivo, Lev Vigotsky quien establece los fundamentos para el constructivismo socio cognitivo y Von Glasersfeld y Maturana con aportaciones al constructivismo radical, es necesario determinar las características y estructura general del constructivismo como teoría educativa, para así tener las consideraciones necesarias al establecerlo como fundamento pedagógico.

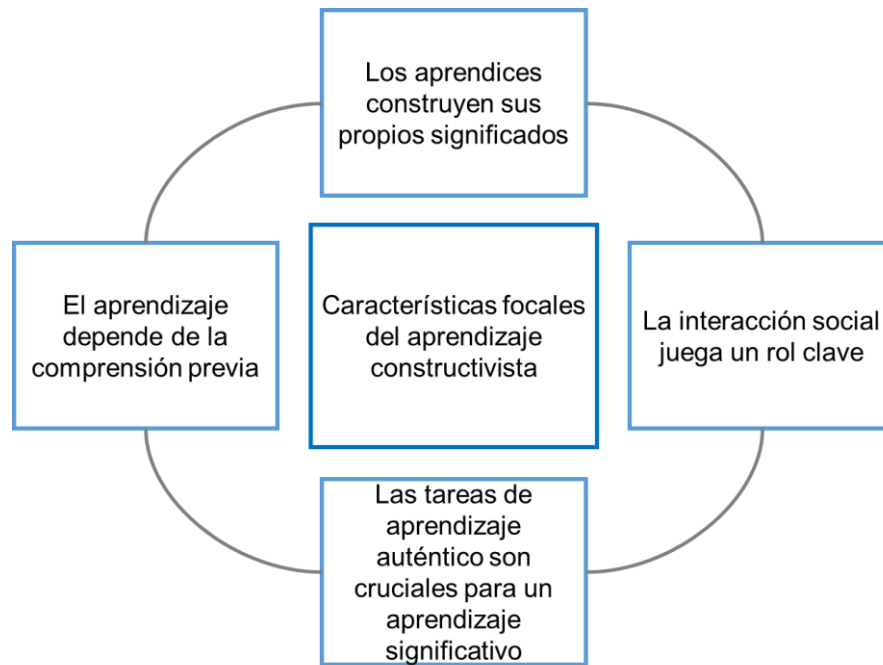
Ya que en las diferentes visiones del enfoque constructivista es posible observar la diferencia entre lo individual y lo social, si bien existen varias propuestas su finalidad es mostrar que, como menciona Nuthall citado por Serrano y Pons (2011), si se consideran las perspectivas socio-cultural y lingüística al modelo cognitivo de los procesos mentales, será posible observar cómo el lenguaje y los procesos sociales del aula establecen el camino mediante el cual los alumnos adquieren y retienen el conocimiento.

Teniendo claras las generalidades del constructivismo y su papel en el cambio del paradigma educativo tradicional es posible delimitar los elementos centrales que lo caracterizan y su influencia en el proceso educativo, desde el planteamiento de estrategias didácticas hasta los objetivos que se desea alcanzar.

De acuerdo con Krahenbuhl (2016), las características focales del constructivismo planteadas por Brunning, Schraw y Ronning, son cuatro e influyen todo el aprendizaje en el modelo

constructivista y son las guías para el desarrollo de las metodologías constructivistas de enseñanza (Figura 5).

**Figura 5:** Características focales del constructivismo



*Nota: Elaboración propia a partir de Krahenbuhl (2016).*

Y aunque como se puede visualizar, el constructivismo no es una sola teoría, considerando las diferentes variantes del mismo, si es posible enfocarse en las características comunes de las variantes, ya que, si bien consideran elementos distintos y los hacen propios, conservan el enfoque particular sobre los alcances educativos de los métodos de enseñanza constructivistas.

Cómo previamente ha sido mencionado algunas de las posturas o variantes del constructivismo como teoría han tenido mayor popularidad, a continuación se retoman y se hace referencia a sus representantes (Tabla 12).

**Tabla 12:** Posturas constructivistas y sus representantes (Castillo, 2008)

Constructivismo Cognitivo	Constructivismo Socio-cognitivo	Constructivismo Radical	
Piaget	Vigotsky	Maturana	Von Glaserfeld
Estructuras y funciones cognitivas	Relación entre Enseñanza-aprendizaje y desarrollo cognitivo	Nuestra experiencia ligada a nuestra estructura	Las acciones de otros afectan inevitablemente lo que hacemos y decimos

Al considerar las características comunes de las distintas posturas del constructivismo, es indispensable siempre tener en mente la importancia de dar el lugar central al estudiante como parte activa del aprendizaje, considerar que las experiencias y conocimientos previos juegan un papel determinante en la construcción de significados, así como la adecuada planeación e implementación de tareas y actividades que desencadenan un aprendizaje auténtico, sin olvidar la importancia que tiene la interacción social para generar aprendizajes significativos y contextualizados, lo que es de gran importancia en la formación profesional.

Por lo que, la aplicación de estrategias de enseñanza donde el estudiante juegue un papel activo, generalmente otorga resultados satisfactorios para el desarrollo de competencias, esto, debido a que los estudiantes obtienen el control de su aprendizaje, considerando sus intereses y el contexto de la actividad, a su propio ritmo (Enciso et al., 2012).

Es así que, independientemente de la postura que se decida tomar, una metodología constructivista dará gran importancia al proceso de cómo los estudiantes construyen los

conocimientos en función de sus experiencias previas, estructuras mentales e ideas que ocupan para interpretar los fenómenos, porque sin importar la postura, la teoría constructivista postula que el saber, sea de cualquier naturaleza, lo elabora el aprendiz mediante acciones que hace sobre la realidad (Castillo, 2008).

### **3.5 Las competencias y el paradigma constructivista**

Cómo se ha determinado anteriormente, dentro de los paradigmas en el área educativa, se ha elegido al paradigma constructivista para servir como fundamento teórico en el planteamiento de una estrategia didáctica basada en actividades que buscan promover el desarrollo de las competencias para realizar investigación científica.

Si bien es cierto que existen paradigmas relacionados de manera muy directa con el área de ciencias y sus procesos de investigación como el positivista que establece elementos como la medición del enfoque cuantitativo y la consideración determinante de lo objetivo, se debe considerar que, este proyecto trata sobre el desarrollo de competencias investigativas y no sobre la enseñanza de un tema determinado del área química o biológica, es decir, la intervención educativa no está centrada en la enseñanza de un contenido disciplinar de química o biología, se centra en el proceso de investigación.

Tradicionalmente se había considerado al aprendizaje como el proceso para la adquisición de conocimientos, el paradigma constructivista en educación visualiza al aprendizaje como la construcción de significados. Una visión de la educación que plantea objetivos claros para relacionar a las aulas con la práctica laboral, que se enfoca no solo en la adquisición de conocimientos y construcción de significados, sino que busca una formación integral, y se plantea como educación basada en competencias, la cual busca no solo la adquisición de

conocimientos y construcción de significados, también pretende desarrollar la capacidad de resolver problemas aplicando lo ya aprendido.

Cuando en el proyecto DESECO se formulan las competencias clave y posterior a haber analizado distintos enfoques, se opta de manera explícita por el constructivista, como el enfoque educativo que se adapta de mejor manera al desarrollo de competencias, primero por que los docentes ayudan a los estudiantes por medio de procesos interactivos y por la importancia que este enfoque da al contexto como coadyuvante en los procesos de aprendizaje (Serrano y Pons, 2011).

Desde la perspectiva constructivista, el diseño de la práctica educativa implica que la enseñanza se enfoque en el uso de casos prácticos que permitan a los estudiantes adquirir experiencias de aprendizaje enriquecedoras, diversas y contextualizadas (Castillo, 2008).

Son básicamente las características focales del constructivismo, las que le permiten adaptarse de manera sencilla y fluida al marco de la educación por competencias, ya que su flexibilidad dada por la consideración del estudiante como parte activa del aprendizaje y la construcción de significados, puede generar un contexto para el desarrollo de competencias.

Así que como Castillo (2008) establece al citar a Marcelo (2001), se debe procurar que el aprendizaje sea: activo, autónomo, adaptado, colaborativo, constructivo, orientado a metas y reflexivo principalmente.

Elementos que además de promover el aprendizaje significativo, promoverán la aplicación de los conocimientos obtenidos para la resolución de problemas, el trabajo en equipo, la socialización del conocimiento, la implementación de acciones por parte de los estudiantes y el logro de objetivos, todos estos elementos de la educación basada en competencias.

### **3.6 Modelo EAC para diseño instruccional**

El diseño de la estrategia para el desarrollo de competencias investigativas, incluye el programa de estudios y syllabus aprobados por la Facultad, el tipo de diseño instruccional a implementar, el cual debe complementar y reforzar el objetivo central de la estrategia didáctica, que es desarrollar las competencias investigativas básicas, además de fomentar la comprensión que tienen los estudiantes sobre el proceso investigativo.

Según Broderick (2001) y Richey et. al (2001) citados en Belloch (2017), el diseño instruccional es el proceso para crear un ambiente educativo considerando los materiales necesarios que ayudarán al alumno a desarrollar la capacidad para lograr ciertas tareas, además busca una planificación didáctica sistemática que contiene la valoración de necesidades, el desarrollo, la evaluación, la implementación y el mantenimiento de materiales y programas.

Para la selección del modelo se revisaron algunos como, el ASSURE desarrollado por Heinich, Molenda, Russell y Smaldino en el año de 1999 (Hernández-Alcántara et al., 2014).

Otro modelo revisado es el modelo ADDIE el cual es un proceso de diseño instruccional interactivo (Belloch 2017).

Por último, se analiza el modelo propuesto por Jonassen (1999) para el diseño de Entornos de Aprendizaje Constructivistas (EAC) el cual busca destacar el papel del estudiante en la construcción del conocimiento (aprender haciendo).Y plantea ejes como son: Preguntas/casos/problemas/proyectos, Casos relacionados, Recursos de Información, Herramientas cognitivas, Conversación / Herramientas de colaboración Social / Apoyo del Contexto (Belloch, 2017).



El EAC es un modelo que inicia con el planteamiento de un problema, pregunta o proyecto como núcleo del entorno y ofrece al estudiante herramientas para que sea capaz de interpretar información y tenga un apoyo en el entorno (Guerrero et al., 2014).

Es importante mencionar que este modelo tiene como objetivo proporcionar orientaciones para el diseño de entornos educativos y para respaldar el aprendizaje constructivista. Los ejemplos relacionados y las fuentes de información ayudan a la comprensión del problema e indican posibles soluciones; las herramientas cognitivas ayudan a los alumnos a interpretar y manipular los diferentes aspectos del problema (Jonassen, 2000).

Es este último modelo propuesto por Jonassen (1999), el que es considerado como base para el diseño de la estrategia para el desarrollo de competencias investigativas propuesta en este trabajo de investigación.

A continuación, se presenta la tabla 13, donde se emparejan los métodos propuestos en el modelo EAC y los métodos y técnicas llevadas a cabo a lo largo de la implementación de la estrategia.

**Tabla 13:** *Métodos de los EAC emparejados con los métodos de la estrategia implementada*

<b>Métodos de los EAC</b>	<b>Métodos y técnicas empleadas en la estrategia para el desarrollo de CI</b>
Problema, caso, pregunta o proyecto: debe ser interesante o pertinente, estructurado o definido de manera insuficiente, real, contextualizado.	Se establece la elaboración de un proyecto de investigación con un tema directamente relacionado con el área químico-biológica el cual deberán delimitar y estructurar, no se les dan todos los elementos.

Ejemplos relacionados para facilitar razonamientos: permitir el acceso a experiencias relacionadas.	Se presentan ejemplos de investigaciones científicas relacionadas con el área y de metodología similar. Los estudiantes buscan información relevante para su tema de investigación.
Información seleccionada: pertinente y de fácil acceso con la que puedan plantear hipótesis y manipular el entorno del problema.	En equipos, elaboran una sistematización de información referente al tema, la cual debe ser confiable, especializada y de manera general obtenida de bases de datos. Se les da una guía de los conceptos básicos que deben conocer para la sesión experimental.
Herramientas cognitivas: Herramientas informáticas que pueden ser utilizadas para la representación de problemas o la formación del conocimiento.	Como herramienta principal se plantea el uso crítico y efectivo de la tecnología para gestionar información referente al tema, además hacen uso de las herramientas y recursos disponibles para la sesión experimental en el laboratorio.
Herramientas de conversación o colaboración: centradas en la elaboración del conocimiento con el apoyo de la tecnología, así como permitir el acceso a información compartida.	A lo largo del desarrollo del proyecto, los estudiantes trabajan en conjunto con herramientas como drive, donde realizan una base de datos para almacenar los datos obtenidos en laboratorio, de esa manera todos tienen acceso a una mayor cantidad de datos e información.
Apoyo social y contextual: Se busca que los alumnos exploren, especulen (formulen hipótesis, contrasten), manipulen el entorno para poder elaborar y comprobar sus teorías y modelos, acompañados de tutoría.	A lo largo de la implementación de la estrategia los estudiantes cuentan con el apoyo del docente de la materia, quien los orienta en el desarrollo general del proyecto, además en colaboración, cuentan con un

	mentor, quién es investigador del área y los guía en el proceso de la fase experimental.
--	--

### 3.7 TIC o Tecnología Educativa

En cuanto a la relevancia y aplicación de tecnología a lo largo de la implementación de la estrategia diseñada para el desarrollo de las competencias investigativas, surge la tarea de determinar si en la estrategia se han utilizado Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) o Tecnología Educativa (TE), para lo cual, se ha realizado una revisión sobre la definición de ambos conceptos y su papel en el área educativa y el proceso de enseñanza-aprendizaje (tabla 15).

**Tabla 14:** Definiciones y elementos de las TIC y la TE

TIC	Tecnología Educativa (TE)
<ul style="list-style-type: none"> <li>La OCDE (2002), define las TIC como "aquellos dispositivos que capturan, transmiten y despliegan datos e información electrónica y que apoyan el crecimiento y desarrollo económico de la industria manufacturera y de servicios" (citado en Arteaga-Paz y Basurto-Vera, 2017).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>TE se entiende como el medio capaz de establecer un enlace entre las ciencias educativas y sus aplicaciones para resolver problemas de aprendizaje (Rivero et. al, 2013).</li> <li>De acuerdo con Serrano-Sánchez et al. (2016) citado por Torres y Cobo (2017) la TE es la disciplina encargada del estudio de los medios, materiales, portales web y plataformas tecnológicas al servicio de los procesos de aprendizaje; en cuyo campo se encuentran los recursos aplicados con fines formativos e instruccionales.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Jaramillo et al. (2009) (citado en Rivero, Gómez y Abrego, 2013) presentan los usos de las TIC desde la administración del curso:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la definición de Tecnología Educativa, Santos (2000), Cabero et al. (1999), Valcárcel (2002) y Area (2009) (citados en Rivero et. al,</li> </ul>

<p>búsqueda, manejo, presentación y publicación de información; elaboración de material de apoyo, evaluación; desarrollo de productos digitales e interacción virtual.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Las Tecnologías de Información y Comunicación agrupan recursos relacionados con los medios de comunicación como son: cine, televisión, radio, internet, entre otros, que sirven y son responsables para transmitir contenidos con valor educativo (Torres y Cobo, 2017).</li> <li>● Las TIC posibilitan tanto la comunicación y colaboración interpersonal como la multidireccional y desempeñan un papel importante en la generación, intercambio, difusión, gestión y acceso al conocimiento de ahí que han sido incluidas en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Arteaga-Paz y Basurto-Vera, 2017).</li> </ul>	<p>2013), hacen referencia a dos enfoques:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La definición superficial de la TE limitada al uso de medios.</li> <li>2. A nivel profundo, mostrando a la TE como herramienta para el diseño instruccional.</li> </ol> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Ha sido señalado que el discurso pedagógico superpone conceptos de TE al de TIC (Cabero Almenara, 2003; Sancho Gil et. al, 2015; Serrano Sánchez et. al, 2016), según Torres y Cobo (2017) estos autores coinciden al diferenciar a las TIC como herramientas digitales que permiten almacenar, representar y transmitir información (tecnologías en la educación); mientras que la tecnología educativa implica una reflexión pedagógica, de la cual puede surgir una teoría, una metodología y una práctica formativa en contextos educativos, para alcanzar unos fines preestablecidos (tecnologías de la educación).</li> </ul>
--	---

Es de acuerdo con las definiciones y papel que juegan los elementos tecnológicos que es posible estimar que en el diseño y aplicación de la estrategia, la tecnología a jugado un papel más relevante que solo almacenar y difundir información, en el caso de este estudio se ha empleado como un medio que facilita no solo la adquisición de conocimiento y comprensión de conceptos, también como apoyo para el desarrollo del proyecto de investigación, permitiendo que los estudiantes aprendan a utilizar las herramientas necesarias para tal

efecto, como son, el uso de bases de datos, el establecimiento de descriptores para la búsqueda de información, el uso de software especializado, así como el análisis de datos.

Además en el diseño de la estrategia se ha procurado que los contenidos digitales sean aptos para fomentar la comprensión de los estudiantes sobre los temas planteados en el programa de estudios.

Es a través de los recursos digitales y con ayuda de la tecnología que los estudiantes desarrollan cada uno de los elementos del proyecto de investigación, ya que no solo es relevante el conocimiento sobre el proceso investigativo, también se debe buscar que conozcan y mejoren el uso de las herramientas tecnológicas disponibles.

De tal manera que, considerando las definiciones revisadas sobre TIC y TE se puede definir que la participación de la tecnología en este proyecto es como TIC, debido a que no se busca limitar su uso como almacenaje o mera transmisión de información, sino que se pretende apoyar a los estudiantes en el descubrimiento de las herramientas disponibles que faciliten la labor investigativa a través del uso crítico y efectivo de la tecnología, ligando los conocimientos teóricos con la práctica en el desarrollo y estructuración del proyecto de investigación, en donde puedan entender la funcionalidad de los recursos tecnológicos disponibles, sin embargo en la implementación de la estrategia diseñada, los estudiantes utilizan la tecnología como un medio para el desarrollo de sus proyectos, es una herramienta y no determina la metodología general del proyecto o la implementación de la estrategia, ya que es un apoyo en ambas labores.

### **3.8 Estrategia didáctica para el desarrollo de competencias investigativas**

Para el desarrollo de este proyecto de investigación, se considera la implementación de una estrategia didáctica que fomente el desarrollo de competencias para la investigación en estudiantes universitarios, considerando como estrategia didáctica a los procedimientos o conjunto de ellos (métodos, técnicas, actividades) mediante los cuales el docente y los estudiantes, organizan las acciones de manera consciente para construir y lograr metas previstas e imprevistas en el proceso enseñanza y aprendizaje, adaptándose a las necesidades de los participantes de manera significativa (Feo, 2010).

Para el diseño y desarrollo de dicha estrategia se consideró como base instruccional el modelo de Entornos de Aprendizaje Constructivista (EAC), que tiene como objetivo principal el promover la solución de problemas y el desarrollo conceptual en los estudiantes (Jonassen, 1999), ya que de manera general busca establecer un modelo educativo que incorpore de forma coherente a la tecnología.

El modelo de Jonassen se fundamenta principalmente en dos teorías que son el constructivismo y la teoría de la actividad de Leontiev, además se apoya en los modelos contextual de Tessmer y Richey y PARI de Hall, Gotty y Pokorny (Guerrero et. al, 2014).

El modelo de EAC establece actividades de aprendizaje que los estudiantes deberán realizar, acompañadas de actividades educativas a manera de apoyo, y se clasifican de la siguiente manera:

- Actividades de aprendizaje: exploración, articulación y reflexión.
- Actividades educativas: hacer modelos, preparar y reforzar.

La estructura del modelo se basa en los EAC, y busca generar entornos que fomenten el compromiso de los estudiantes a través de la resolución de problemas, poniendo a los alumnos en el centro y facilitando la construcción del conocimiento, buscando generar la capacidad de resolver problemas por medio del análisis de las razones y la organización de sus soluciones.

### **3.9 Conclusiones del capítulo**

Como ya se ha mencionado con anterioridad, este proyecto de investigación se centra en desarrollar las competencias investigativas básicas en los estudiantes, mismas que han sido definidas y seleccionadas de acuerdo con el marco de competencias correspondiente al programa de estudios planteado por la institución, de tal manera es que a partir de la caracterización que se realiza para las competencias en investigación establecidas en el proyecto Alfa Tuning América Latina y la selección de competencias realizada por la propia universidad, que se determinan las competencias desarrollar en este proyecto:

- Capacidad para interpretar y evaluar datos derivados de observaciones y mediciones relacionándolos con la teoría.
- Habilidad para desarrollar, utilizar y aplicar técnicas analíticas.
- Conocimiento de las fronteras de la investigación y desarrollo en Química.
- Capacidad para la planificación, el diseño y la ejecución de proyectos de investigación.

Es por esto que, considerando tanto los objetivos como la hipótesis y conceptos relevantes planteados en esta investigación, se desarrolló el marco teórico conceptual, delimitando al concepto de competencia en el ámbito de la educación superior, para así establecer la clasificación de las mismas, considerando específicamente a las competencias establecidas

para la investigación científica, enfocándose en la gestión de información y el desarrollo del proyecto de investigación.

Por otro lado se hace referencia a un elemento fundamental para el diseño de las estrategias, el modelo de diseño instruccional, en el cual se debe sustentar y que a la par debe ser coherente con el paradigma educativo que se planea implementar en el aula.

El diseño instruccional por definición, se puede considerar como la base para crear un ambiente instruccional determinando los materiales necesarios que ayudarán al alumno a desarrollar la capacidad para lograr las tareas planteadas, e incluye, el desarrollo, la evaluación y la implementación de materiales.

Es a partir de las metas establecidas para la estrategia y lo que se busca lograr a través de su puesta en marcha, que se hace la selección del modelo de diseño instruccional Entornos de Aprendizaje Constructivista (EAC) de Jonassen (1999), el cual toma como base el constructivismo, y se hace una comparación de los métodos propuestos en el modelo EAC con la estrategia implementada en el presente trabajo.

Además se ha realizado un análisis sobre el papel que juega la tecnología en el diseño e implementación de la estrategia, para lo cual se elaboró una revisión de los conceptos de TIC y TE, llegando así a la conclusión de que la participación de la tecnología en la estrategia es la de apoyar a los estudiantes en el desarrollo del proyecto mediante el uso de herramientas digitales que faciliten la adquisición y puesta en práctica de conocimientos del proceso investigativo, utilizando recursos como procesadores de texto, buscadores especializados, bases de datos, aplicaciones de comunicación, así como análisis de datos, buscando en todo momento promover el desarrollo de las competencias investigativas, de tal manera que se



puede determinar que se ha hecho uso de Tecnología Educativa, ya que se ha puesto a la tecnología al servicio del aprendizaje por medio de una reflexión pedagógica que ha tenido como resultado una estrategia.

Es a partir de estos elementos que se establece el diseño de la estrategia, el diseño metodológico y el plan de trabajo definidos para llevar a cabo la fase experimental de este proyecto, considerando las delimitaciones ya establecidas y el contexto donde se lleva a cabo esta investigación.

#### Capítulo 4. DISEÑO DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA

En cuanto a la estrategia didáctica y sus elementos, según Feo (2010) y Campos (2003), las estrategias didácticas son programaciones que consideran métodos, técnicas y actividades por medio de las cuales, tanto el docente como los estudiantes, organizan las labores de manera consciente para lograr objetivos en el proceso de enseñanza y aprendizaje, de manera general las estrategias didácticas deben adaptarse a las necesidades de los participantes de manera significativa.

Díaz y Hernández (1999) (citado en Rivero et. al, 2013) hacen referencia a Mayer (1984), Shuell (1988), West et al. (1991) que definen a las estrategias como procedimientos o recursos utilizados por los docentes para fomentar aprendizajes significativos en los estudiantes.

Al momento de diseñar una estrategia didáctica es necesario considerar el contexto, el cual se refiere al escenario en donde se llevará a cabo el proceso de enseñanza y aprendizaje, esto para tener una adecuada selección de los recursos a utilizar en el proceso, asimismo se debe tener en cuenta el tiempo disponible para implementarla de manera adecuada.

Acorde con Feo (2010) los elementos centrales en la estructura de las estrategias didácticas se establecen los siguientes:

**Objetivos y competencias:** El profesor deberá establecer de manera clara las metas de aprendizaje que los estudiantes necesitan alcanzar, las cuales se establecen como enunciados que guíen el proceso de aprendizaje que el estudiante llevará a cabo promoviendo el desarrollo de habilidades.

**Sustentación teórica:** Se refiere a la orientación o enfoque en que se sustentará el proceso de enseñanza y aprendizaje, la cual debe ser coherente con los aprendizajes y habilidades que

se desea promover. En el caso de la estrategia que se diseña para este trabajo de investigación se ha tomado como sustento teórico el enfoque constructivista considerando el modelo de diseño instruccional de ambientes de aprendizaje constructivista propuesto por Jonassen (1999).

**Contenidos:** Para hacer el desarrollo de los contenidos y la secuencia didáctica es necesario retomar tanto los objetivos, competencias y sustentación teórica para hacer una correcta articulación de todos los elementos, orientando cada actividad, método y técnica a la comprensión de cada contenido. En el caso particular de la estrategia diseñada en este estudio, se retomaron los contenidos planteados en el programa de la materia aprobado de manera institucional.

**Secuencia didáctica:** Se puede definir como el conjunto de procedimientos y actividades llevadas a cabo en el proceso de enseñanza y aprendizaje a través de instrucciones que promueven el desarrollo de competencias y habilidades, así como la comprensión efectiva de los contenidos planteados.

De manera general, la secuencia didáctica puede dividirse en momentos de acuerdo con el nivel de avance en la actividad propuesta, para este trabajo las actividades planteadas en la secuencia didáctica están orientadas al desarrollo de un proyecto de investigación que los estudiantes realizan, desde la delimitación del tema y búsqueda de información, hasta la experimentación, análisis de datos y estructuración del reporte de investigación.

Los momentos de la secuencia didáctica se dividen en: 1) introducción, la cual ayuda a los estudiantes con los conocimientos básicos del tema, 2) desarrollo, es el momento en que los

estudiantes llevan a cabo la actividad siguiendo las instrucciones dadas, 3) cierre, se caracteriza por la realización de estrategias enfocadas en finalizar la actividad planteada, es decir cuando se considera que los objetivos planteados han sido alcanzados; el último momento considerado sería 4) evaluación, donde se monitorean los resultados obtenidos como evidencia del progreso que el estudiante ha tenido.

**Recursos:** Se refiere a los materiales y herramientas que ayudarán al estudiante en el proceso de aprendizaje, los cuales apoyan de manera directa el logro de las metas y objetivos propuestos, estos recursos pueden clasificarse según su naturaleza y se aplican de acuerdo al contexto, es decir según el escenario donde se llevará a cabo el proceso de enseñanza y aprendizaje, dentro de los recursos más comunes podemos encontrar, recursos impresos, software y multimedia, además se incorporan todos los recursos brindados por las TIC, un ejemplo de esto son las plataformas educativas.

#### **4.1 Selección de recursos didácticos**

La selección de los recursos didácticos para el diseño y aplicación de la estrategia, se realizó tomando como base elementos requeridos de manera institucional, infraestructura a disposición del curso, tiempo disponible, contenidos del programa de estudios de la materia y requerimientos específicos de la estrategia.

En primer lugar está la plataforma educativa seleccionada, Blackboard, que es la establecida por la institución para impartir la materia Herramientas Computacionales.

Características generales: Blackboard tiene una forma intuitiva de interactuar con cursos, contenidos, profesores y otros alumnos.

La aplicación solo muestra los cursos en los que está inscrito como estudiante. Las herramientas utilizadas en la implementación de la estrategia son (Balckboard, 2021):

- Ver los elementos y los anuncios del curso
- Realizar actividades y pruebas
- Generar blogs (portafolio de evidencias)
- Interactuar con su instructor y con su clase
- Acceder a los materiales didácticos y archivos del curso

Dicha plataforma ofrece muchas bondades para el desarrollo de las clases y la construcción de los portafolios de evidencias digitales, donde los estudiantes además de compartir archivos, desarrollan cada etapa del proyecto de investigación y reciben la retroalimentación correspondiente.

En cuanto al laboratorio de cómputo con conexión a internet donde se imparte de manera presencial la asignatura, es parte de la infraestructura de la facultad, el cual se utiliza específicamente para clases que requieren el uso individual de computadoras por parte de los estudiantes, dichas computadoras cuentan con paquetería y software especializado, el laboratorio además cuenta con proyector una computadora especial para el docente desde donde se puede compartir contenido con los estudiantes.

Un recurso didáctico utilizado que representa la mayor diferencia entre el grupo control y los grupos experimentales es el aprendizaje basado en proyectos, el cual fue considerado para sentar la base en el desarrollo del proyecto de investigación realizado por los estudiantes de los grupos experimentales.

El aprendizaje basado en proyectos o ABP es una metodología activa, centrada en el alumno y se basa en principios constructivistas (Kokotsaki et al., 2016).

El ABP se puede definir como una forma de enseñanza que está centrada en tareas a través de un proceso compartido entre los participantes, y su objetivo central es la obtención de un producto final, donde los estudiantes participan en la elaboración y estructuración de un proyecto y desarrollan estrategias de investigación (García-Varcácel y Basilotta, 2017).

Para este trabajo se contempló como parte de la estrategia ya que dentro del paradigma constructivista, se considera a la experiencia y el contexto como elementos centrales para la construcción del conocimiento, por lo que en la experiencia se planteó enseñar a investigar investigando, ya que de acuerdo con Toledo y Sánchez (2018) se trata de un tipo de instrucción que permite a los estudiantes realizar investigaciones, integrando la teoría y la práctica, y aplicar los conocimientos y habilidades para desarrollar una solución viable, donde el resultado es que los estudiantes desarrollan niveles más profundos de comprensión.

En los últimos años el ABP ha generado intereses como manera para representar en las aulas el discurso teórico de la enseñanza por competencias, en la actualidad, el término ABP acostumbra a incluir los siguientes elementos (Sanmartí, 2016, Domènech-Casal et al., 2018):

- La enseñanza se produce en el contexto de una situación o problema.
- Los contenidos clave se aprenden a partir del contexto y la actuación.
- Se parte de un reto o propósito compartido por el alumnado.

Por último, otro de los recursos utilizados fue el laboratorio y material especializado para el desarrollo de la práctica donde los estudiantes llevaron a cabo el análisis de muestras y obtuvieron los datos que sirvieron para el desarrollo de la fase experimental de sus proyectos de investigación. Dicho laboratorio y el instrumental forman parte de la infraestructura de la facultad disponible para los estudiantes. El investigador que fungió como mentor de los estudiantes en el desarrollo de la práctica es parte del cuerpo docente de la facultad.

#### **4.2 Contexto: Descripción de la materia**

Para la descripción de la materia Herramientas Computacionales impartida en la Facultad de Ciencias Químicas, se consideran el programa de estudios y la secuencia didáctica.

Plantea en el propósito general de la asignatura que el estudiante “desarrolla las competencias necesarias para el uso crítico y adecuado de la información, a través de la aplicación efectiva de las TIC, permitiéndole buscar, generar y presentar el conocimiento científico de manera clara y argumentada. Utiliza la tecnología de manera adecuada para el uso y manejo efectivo de la información científica.” (BUAP, 2019 Syllabus).

De manera general, esta materia se imparte para los tres programas educativos de la facultad; Química, Farmacia y Químico Farmacobiólogo, siendo este último el programa educativo para el que se diseña, se aplica y se evalúa la estrategia didáctica para desarrollar las competencias investigativas.

Cabe mencionar que en los programas educativos de Química y Farmacia tanto el programa de la materia como las horas establecidas y el syllabus difieren del programa para QFB.

La materia de Herramientas Computacionales se ubica en el primer bloque de materias asignadas a los estudiantes, lo que implica que sea impartida a estudiantes de nuevo ingreso

a la universidad, buscando con esto, que desde su ingreso a la universidad los estudiantes, empiecen a adquirir y desarrollar tanto las habilidades como las competencias necesarias para el uso de tecnología, búsqueda y evaluación de información científica, además del uso crítico y comprensión de la misma. Elementos que les serán de gran utilidad en su desempeño escolar, pero que de manera general también son requeridos en la vida profesional.

Es así como se plantea como contribución al perfil profesional que: “la materia permite establecer las bases para la enseñanza y desarrollo de competencias relacionadas con el proceso investigativo y el uso de las TIC, elementos planteados para el desarrollo de competencias a nivel transversal, principios necesarios para el quehacer científico a nivel profesional en el área químico-biológica.” (BUAP, 2019 S).

Para el diseño de la materia se tomaron elementos centrales para el desarrollo profesional de los estudiantes, como son, la transversalidad establecida en el programa educativo, así como los conocimientos básicos requeridos para asignaturas más avanzadas (ruta crítica), como son, manejo de bases de datos especializadas, evaluación y uso de información confiable, elementos y estructura del proyecto de investigación, hoja de cálculo y software especializado del área.

Las clases de esta materia, se imparten en el laboratorio de cómputo de la facultad. También se considera la competencia específica planteada en el programa de la materia, la cual plantea que el estudiante, “conoce los lineamientos para la búsqueda, uso y generación de información especializada, utilizando de manera efectiva las TIC. Desarrolla y aplica el pensamiento crítico e integral en la búsqueda, procesamiento y análisis de información científica. Mejora y especializa sus habilidades del uso de las TIC. Incrementa su capacidad para identificar, plantear y resolver problemas de investigación.”



### 4.3 Estructura de la materia Herramientas Computacionales

La materia se compone por 6 unidades de acuerdo con el programa establecido y aprobado de manera institucional en el año 2016, las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

Unidades del curso:

1. Búsqueda de información confiable
2. Desarrollo del proyecto de investigación
3. Aplicación de procesadores de texto
4. Introducción a la hoja de cálculo
5. Aplicaciones para la hoja de cálculo
6. Introducción a software especializado

En cuanto a los contenidos temáticos de cada unidad, se presentan únicamente los referentes a las primeras 3 unidades que son las que se consideraron específicamente para el desarrollo de este estudio (tabla 14).

**Tabla 15:** Unidades de aprendizaje y contenidos temáticos considerados en el diseño de la estrategia didáctica

Unidad de Aprendizaje	Contenido Temático
<p style="text-align: center;"><b>1. Búsqueda de información confiable</b></p>	<p>1.1 Cómo definir la necesidad de información            1.2 Confiabilidad de la información: selección de fuentes            1.3 Herramientas para la búsqueda de información en internet:            Motores de búsqueda y Operadores booleanos.            1.3.1 Google académico            1.3.2 Páginas especializadas en el área químico-biológica.            1.3.3 Recursos electrónicos proporcionados por la dirección general de bibliotecas BUAP</p>

	1.4 Bases de datos: SciELO, SpringerLink, SCOPUS, Science direct, etc. 1.5 Estrategias de búsqueda de información
<b>2. Desarrollo del proyecto de investigación</b>	2.1 Investigación científica 2.1.1 Delimitación del tema de investigación 2.1.2 Planteamiento del problema 2.2 El reporte de investigación 2.2.1 Estructura y elementos 2.3 Importancia de la citación 2.3.1 Estilos de citación (APA y Vancouver) 2.3.2 Herramientas para generación de referencias bibliográficas.
<b>3. Aplicación de procesadores de texto</b>	3.1 Microsoft Word 3.1.1 Funciones avanzadas 3.2 Microsoft Power Point 3.2.1 Elaboración efectiva de presentaciones 3.3 Elaboración de mapas 3.3.1 Cmap Tools, Edraw.

En cuanto a la unidad 3, todos los contenidos fueron aprovechados y adaptados para la elaboración del proyecto de investigación, es en esta unidad donde dan el formato establecido a la información obtenida a manera de presentarlo como un reporte de investigación, es por esto que se considera en el diseño y la fase experimental, ya que es durante esta unidad que se da la estructura.

Dentro del plan de estudios aprobado se establecen los ejes transversales de la asignatura, donde es de especial interés el eje de educación para la investigación, el cual plantea que en su desarrollo el estudiante conoce los lineamientos para la búsqueda, uso y generación de información especializada, utilizando de manera adecuada las herramientas pertinentes (BUAP, 2016).

Además, se plantean los requisitos de acreditación:

- Estar inscrito como alumno en la Unidad Académica en la BUAP
- Asistir como mínimo al 80% de las sesiones para tener derecho a exentar por evaluación continua y/o presentar el examen final en ordinario o extraordinario
- Asistir como mínimo al 70% de las sesiones para tener derecho al examen extraordinario
- Cumplir con las actividades académicas y cargas de estudio asignadas que señale el programa de estudios

#### **4.4 Estrategia para el desarrollo de competencias investigativas: Contenidos, actividades y objetivos**

La estrategia didáctica se compone por tres unidades del programa de la materia “Herramientas Computacionales” las cuales son: Búsqueda de información confiable, Desarrollo del proyecto de investigación y Aplicación de procesadores de texto, por ejemplo:

- Unidad 1: Búsqueda de información confiable  
Estrategia utilizada: Identificar descriptores de búsqueda, uso de boléanos, método C.A.R.S., uso de bases de datos especializadas
- Unidad 2: Desarrollo de proyecto de investigación  
Estrategia utilizada: ABP (elaboración del proyecto de investigación, recolección y análisis de datos)
- Unidad 3: Aplicación de procesadores de texto  
Estrategia utilizada: ABP (elaboración del reporte de investigación, elementos y formato)

Se cuenta con una duración total de 9 semanas, de dos sesiones por semana con una duración de dos horas por sesión.

Las competencias investigativas básicas consideradas en este estudio, se plantean a partir del análisis realizado de las competencias genéricas establecidas para América Latina en el Proyecto Alfa Tuning que son:

- Interpretar y evaluar datos derivados de observaciones y mediciones relacionándolos con la teoría.
- Habilidad para desarrollar, utilizar y aplicar técnicas analíticas.
- Conocimiento de las fronteras de la investigación y desarrollo en Química.
- Capacidad para la planificación, el diseño y la ejecución de proyectos de investigación.

Mismas que coinciden con las competencias del programa de estudios de QFB.

Es por la selección de estas competencias específicas que además de los contenidos de base planteados en el plan de estudios, se establece como parte central de la estrategia el desarrollo de un proyecto de investigación por parte de los estudiantes, lo cual les permite poner en práctica los conocimientos teóricos adquiridos en el aula. El proyecto considera las etapas básicas y fundamentales de la investigación científica, inician por determinar la necesidad de información, se les da un tema de investigación relacionado con el área químico-biológica, en este caso se trata de la farmacodinamia y farmacocinética, buscan y evalúan información, plantean una pregunta de investigación, objetivos e hipótesis, realizan una sesión experimental acompañados de un investigador del área, con el cual previamente tuvieron asesorías referentes a la práctica a desarrollar, procesan las muestras, utilizan material de laboratorio, recolectan y analizan los datos e interpretan los resultados obtenidos y

estructuran la metodología, resultados y conclusiones en el reporte de investigación, haciendo uso ético de la información citada.

Retomando lo mencionado en cuanto a las competencias investigativas a considerar en este estudio, se presenta una articulación con respecto a las actividades llevadas a cabo en la implementación de la estrategia diseñada para el desarrollo de competencias investigativas (tabla 16).

**Tabla 16:** *Relación entre competencias específicas y elementos de la estrategia diseñada*

<b>Competencias específicas</b>	<b>Estrategia para el desarrollo de competencias investigativas</b>
Interpretar y evaluar datos derivados de observaciones y mediciones relacionándolos con la teoría.	Los estudiantes obtienen datos en la sesión experimental a través del procesamiento de muestras y mediciones como pH y absorbancia. Relacionan las mediciones obtenidas con la teoría planteada sobre farmacocinética y farmacodinamia.
Habilidad para desarrollar, utilizar y aplicar técnicas analíticas.	Utilizan material de laboratorio como medidor de pH y espectrofotómetro para la medición de absorbancia, interpretan las mediciones obtenidas y aplican análisis de estadística descriptiva e inferencial utilizando software especializado para posteriormente hacer la interpretación de resultados.
Conocimiento de las fronteras de la investigación y desarrollo en Química.	Delimitan el tema de investigación e identifican los límites del área de conocimiento considerando los recursos disponibles.
Capacidad para la planificación, el diseño y la ejecución de proyectos de investigación.	Para el desarrollo del proyecto los estudiantes planifican y ejecutan las acciones necesarias para la correcta elaboración de cada etapa, como son, la búsqueda de información, la delimitación del tema, el planteamiento del problema, la

	recolección y análisis de datos y la estructuración del reporte de investigación.
--	---

Si bien la estrategia se ha diseñado para ser aplicada con grupos de nuevo ingreso a la licenciatura de QFB, puede ser aplicada en cualquier área donde sea requerido el desarrollo de las competencias básicas de investigación, así como una comprensión generalizada del proceso de investigación científica, ya que es posible adaptar algunos materiales y contenidos a cualquier área deseada.

La tecnología es un eje central por las características de la investigación y del contenido de la materia donde se implementa, es posible realizar actividades sin tecnología y recurriendo a los recursos que tradicionalmente se utilizaban, sin embargo es necesario mencionar que el papel de la tecnología en el proceso investigativo es de gran ayuda y su aportación en cada parte del proceso es indiscutible, ya que simplemente en la búsqueda de información agiliza y eficientiza el proceso sabiendo aplicarla de manera efectiva, además se requiere de la tecnología en el procesamiento de muestras, análisis de datos y en el proceso de estructuración y elaboración del reporte de investigación. Por otro lado es importante considerar que los estudiantes no solo deben aprender y comprender el proceso investigativo, también deben aprender a hacer uso de los recursos y herramientas disponibles para mejorar el desarrollo de su proyecto de investigación, esto va desde saber hacer uso de software básico y especializado hasta el uso y correcta aplicación de la tecnología disponible en el laboratorio.

Por lo expuesto anteriormente el papel de la tecnología en esta estrategia es relevante, la asignatura se imparte en un laboratorio de cómputo donde cada estudiante tiene a su

disposición una computadora con conexión a internet y el software necesario (Office y SPSS), además cada estudiante tiene una cuenta en la plataforma educativa Blackboard, misma donde a lo largo del semestre construye su portafolio de evidencias digital, a través del cual será evaluado y donde aloja los avances en el desarrollo del proyecto.

En cuanto a los materiales y recursos utilizados para la aplicación de la estrategia, destacan, las lecturas seleccionadas por los estudiantes, mismas que son validadas por el profesor, así como presentaciones de power point elaboradas por los estudiantes, material audio visual y páginas especializadas incluyendo páginas de instituciones educativas y organizaciones a nivel mundial, cada material hace referencia a los temas planteados y se busca que orienten y apoyen al estudiante en la comprensión de dichos temas, pero también en la aplicación del conocimiento para el desarrollo de su proyecto de investigación.

Una de las características tanto de la materia como de la estrategia, es que los estudiantes deben revisar el material y trabajar en completar las actividades diseñadas para cada tema, considerando el tiempo disponible, es decir la clase de Herramientas Computacionales está enfocada en la práctica.

A continuación, se presenta la estrategia didáctica diseñada para fomentar el desarrollo de las competencias investigativas en estudiantes universitarios de nuevo ingreso a la licenciatura de QFB, considerando elementos centrales como son: duración, sustentación teórica, objetivos, unidades, contenido temático y secuencia didáctica (tabla 17).

*Tabla 17: Estrategia didáctica para el desarrollo de competencias investigativas*

<b>Asignatura:</b>	Herramientas Computacionales	<b>Nivel educativo:</b>	Universidad
<b>Modalidad:</b>	Semestral/presencial	<b>Bloque:</b>	1
<b>Nombre de la estrategia:</b>	Estrategia didáctica para el desarrollo de competencias investigativas		
<b>Sustentación teórica:</b>	La estrategia se sustenta en el paradigma constructivista con un diseño instruccional basado en los Entornos de Aprendizaje Constructivista (EAC) de Jonassen (1999). En cuanto a las competencias investigativas se retoma el Proyecto Alfa Tuning América Latina para su delimitación y desarrollo.		
<b>Duración:</b>	9 semanas / 2 sesiones por semana	<b>Duración por sesión:</b>	2 horas
<b>Unidad:</b>	<b>1. Búsqueda de información confiable</b>		
<b>Objetivos y competencias:</b>	Desarrolla y emplea competencias y habilidades para definir la necesidad de información, así como para la búsqueda de información confiable y especializada del área químico-biológica y para el uso de herramientas de búsqueda especializada, además genera una estrategia de búsqueda de información como una serie de pasos a seguir.		
<b>Contenido temático:</b>	<b>Actividad para evaluación:</b>	<b>Recursos</b>	
1.1 Cómo definir la necesidad de información	Elabora un documento donde concentra los puntos centrales sobre definir la necesidad de información y responde de manera clara y concreta a las preguntas planteadas. ¿Qué es definir la necesidad de información? ¿Qué tipo de información necesitamos para nuestra formación profesional?	Universitat de València. (2010). Define tu necesidad de información. <a href="http://biblioteca.uv.es/castellano/servicios/formacion_usuario/define.pdf">http://biblioteca.uv.es/castellano/servicios/formacion_usuario/define.pdf</a>  Bibliotecas.buap.mx. (2019). Dirección General de Bibliotecas. [online]	



1.2 Confiabilidad de la información: selección de fuentes	Realiza la búsqueda de 2 fuentes de información referentes a un tema del área químico-biológica y en coevaluación la evalúa mediante el modelo CARS de Harris. Documento donde establece un criterio para confiabilidad considerando los puntos importantes para la evaluación de la información, importancia de la confiabilidad de las fuentes.	<a href="http://www.bibliotecas.buap.mx/portal/">http://www.bibliotecas.buap.mx/portal/</a> Egaña, T., Bidegain, E. and Zuberogoitia, A. (2013). ¿Cómo buscan información académica en Internet los estudiantes universitarios? Lo que dicen los estudiantes y sus profesores. <i>EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa</i> , 0(43). <a href="http://www.edutec.es/revista/index.php/edutece/article/view/332/68">http://www.edutec.es/revista/index.php/edutece/article/view/332/68</a>
1.3 Herramientas para la búsqueda de información en internet	Investiga sobre las herramientas de búsqueda especializada en internet. Aborda elementos como: motores de búsqueda, operadores booleanos, bases de datos y repositorios institucionales. Concentra la información obtenida en una tabla, considerando el tipo de herramienta de búsqueda, su descripción, ejemplos y modo de empleo.	Harris, R. (2013) "Evaluating Internet Research Sources." <i>VirtualSalt</i> . <a href="https://www.virtualsalt.com/evalu8it.htm">https://www.virtualsalt.com/evalu8it.htm</a> .
1.3.1 Google académico y páginas especializadas en el área químico-biológica.	Analiza las funciones de Google académico y páginas especializadas en el área químico-biológica, realiza una tabla comparativa, considerando: tipo de información, tipo de autores e instituciones. Establece la confiabilidad de los recursos revisados.	Pubs.acs.org. (2016). ACS Publications Home Page. <a href="http://pubs.acs.org/">http://pubs.acs.org/</a>
1.4 Bases de datos: SciELO, SpringerLink, SCOPUS, Science direct, etc.	Documento donde, retoma la selección hecha en la actividad 1.2 de un tema de investigación relacionado con el área de la licenciatura, realiza la búsqueda de información en bases de datos especializadas, Google Académico, Redalyc y Scielo y recolecta datos como título, autores, fecha de publicación, base de datos en donde se localizó y descriptores utilizados en la búsqueda, de al menos 2 artículos científicos referentes al tema de investigación seleccionado. Coevalúa utilizando el modelo CARS de Harris.	Google Scholar. Google, LLC. (2019). <a href="https://scholar.google.com/">https://scholar.google.com/</a> . Sistema de Información Científica Redalyc, Red de Revistas Científicas. Redalyc.org. (2019). <a href="https://www.redalyc.org/">https://www.redalyc.org/</a> .

1.5 Estrategias de búsqueda de información	Documento donde define de manera clara y concreta una estrategia de búsqueda de información como una serie de pasos a seguir, considerando el material revisado a lo largo de la unidad, así como los elementos centrales de la búsqueda de información, como son: necesidad de información, confiabilidad y herramientas de búsqueda.	SciELO. Scielo.org. (2019). <a href="https://www.scielo.org/">https://www.scielo.org/</a> .
<b>Unidad:</b>	<b>2. Desarrollo del proyecto de investigación</b>	
<b>Objetivos:</b>	Desarrolla y aplica competencias y habilidades para la elaboración del reporte de investigación, considerando el tipo y enfoque de investigación, delimita el tema a investigar, además establece las variables y plantea una pregunta de investigación, desarrollando de manera clara y coherente cada elemento de la estructura en general gestionando información y utilizándola de manera ética.	
<b>Contenido temático:</b>	<b>Actividad para evaluación:</b>	<b>Recursos</b>
2.1 Investigación científica	Analiza el material didáctico referente a la investigación científica y elabora un documento con los elementos y características más importantes utilizando recursos gráficos, como mapas o cuadros sinópticos. Establece una relación clara y coherente entre elementos.	Citationmachine.net. (2019). Citation Machine: Format & Generate Citations – APA, MLA, & Chicago. [online] <a href="http://www.citationmachine.net/">http://www.citationmachine.net/</a>  Bottasso O. (2013). Aspectos básicos para la realización de una investigación clínica. 1ª edición. Buenos Aires. Federación Argentina de cardiología. <a href="https://rephip.unr.edu.ar/handle/2133/2693">https://rephip.unr.edu.ar/handle/2133/2693</a>
2.1.1 Delimitación del tema de investigación	Recopila información referente al tema de investigación, farmacocinética y farmacodinamia, distingue y clasifica las variables principales, así como su viabilidad. Delimita el tema de investigación y plantea una pregunta de investigación viable y clara. Incluye una tabla de 3 artículos directamente relacionados con el tema, considerando datos como: título, autores, fecha de publicación, base de datos en	Gordillo Moscoso, A., Medina Moreno, U. and Pierdant Pérez, M. (2012). Manual de investigación clínica. México: El manual moderno.

	<p>donde se localizó y descriptores utilizados en la búsqueda.</p>	<p>Araya Alpizar, C. y Galindo Villardon, M. (2009). Tamaño de la muestra en investigación clínica. <i>Medicina Clínica</i>, 133(1). DOI:10.1016/j.medcli.2008.10.048</p> <p>Bibliotecas.buap.mx. (2019). Dirección General de Bibliotecas. [online] <a href="http://www.bibliotecas.buap.mx/portal/">http://www.bibliotecas.buap.mx/portal/</a></p> <p>Google Scholar. Google, LLC. (2019). <a href="https://scholar.google.com/">https://scholar.google.com/</a>.</p> <p>Sistema de Información Científica Redalyc, Red de Revistas Científicas. Redalyc.org. (2019). <a href="https://www.redalyc.org/">https://www.redalyc.org/</a>.</p>
<p>2.2 El reporte de investigación: Estructura y elementos</p>	<p>Desarrolla un mapa conceptual considerando la estructura y elementos del reporte de investigación. Retomando el tema delimitado en la actividad 2.1.1, así como la pregunta planteada, establece ejemplos del tipo de información que es requerida para cada elemento del reporte de investigación generando una estructura clara y coherente.</p>	<p>Sistema de Información Científica Redalyc, Red de Revistas Científicas. Redalyc.org. (2019). <a href="https://www.redalyc.org/">https://www.redalyc.org/</a>.</p>
<p>2.3 Importancia y estilos de citación (APA, Vancouver)</p>	<p>Documento donde plantea de manera clara la importancia de la citación en el reporte de investigación, además establece las características principales de los estilos de citación APA y Vancouver.</p>	<p>SciELO. Scielo.org. (2019). <a href="https://www.scielo.org/">https://www.scielo.org/</a>.</p>

2.3.1 Herramientas para generación de referencias bibliográficas	Elabora un resumen del tema de investigación delimitado, utilizando fuentes de información previamente recopiladas, el resumen cuenta con citas y referencias en estilo APA elaboradas con un gestor de referencias (zotero, mendeley cite this for me, citation machine).	<p>Citation Machine®: Format &amp; Generate - <i>APA, MLA, &amp; Chicago</i>. Citationmachine.net. (2019). <a href="https://www.citationmachine.net/">https://www.citationmachine.net/</a>.</p> <p>Zotero. Zotero.org. (2019). <a href="https://www.zotero.org/">https://www.zotero.org/</a>.</p> <p>Mendeley - Reference Management Software &amp; Researcher Network. Mendeley.com. (2019). <a href="https://www.mendeley.com/?interaction_required=true">https://www.mendeley.com/?interaction_required=true</a>.</p>
<b>Comentarios:</b>	Paralelo al desarrollo de la unidad 2, los estudiantes tienen dos asesorías con el investigador con el que también llevan a cabo la sesión experimental para el análisis de muestras y la recolección de datos correspondientes al tema de investigación "farmacodinamia y farmacocinética".	
<b>Unidad:</b>	<b>3. Aplicaciones de procesadores de texto</b>	
<b>Objetivos:</b>	Desarrolla las habilidades necesarias para el uso efectivo de software aplicado para procesar textos, empleando competencias y conocimientos previos, hace uso efectivo de procesadores de textos, para dar formato correcto al reporte de investigación, utilizando también recursos gráficos, como tablas, mapas, imágenes y gráficas.	
<b>Contenido temático:</b>	<b>Actividad para evaluación:</b>	<b>Recursos</b>

3.1 Microsoft Word: Funciones Avanzadas	Retomando el tema delimitado en la actividad 2.1.1 arreglar los formatos de texto y párrafo requeridos para cada elemento del reporte de investigación, dar estilo de Título 1 a los títulos y Título 2 a los subtítulos del reporte de investigación, crear una tabla de contenido con los títulos y subtítulos y número de página. Crear hipervínculos a páginas web o a imágenes, también poner referencias cruzadas a las referencias del reporte de investigación.	Cmap.ihmc.us. (2019). Cmap   CmapTools. [online] Disponible en: <a href="http://cmap.ihmc.us/">http://cmap.ihmc.us/</a>  González, D. and Fonseca, D. (2014). Las citas y referencias bibliográficas y el uso del procesador de texto Microsoft Word en las producciones científicas. Universidad y Sociedad, [online] 6(1). <a href="http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/250">http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/250</a>
3.2. Microsoft Power Point	Retomando el reporte de investigación, de la actividad 3.1, realizar una presentación en Power Point, aplicando las funciones de entrada de textos, formatos, imágenes y dibujos. Aplicar las funciones de insertar gráficos, temas y estilos de fondo, así como crear un video de la presentación de Power Point.	Tigerprints.clemson.edu. (2019). "From Assistive to Transformative Technology: Using Microsoft PowerPoint" by Michelle Fowler and Tracy Butler. [online] <a href="http://tigerprints.clemson.edu/eugene_pres/2/">http://tigerprints.clemson.edu/eugene_pres/2/</a>
3.3 Elaboración de mapas	Realizar un mapa conceptual sobre el tema de investigación de la actividad 3.1	
<b>Comentarios:</b>	Toda la unidad 3 correspondiente a procesadores de textos se utiliza para desarrollar el reporte de investigación, a la par del desarrollo de esta unidad los estudiantes realizan el análisis de los datos obtenidos en la sesión experimental, aplicando pruebas estadísticas.	

#### **4.5 Conclusiones del capítulo**

A lo largo de este capítulo se han revisado elementos para el diseño de la estrategia didáctica para el desarrollo de competencias investigativas, ya que es fundamental tener claridad en los elementos que la conforman, incluyendo su definición teórica y componentes.

Se define lo que es una estrategia didáctica de acuerdo con diversos autores y se establecen las partes de que consta. De igual modo, se destacan los elementos centrales y se define cada uno de ellos.

Teniendo claro que se establece a las estrategias didácticas como programaciones que consideran los métodos, técnicas y actividades a través de las cuales, el docente y los estudiantes, planean actividades de manera consciente para lograr objetivos en el proceso enseñanza y aprendizaje.

Habiendo planteado los elementos teóricos considerados para el diseño de la estrategia, se retoman elementos clave como son el contexto referente a la descripción y estructura de la asignatura Herramientas Computacionales, donde ha sido implementada la estrategia, teniendo en cuenta los contenidos temáticos planteados en el plan de estudios así como los tiempos, objetivos y competencias.

Además se incluyen las competencias investigativas específicas para lograr en química, partiendo de las competencias genéricas del Proyecto Alfa Tuning América Latina y las competencias establecidas para el plan de estudios de la licenciatura.

Tanto el contexto como la estructura de la asignatura son componentes que determinan los lineamientos centrales para el diseño de la estrategia y establecen las posibilidades y disposición de recursos, así como los objetivos que los estudiantes deberán cumplir.

Con la caracterización y presentación de la estrategia diseñada para este estudio, se abordan elementos de contenido, secuencia didáctica y condiciones de su aplicación, donde destaca el enfoque para el proceso de investigación científica y la guía que en todo momento apunta al desarrollo del proyecto de investigación en cada una de sus fases.

## Capítulo 5. DISEÑO METODOLÓGICO

Este trabajo de investigación es de corte exploratorio experimental, dio inicio con un estudio exploratorio que permitió establecer los elementos relevantes en la investigación para, posteriormente, pasar a la fase experimental y comparativa con un enfoque cuantitativo, ya que se busca medir la magnitud de un fenómeno por medio de un proceso deductivo y secuencial, aplicando la experimentación pura (Hernández et al., 2014).

La investigación cuantitativa estudia hechos observables, medibles y replicables en un contexto controlado donde se utiliza un lenguaje matemático y modelos estadísticos, algunas de sus características son (Rivadeneira, 2017):

- Planteamiento del problema de investigación y objetivos definidos por el investigador.
- Se elaboran hipótesis para ser verificadas o falseadas mediante pruebas empíricas.
- Utiliza instrumentos para recolección de información y medición de variables.

En esta investigación se establecen las siguientes variables (tabla 18):

**Tabla 18:** Variables consideradas en el estudio

Variable independiente	Estrategia didáctica para el desarrollo de competencias investigativas básicas	
Variables dependientes	Razonamiento científico se mide con:	Prueba de razonamiento científico en el aula, pretest y postest
	Desarrollo de competencias investigativas básicas se evalúa con:	Elaboración del proyecto de investigación y rúbrica universal



### 5.1 Muestreo y conformación de grupos

Para la investigación se aplicó un diseño de grupo de control pretest-posttest (Campbell y Stanley, 1995), por lo que la muestra del estudio está conformada por cuatro grupos de estudiantes, un grupo control y tres experimentales, teniendo el siguiente esquema:

O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>
O <sub>3</sub>	X	O <sub>4</sub>
O <sub>5</sub>	X	O <sub>6</sub>
O <sub>7</sub>	—	O <sub>8</sub>

Dónde:

O<sub>1</sub>= Pretest del primer grupo experimental

O<sub>2</sub>= Postest del primer grupo experimental

O<sub>3</sub>= Pretest del segundo grupo experimental

O<sub>4</sub>= Postest del segundo grupo experimental

O<sub>5</sub>= Pretest del tercer grupo experimental

O<sub>6</sub>= Postest del tercer grupo experimental

O<sub>7</sub>= Pretest del grupo control

O<sub>8</sub>= Postest del grupo control

Los cuatro grupos participantes en este estudio, fueron elegidos de manera probabilística, ya que los grupos son conformados por la universidad de acuerdo a la matrícula de estudiante, por lo que son formados totalmente al azar, una vez establecidos pasan a la facultad donde se distribuye la carga académica entre los docentes titulares de cada materia, aunado a esto se les asignó el rol de participación previo al inicio del curso, por lo tanto, todos los

estudiantes de nuevo ingreso a la licenciatura en QFB tenían la misma probabilidad de participar en el estudio. Ya que según Badii et al. (2007, p. 287) “El muestreo probabilístico surge de la asignación aleatoria de tratamientos a un conjunto de unidades experimentales previamente determinado, es decir todas las unidades experimentales tienen la misma probabilidad de recibir cualquiera de los tratamientos y las unidades experimentales son independientes”.

Del total de los grupos disponibles para la materia, se realizó la asignación al docente que lleva a cabo esta investigación, donde los tres grupos asignados se consideraron como grupos experimentales, mientras que el grupo control fue asignado a un segundo docente, quien trabajó bajo la observación y acompañamiento del docente a cargo de esta investigación para asegurar que el curso se siguiera de la manera establecida por el programa de la materia y los requerimientos de la facultad sin hacer modificaciones.

Cabe mencionar que cada grupo cuenta con entre 20 y 25 estudiantes de nuevo ingreso.

### **5.1.1 Diseño de la investigación**

Se realiza una propuesta de estrategia didáctica para ser implementada en la materia Herramientas Computacionales, el diseño considerado para dicha estrategia está basado en los principios del modelo EAC, es importante mencionar que cada una de las actividades contenidas en la propuesta están dirigidas a la elaboración del proyecto de investigación de los estudiantes con el fin de promover el desarrollo de las competencias investigativas (CI), específicamente:

- Capacidad para interpretar y evaluar datos derivados de observaciones y mediciones relacionándolos con la teoría.

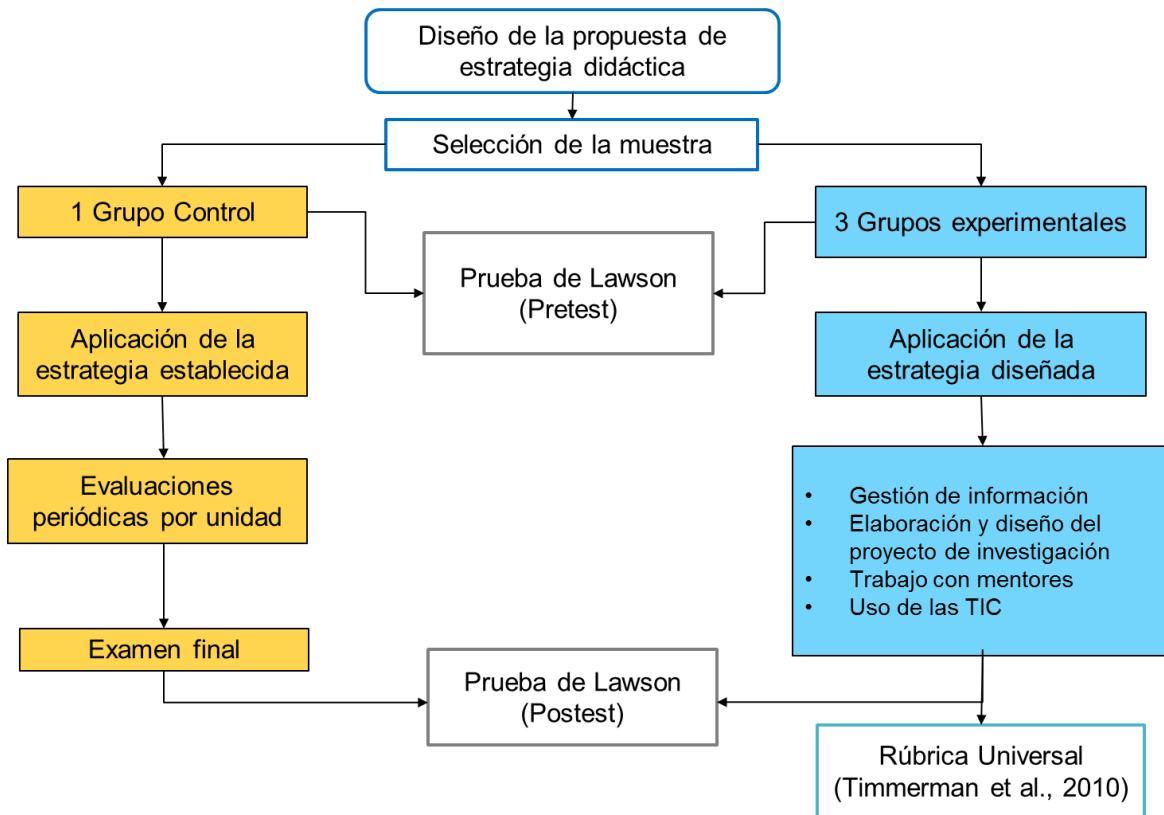
- Habilidad para desarrollar, utilizar y aplicar técnicas analíticas.
- Conocimiento de las fronteras de la investigación y desarrollo en Química.
- Capacidad para la planificación, el diseño y la ejecución de proyectos de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información.

Se inició tomando como base el programa de estudios, empezando así con el periodo de intervención, donde los tres grupos experimentales y el grupo control seleccionados para el estudio deberán realizar el pretest para la prueba de razonamiento científico en el aula. Para el grupo control se impartieron las clases apegándose al programa de la asignatura, contemplando únicamente las actividades previstas como producto requerido, además de los exámenes correspondientes a cada unidad.

En lo que a los grupos experimentales se refiere, las clases también se apegan al programa de la materia, sin embargo, se plantean actividades de reforzamiento para cada tema, iniciando la aplicación de la estrategia didáctica realizada.

A continuación, se presenta el procedimiento y pasos a seguir para el periodo de intervención (Figura 6).

**Figura 6:** Diagrama del diseño metodológico planteado para la investigación



Las etapas y pasos a seguir del diseño de la investigación se plantearon de la siguiente manera:

1. Diseño de la estrategia didáctica para el desarrollo de las CI.
2. Selección de los instrumentos para la obtención de datos: Prueba para el razonamiento científico en el aula de Lawson (2000) y la rúbrica universal de Timmerman (2010).
3. Selección probabilística de la muestra: tres grupos experimentales y un grupo control.
4. Aplicación del pretest de la prueba de Lawson a los 4 grupos participantes.
5. Aplicación de la estrategia diseñada para el desarrollo de las CI a los tres grupos experimentales. El grupo control siguió la estrategia ya establecida sin hacer variaciones.

6. Los tres grupos experimentales asistieron a la práctica de laboratorio, obtuvieron datos, trabajaron con el investigador y elaboraron un proyecto de investigación.
7. Al final del curso se aplicó el postest para la prueba de Lawson a los cuatro grupos participantes y se evaluaron los proyectos de investigación realizados por los grupos experimentales utilizando la rúbrica universal de Timmerman.
8. Una vez obtenidos los datos correspondientes tanto del pretest, postest y de los proyectos evaluados, se inicia con la fase de análisis de datos y obtención de resultados.

## **5.2 Contexto**

El estudio se llevó a cabo en una Universidad pública en el área de Ciencias Químicas, considerando a los estudiantes de nuevo ingreso al programa educativo en QFB, la facultad se encuentra ubicada al sur de la ciudad de Puebla, cuenta con diversas aulas, laboratorios y un edificio de posgrado. En cuanto a sus programas educativos se tienen registradas 3 licenciaturas que son: Química, Farmacia y Químico Farmacobiología, siendo esta última la de mayor población estudiantil.

Como se indica en el capítulo 4, dentro del primer bloque del programa de la licenciatura se encuentra la materia de Herramientas Computacionales, la cual está contemplada con 4 horas a la semana para la modalidad semestral.

El programa de la materia cuenta con 6 unidades, de las cuales se tomaron las primeras tres que se centran en la elaboración del proyecto de investigación desarrollado por los estudiantes.

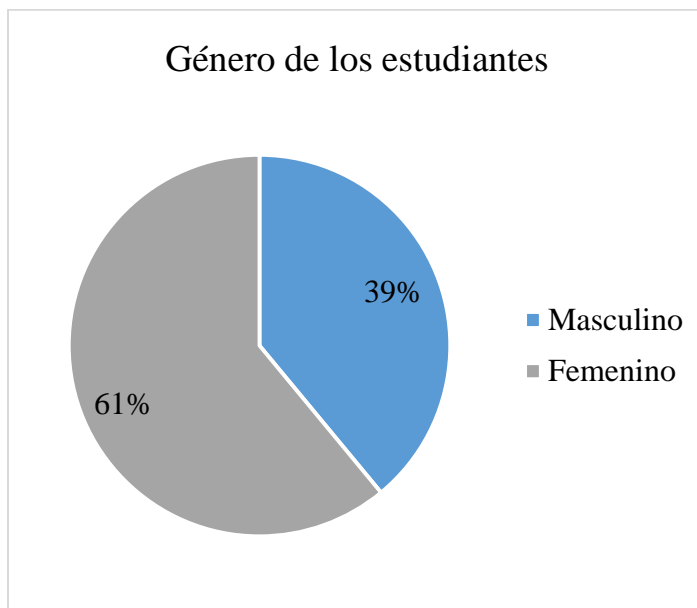
De los cuatro grupos que conforman la muestra para el estudio, se dividen en un grupo control y tres grupos experimentales, también cabe mencionar que la materia se imparte en horarios

que incluyen estudiantes del turno matutino y vespertino y la selección de la muestra depende de los grupos disponibles y la asignación de grupos al docente.

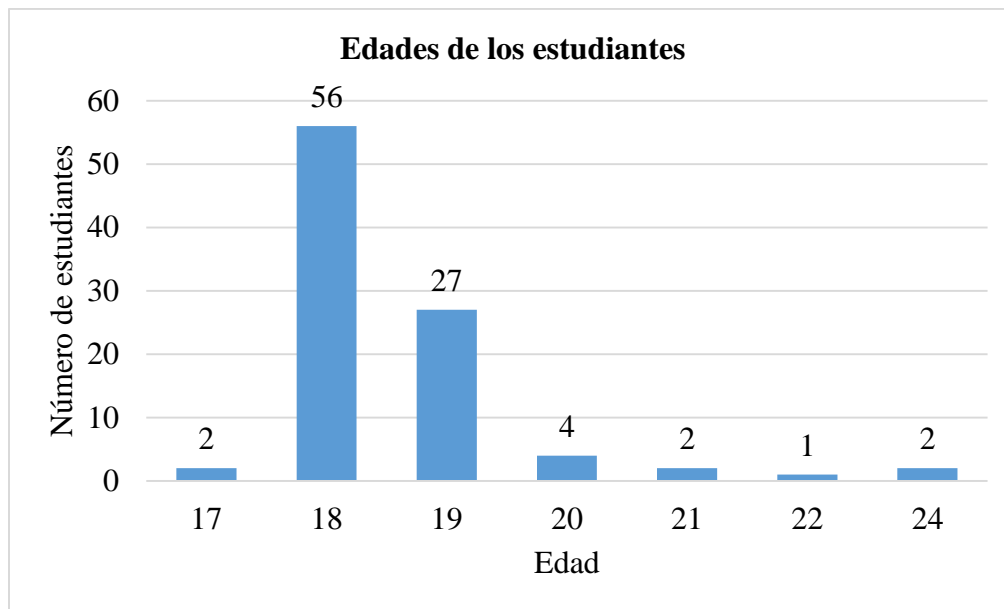
### 5.2.1 Características de la muestra

En cuanto a las características específicas de la muestra seleccionada de manera general y de acuerdo con los datos obtenidos de la fase experimental, del total de 94 estudiantes pertenecientes a los tres grupos experimentales y un grupo control, la muestra se conformó por el 61% mujeres y 39% hombres (figura 7), las edades predominantes son 18 años con 56 estudiantes y 19 años con 27 estudiantes (figura 8), la gran mayoría de los estudiantes provienen de educación media superior de escuela pública siendo estos el 93% (figura 9) y de manera general pertenecen a un nivel socioeconómico medio a medio-bajo.

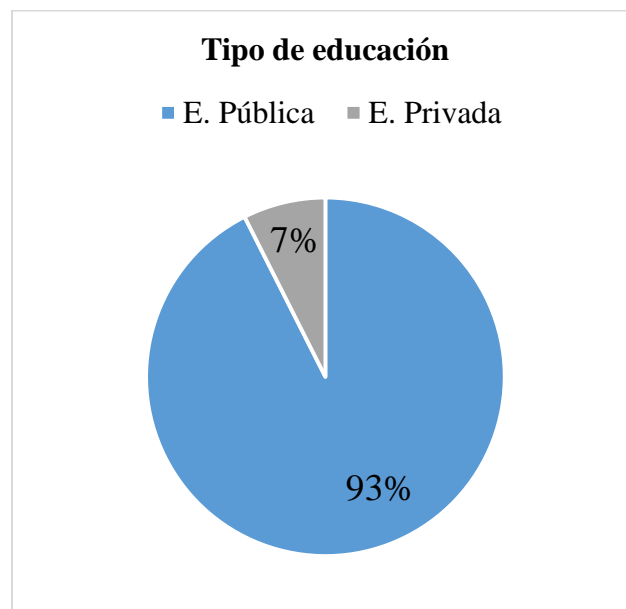
*Figura 7: Porcentajes del género de los estudiantes participantes en el estudio*



**Figura 8:** Edades de los estudiantes participantes en el estudio



**Figura 9:** Porcentajes del tipo de educación de los estudiantes participantes en el estudio



### 5.2.2 Elementos de la estrategia didáctica

Para la implementación de la estrategia didáctica para el desarrollo de competencias investigativas en los estudiantes se utilizaron los elementos disponibles, desde una

plataforma educativa, software, recursos institucionales, hasta recursos materiales, mismos que se abordan de manera detallada en el capítulo 4.

A manera de recopilación podemos destacar elementos como:

- Laboratorio de cómputo: computadoras, conexión a internet, paquetería, software para análisis de datos
- Plataforma educativa Blackboard
- Repositorio institucional y recursos digitales del portal de bibliotecas
- ABP: desarrollo de un proyecto de investigación
- Laboratorio del área química y material especializado para el procesamiento de muestras
- Apoyo de un investigador del área para guiar a los estudiantes en la parte experimental de sus proyectos.

Además, cabe mencionar que para el desarrollo de varias de las actividades dadas a los estudiantes así como para la práctica de laboratorio en la fase experimental del desarrollo de sus proyectos, los estudiantes trabajaron en equipos de 4 integrantes, que es la forma habitual en que se trabaja en la materia, sin embargo, el desarrollo del proyecto de investigación y la entrega del reporte final se realizaron de manera individual, para así poder obtener datos de cada estudiante en cuanto al desarrollo de las competencias investigativas y el razonamiento científico.

En cuanto al proyecto de investigación desarrollado por los estudiantes se consideraron las siguientes características:

- Delimitación y enfoque del tema de investigación.



- Planteamiento de la pregunta y objetivos de la investigación.
- Planteamiento de hipótesis.
- Metodología: descripción detallada del proceso experimental y la obtención de datos cuantitativos.
- Resultados obtenidos y análisis de datos: selección adecuada del tipo de datos que requieren para su comprobación de hipótesis, planteamiento y selección de pruebas estadísticas, análisis de datos e interpretación de resultados.
- Conclusiones: respuesta a la pregunta de investigación, interpretación del análisis de datos y comprobación de hipótesis.
- Referencias bibliográficas: Tipo y calidad de las fuentes de información consultadas para dar sustento al trabajo.

### **5.2.3 Práctica de laboratorio con el investigador**

Dentro del diseño de la estrategia didáctica en la que se centra este estudio se consideró la implementación de sesiones experimentales, de las cuales los estudiantes pudieron obtener datos para elaboración de sus proyectos de investigación.

Para iniciar con el diseño y aplicación de las sesiones experimentales, se realizaron reuniones con el investigador que participa en la fase experimental de este proyecto, el cual funge como mentor de los estudiantes en la experimentación y recolección de datos para el desarrollo de sus proyectos, como producto de estas reuniones se ha seleccionado y rediseñado la práctica experimental que realizan los alumnos. Cabe mencionar que debido a la naturaleza de la licenciatura, la práctica se enfoca en la interacción de fármacos en el cuerpo humano (farmacodinamia y farmacocinética).

La práctica se llevó a cabo en laboratorios de la Facultad, donde los estudiantes participaron de manera activa llevando a cabo las instrucciones dadas por el investigador.

La sesión tuvo una duración de dos horas, la práctica fue dada a los estudiantes una semana antes y estos buscaron información referente a la temática presentada en bases de datos y buscadores especializados, para el desarrollo de la sesión experimental, los estudiantes formaron equipos de cuatro integrantes, ya que se requiere de cuatro tipos de muestras con características y tiempos de muestreo específicos.

Previo a la práctica, los estudiantes recolectaron las muestras necesarias para la obtención de datos, las cuales debieron estar correctamente etiquetadas, incluyendo datos como son:

- Fármaco(s) consumido(s)
- Sujeto de la muestra
- Tiempo de muestreo

Desde el momento en que los estudiantes iniciaron con la recolección de muestras ya ponen en práctica métodos especializados de su área de conocimiento, una vez iniciada la práctica, procesaron cada muestra para la medición de pH y posteriormente realizaron las mediciones para la *absorbancia* por medio de un *espectrofotómetro*.

Al mismo tiempo en que se desarrolló la sesión experimental, los estudiantes registraron todas las mediciones obtenidas de las muestras, para a continuación, colocarlas en una base de datos general, donde se encuentran las mediciones para cada muestra de los tres grupos experimentales, de esta manera los alumnos cuentan con una mayor cantidad de datos para realizar su análisis estadístico.

### **5.3 Instrumentos para la recolección de datos**

Dentro del trabajo de campo realizado en una investigación, una de las etapas de mayor importancia es la prueba de instrumentos, ya que de acuerdo con Ander (1995) no es suficiente con elegir los instrumentos metodológicos en concordancia con el problema de investigación planteado, ya que dichos instrumentos deberán ser apropiados para abordar de manera científica el fenómeno social que se estudia según el contexto.

Por tal motivo, para la selección y ajuste de los instrumentos planteados en este estudio, se consideraron factores primordiales como son: la pertinencia de los datos obtenidos a partir de los instrumentos en contraste con los objetivos particulares de la investigación, además de su validez, fiabilidad y usabilidad.

Independientemente de que los instrumentos ya han sido utilizados y validados demostrando su funcionalidad en estudios realizados para la prueba de razonamiento científico en el aula como los de Bao et al. (2009), Novia y Riandi (2017) y Khoirina et al. (2018), así como los realizados utilizando la rúbrica universal, por ejemplo, Feldon et al. (2010), Feldon et al. (2011) y Gilmore et al. (2016), es necesario pasar por el proceso de pilotaje donde se observe el proceso de aplicación de estos en el contexto determinado de la investigación.

Los instrumentos seleccionados para este estudio (Tabla 19) son: la prueba de razonamiento científico en el aula de Lawson (2000) y la rúbrica universal para evaluar las habilidades de razonamiento científico a través de la escritura en estudiantes universitarios de Timmerman (2010).

**Tabla 19:** Instrumentos a utilizar en el estudio de acuerdo a los objetivos de investigación

<b>Objetivo de investigación</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Características dadas por el autor</b>	<b>Proceso de validación</b>
<p>Comparar a través de una evaluación pretest y posttest el nivel de desarrollo del razonamiento científico de los estudiantes.</p>	<p>Aplicar: Prueba de razonamiento científico en el aula (Lawson, 2000)</p>	<p>Busca probar que existen dos niveles generales basados en el desarrollo de las habilidades de prueba de hipótesis. Se desarrolla una prueba para determinar las habilidades generales de la prueba de hipótesis en los estudiantes universitarios de un curso de biología. Además, se encontró una relación positiva entre el nivel de las habilidades para la prueba de hipótesis y el desempeño de los estudiantes en el curso.</p>	<p>La validez de la prueba original ha sido establecida por varios estudios. Un aspecto importante del establecimiento de la validez de la prueba fue la necesidad de demostrar que, las diferencias de rendimiento en los elementos fueron causadas por diferencias en los patrones de razonamiento y no por la presencia o ausencia de conocimiento específico de dominio. En otras palabras, los ítems deben requerir solo conocimiento específico que los estudiantes pueden razonablemente presumir que tienen.</p> <p>La prueba modificada por el autor para su uso con estudiantes universitarios contiene 11 de los elementos originales más dos nuevos.</p>

<p>Analizar el grado en que los estudiantes desarrollan competencias para realizar investigación científica con el apoyo de las TIC, para determinar la utilidad de los recursos didácticos implementados, por medio de la comparación entre grupos.</p>	<p>Aplicar e interpretar: Rúbrica universal para la evaluación de habilidades científicas (Timmerman, 2010)</p>	<p>La rúbrica se desarrolla para medir las habilidades de los estudiantes para razonar y escribir científicamente.</p> <p>Permite la comparación del desempeño de los estudiantes en todos los cursos y en el tiempo independientemente del contenido de la tarea.</p>	<p>La evidencia de validez basada en lo apropiado del contenido (es decir, los criterios en la rúbrica) se derivó de cuatro fuentes: (1) rúbricas relevantes en la literatura, (2) comparación con los criterios de los árbitros profesionales, (3) consultores expertos pedagógicos, y (4) múltiples rondas de comentarios recursivos de partes interesadas que también sirvió como expertos en contenido.</p>
--	---	--	---

### 5.3.1 Caracterización de instrumentos

Como ya se ha planteado en esta investigación los instrumentos seleccionados para la obtención de datos son dos, en primer lugar está la prueba de razonamiento científico en el aula de Lawson, la cual se aplicó como pretest y postest a los grupos control y experimentales.

Dicha prueba ofrece datos referentes a la evaluación de las habilidades de los estudiantes en 6 dimensiones, las cuales son:

1. Razonamiento proporcional
2. Conservación de la materia y el volumen
3. Control de variables
4. Razonamiento hipotético-deductivo
5. Razonamiento de correlación
6. Razonamiento de probabilidad

En cuanto a las puntuaciones obtenidas de la prueba de Lawson, se requiere que los estudiantes respondan a una pregunta y posteriormente elijan la mejor argumentación a la respuesta dada, con respecto a los puntajes obtenidos, según Lawson (2000) los estudiantes se clasifican en cuatro categorías de acuerdo a los puntajes obtenidos en la prueba de la siguiente manera (Tabla 20):

**Tabla 20:** *Categorías de logro para la prueba de Lawson*

<b>Puntaje</b>	<b>Nivel</b>	<b>Descripción</b>
<b>0-3</b>	<b>Nivel 0</b>	Estudiantes que no pueden probar hipótesis que involucran agentes causales observables

<b>4-6</b>	<b>Bajo nivel 1</b>	Estudiantes no son consistentemente capaces de probar hipótesis que involucran agentes causales observables
<b>7-10</b>	<b>Alto nivel 1</b>	Estudiantes consistentemente capaces de probar hipótesis que involucran agentes causales observables
<b>11-13</b>	<b>Nivel 2</b>	Estudiantes capaces de probar hipótesis que involucran agentes causales no observables

En cuanto al segundo instrumento, se consideró a la rúbrica universal de Timmerman (2010) para la evaluación de habilidades científicas, específicamente seleccionada para la evaluación de los proyectos de investigación realizados por los estudiantes.

De acuerdo con Timmerman et al, (2010) el mérito de los científicos a menudo se evalúa por su éxito en publicar hallazgos científicos, ya que implica traducir el razonamiento científico y las habilidades de investigación en escritura científica, por lo que, parecía plausible que una sola rúbrica pudiera medir aspectos del pensamiento crítico y la investigación científica.

Es necesario mencionar que este instrumento está originalmente elaborado en idioma inglés por tanto fue necesaria su traducción, considerando no hacer variaciones en la estructura y definición de criterios, las traducciones fueron revisadas por dos especialistas en el área educativa con nivel de inglés avanzado y certificado, así como por una persona anglófona, también especialista en el área educativa, sin embargo, se debe aclarar que para la descripción de la rúbrica se utiliza el término “habilidades” como traducción directa de “skills”.

Además, la rúbrica proporciona medidas significativas del desempeño del estudiante, es decir, las puntuaciones generadas por la rúbrica alineadas con el sentido de la calidad general del trabajo y las áreas de fortaleza y debilidad identificadas apropiadamente (Timmerman, 2010).

El principio considerado para la valoración de competencias es la evaluación centrada en el desempeño, ya que incluye a la representación del desempeño real en el área de conocimiento, con herramientas como la autoevaluación, tareas contextualizadas y el trabajo investigativo (Díaz y Barroso, 2014).

Por lo que la evaluación centrada en el desempeño se plantea con el establecimiento de niveles de logro de las competencias, a través de escalas descriptivas del desempeño, considerando criterios de evaluación específicos para las competencias investigativas, implementando instrumentos como las rúbricas. Otro elemento a considerar son las evidencias, pruebas que según Tejada y Ruíz (2016) manifiestan conocimientos, habilidades y actitudes de los estudiantes y que determinan su nivel de competencias, dividiendo a los resultados en evidencias de desempeño y de conocimiento.

Según Tejada (2011) se valora la competencia como una forma compleja que tiene su expresión en el desempeño, lo cual se perfila como una visión de mayor integración entre los elementos que se relacionan, ya que las competencias no solo se manifiestan, además se construyen a partir del desempeño.

Dicha rúbrica considera elementos centrales en el desarrollo de un proyecto de investigación, a partir de los cuales establece criterios de evaluación (tabla 21), a la vez los criterios se relacionan de manera directa con las competencias investigativas planteadas para su desarrollo en este trabajo, así como también tiene relación con el razonamiento científico, sobre todo con la parte del planteamiento de hipótesis. Los criterios establecidos son:



**Tabla 21:** Articulación de criterios establecidos para la Rúbrica universal para la evaluación de habilidades científicas y competencias investigativas a desarrollar

<b>Criterios de la rúbrica</b>	<b>Definición de criterios</b>	<b>Competencias investigativas y razonamiento científico.</b>
Introducción: contexto	Demuestra un claro entendimiento del tema en general	Conocimiento de las fronteras de la investigación y desarrollo en Química.  Habilidades para buscar, procesar y analizar información
Introducción: Precisión y relevancia	El conocimiento contenido es preciso, relevante y da una base apropiada	
Hipótesis: Comprobable y considera alternativas	Las hipótesis son claramente establecidas y consideran explicaciones alternativas	Proceso directamente relacionado con el razonamiento científico y base de la estructura de la prueba de razonamiento científico
Hipótesis: mérito científico	La hipótesis contienen un mérito científico	
Métodos: diseño experimental	El diseño experimental puede producir resultados fructíferos	Capacidad para la planificación, el diseño y la ejecución de proyectos de investigación.  Conocimiento de las fronteras de la investigación y desarrollo en Química.
Resultados: selección de datos	Los datos se pueden comprender, son precisos y relevantes	Capacidad para interpretar y evaluar datos derivados de observaciones y mediciones relacionándolos con la teoría.  Habilidad para desarrollar, utilizar y aplicar técnicas analíticas.
Resultados: Presentación de datos	Los datos se resumen en un formato lógico. Los tipos de tablas y gráficas son apropiados	
Resultados: Análisis estadístico	El análisis estadístico es apropiado para la prueba de la hipótesis	Habilidad para desarrollar, utilizar y aplicar técnicas analíticas.

Discusión: Conclusiones basadas en los datos seleccionados	La conclusión es clara y lógicamente extraída de los datos provistos.	Capacidad para interpretar y evaluar datos derivados de observaciones y mediciones relacionándolos con la teoría.  Razonamiento científico.
Discusión: importancia de la investigación	El documento da indicación de la importancia de la investigación	Conocimiento de las fronteras de la investigación y desarrollo en Química.  Capacidad para la planificación, el diseño y la ejecución de proyectos de investigación.
Uso de literatura primaria	Publicaciones especializadas que reportan datos originales	Habilidades para buscar, procesar y analizar información
Calidad de la escritura	Gramática, uso del vocabulario y organización coherente	Habilidades para buscar, procesar y analizar información  Capacidad para la planificación, el diseño y la ejecución de proyectos de investigación.

Una vez establecidos los criterios, se determinan los niveles de logro para cada criterio (Tabla 22), a partir de los cuales los proyectos son evaluados dando así el resultado del proyecto de investigación realizado por los estudiantes.

**Tabla 22:** Niveles de logro según la Rúbrica Universal para la evaluación de habilidades científicas

Nivel de logro	Descripción
<b>No abordado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se abordan los elementos principales de cada criterio               <ul style="list-style-type: none"> <li>• La información dada no es precisa o adecuada</li> </ul> </li> </ul>
<b>Novato</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La información es vaga y poco estructurada o inconsistente</li> <li>• Se omiten elementos importantes de la información</li> </ul>
<b>Intermedio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se provee de elementos importantes de la información y el contexto</li> <li>• Existen omisiones o imprecisiones en la información</li> </ul>
<b>Experto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se da un claro sentido de la significancia de la información               <ul style="list-style-type: none"> <li>• La información es precisa y adecuada</li> </ul> </li> </ul>

Cada nivel de logro obtiene una determinada puntuación, siendo: No abordado=0, Novato=1, Intermedio=2, Experto=3.

#### 5.4 Procedimiento de recolección de datos

La recolección de datos se planteó en dos etapas, como una primera etapa de la investigación, se llevó a cabo un pilotaje de los instrumentos para recolección de datos, se realizó con un grupo control y dos grupos experimentales conformados por estudiantes de nuevo ingreso a la licenciatura de QFB, se trata también de un pilotaje general de la metodología planteada con el fin de detectar áreas de oportunidad y ajustes necesarios a la misma.

Dentro de las razones para la realización del pilotaje estaba el probar los instrumentos de recolección de datos en el contexto en que se ha llevado a cabo este estudio y ver cómo los estudiantes responden a la metodología y qué tan viable era su aplicación.

Para la segunda etapa se realizó la fase experimental, donde se implementó la estrategia, se realizó el pretest y postest de la prueba de Lawson y los estudiantes desarrollaron sus

proyectos de investigación, a través de los cuales se evaluó su desempeño por medio de la rúbrica universal.

#### **5.4.1 Pilotaje**

Previo a la fase de intervención, se realizó un pilotaje general de la estrategia, considerando la utilización de los instrumentos para recolección de datos, se inició con el pretest de la prueba de razonamiento científico para los grupos participantes que fueron dos grupos experimentales y un grupo control y se continuó con la aplicación de la estrategia en los grupos experimentales, donde desarrollaron proyectos de investigación con temas de libre elección referente al área químico-biológica.

Una vez que los estudiantes completaron sus proyectos, estos fueron evaluados con la rúbrica universal de Timmerman (2010) y, posteriormente, se realizó el postest de la prueba de razonamiento científico para los grupos experimentales y el grupo control.

Derivado de los resultados obtenidos del pilotaje general se hicieron los ajustes pertinentes para la fase de intervención, dentro de los cuales destacan:

- La inclusión de un grupo experimental más, esto para aumentar el número de datos para el análisis.
- El determinar un tema específico y rediseñar la práctica de laboratorio que sirvió a los estudiantes para la fase experimental de sus proyectos.

El motivo principal para hacer la modificación en cuanto a los temas de los proyectos de los estudiantes, fue que al inicio hubo temas diversos lo cual complica tener una homogeneidad en cuanto al desarrollo de los mismos, ya que para algunos temas hay más información disponible que para otros, además esta diversidad de temas dificultaba demasiado el que los

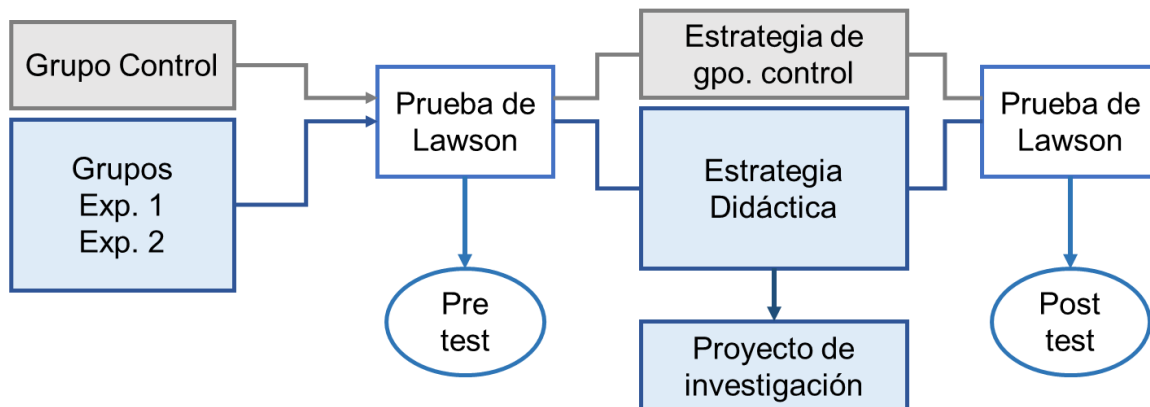
estudiantes obtuvieran los datos experimentales que les permitieran realizar el análisis estadístico para la comprobación de sus hipótesis.

Sin embargo, aunque el tema de *farmacodinamia* y *farmacocinética* fue el mismo para todos los estudiantes, ellos pudieron elegir las variables, muestras y tipo de medición que deseaban utilizar en sus proyectos.

En cuanto a los estadísticos considerados para el análisis de los datos obtenidos en la fase de intervención, se aplicaron análisis paramétricos, por lo que ANOVA (Analysis of variance) y la prueba t representaron una buena opción debido a que, tanto el análisis de varianza como la prueba t son pruebas estadísticas utilizadas para saber si los grupos difieren entre sí de manera significativa en sus medias y varianzas, es decir, se utiliza ANOVA de un factor cuando queremos saber si las medias de una variable son diferentes entre los niveles o grupos de otra variable (Cárdenas, 2018).

Dentro de los datos que se obtuvieron de acuerdo a los instrumentos aplicados, se cuenta con las puntuaciones obtenidas por los estudiantes de los grupos control y experimentales en el pretest y posttest para la prueba de razonamiento científico en el aula, esto en referencia a la fase de intervención, es decir, antes y después de la aplicación de la estrategia didáctica planteada para el desarrollo de las CI, además de los datos obtenidos de la evaluación de los proyectos elaborados por los estudiantes. El diseño general para el pilotaje se presenta a continuación (Figura 10).

**Figura 10:** Esquema del diseño metodológico llevado a cabo en el pilotaje



#### 5.4.2 Fase experimental

En cuanto a lo planteado en el primer objetivo particular de este trabajo de investigación, “Realizar una propuesta de estrategia didáctica de la asignatura Herramientas Computacionales, enfocada en desarrollar competencias investigativas básicas”, se realizó una revisión de literatura para iniciar con el diseño de la estrategia, dentro de la cual se plantearon actividades específicas dirigidas al desarrollo del proyecto de investigación por parte de los estudiantes y así fomentar el desarrollo de las CI.

De acuerdo con lo planteado en el diseño de la investigación, se realizó el pretest aplicando la prueba de razonamiento científico en el aula de Lawson (2000), para lo cual se utilizó la versión en español transcrita en google forms (Figura 11), la cual ya ha sido pilotada.

**Figura 11:** Prueba de Lawson en su versión de Google forms en español

PREGUNTAS    RESPUESTAS    59    Total de puntos: 24

d. No se ha añadido o retirado arcilla

e. Cuando algo se aplana, gana peso

...

3. Abajo hay dibujos de dos cilindros llenos con agua al mismo nivel. Los cilindros son idénticos en tamaño y forma. También se muestran dos canicas, una de vidrio y una de acero. Las canicas son del mismo tamaño, pero la de acero es mucho más pesada que la de vidrio. Cuando la canica de vidrio se coloca en el Cilindro 1, se hunde hasta el fondo y el nivel del agua sube a la sexta marca. Si colocamos la canica de acero en el Cilindro 2, el agua subirá

Canica de vidrio    Canica de acero

Cilindro 1    Cilindro 2

Considerando lo establecido en el programa de estudios de la materia, se seleccionaron los temas del 1.1 al 1.4 correspondientes a la unidad 1 (Tabla 23), para la primera parte de la fase de intervención con las actividades planteadas en la estrategia diseñada para esta investigación.

**Tabla 23:** Temas correspondientes a la unidad 1 del programa de estudios de la materia Herramientas Computacionales

Unidad	Temas
<b>1. Búsqueda de información confiable</b>	1.1 Cómo definir la necesidad de información
	1.2 Confiabilidad de la información: selección de fuentes
	1.3 Google académico
	1.3.1 Recursos electrónicos proporcionados por la dirección general de bibliotecas BUAP
	1.4 Bases de datos: SciELO, SpringerLink, SCOPUS, Science direct, etc.

La clase de Herramientas Computacionales se imparte en el laboratorio de cómputo, cada estudiante cuenta con acceso a una computadora para las sesiones y tiene una cuenta propia en la plataforma Blackboard, donde todas las actividades contempladas para la estrategia se publican en el apartado de anuncios de la plataforma (Figura 12).

**Figura 12:** Actividades de la unidad 1, publicadas en los anuncios de BlackBoard

The image shows a screenshot of Blackboard announcements. At the top, there is an announcement titled "ACTIVIDAD 14" in pink, published on March 19, 2019, at 10:14:34 PM CST. It includes three bullet points: "Ingresa a la página web de la Universidad de Alcalá", "Revisa la lectura 'define tu necesidad de información'", and "Genera un documento (1 cuartilla) tomando en cuenta los puntos más importantes de ambos documentos". Below this, there is another announcement titled "ACTIVIDAD 13. 19 MARZO" in orange, published on March 19, 2019, at 09:00:51 AM CST. It contains the text: "Por equipo seleccionen un tema científico para investigación. Cada integrante del equipo deberá obtener 2 fuentes de información sobre el tema." and includes two links: "Llena en formato de información" and "Coevalua las fuentes de tu compañero asignado".

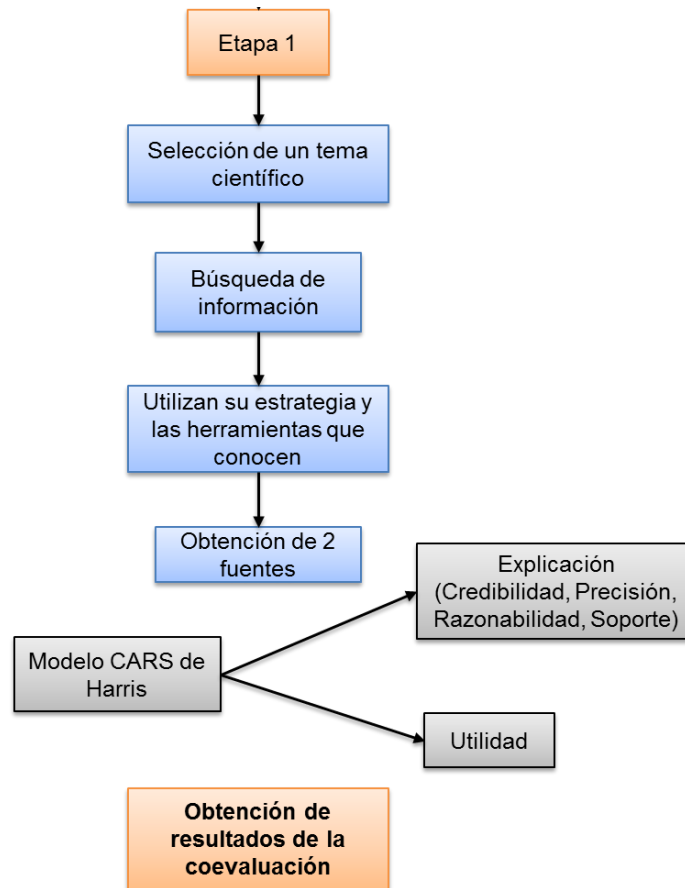
Para las actividades de la primera unidad se utilizaron un total de 5 sesiones de dos horas cada una por grupo y los temas se dividieron en dos etapas (Figuras 13 y 14), la primera



donde los estudiantes, seleccionan un tema científico por equipo y utilizan su propia estrategia de búsqueda de información, luego se dividen en parejas, seleccionando a una persona de un equipo distinto al suyo, posteriormente aplican el modelo C.A.R.S de Harris para la evaluación de fuentes de información en internet, dicho modelo, está estructurado como una lista de cotejo que se ha diseñado para apoyar a los investigadores en la evaluación de fuentes de información obtenidas de internet y se basa en cuatro puntos principales Credibilidad, Precisión, Razonabilidad y Soporte (Harris, 2013), por sus siglas en inglés (Credibility, Accuracy, Reasonableness y Support) se le denomina como C.A.R.S.

Para la evaluación de fuentes de información se plantea una escala del 1 al 5, siendo 1= Muy pobre, 2=Pobre, 3=Regular, 4=Bien y 5=Excelente.

**Figura 13:** Diseño para la primera etapa en la prueba de actividades planteadas para la unidad 1



Para la etapa 2, se inició con las actividades planteadas para cada tema, realizando lecturas y visitando páginas de universidades para recolectar los puntos más importantes en cuanto a definir la necesidad de información, confiabilidad de las fuentes y tipos de información.

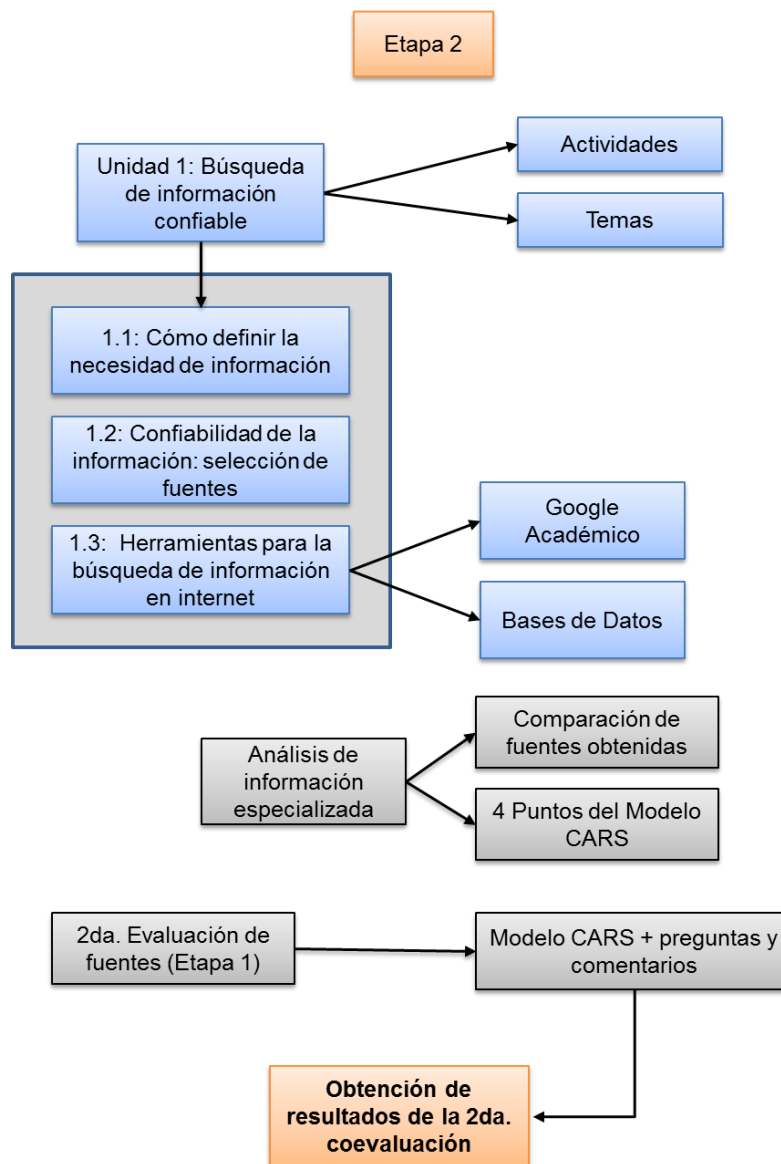
Posteriormente los estudiantes ingresaron a Google Académico (<https://scholar.google.es/schhp?hl=es>) y los recursos digitales disponibles en el portal de la Dirección General de Bibliotecas de la Universidad, como por ejemplo Scopus, Springer, Science Direct, IBM Micromedex, SciFinder, entre otros.

Habiendo abarcado los temas del 1.1 al 1.4 de la Unidad 1, los estudiantes buscan nuevamente fuentes de información referentes al tema científico previamente seleccionado y

realizan una comparación entre las primeras fuentes obtenidas y las obtenidas de las bases de datos.

Por último, realizan una segunda evaluación de las fuentes obtenidas en la etapa 1 por medio de la lista de cotejo del modelo C.A.R.S de Harris.

**Figura 14:** Diseño de la segunda etapa en las actividades planteadas para la unidad 1



Para finalizar con esta primera parte de pruebas a las actividades diseñadas, se realiza una comparación de los resultados obtenidos en la evaluación de fuentes mediante el modelo

C.A.R.S en la primera y la segunda etapa, además de comentarios hechos por los estudiantes y su percepción sobre la importancia de los elementos del modelo de evaluación de fuentes de información.

Cabe mencionar que los resultados obtenidos de la coevaluación de fuentes de información y aplicación del modelo C.A.R.S. fueron presentados en las V Jornadas Iberoamericanas en Interacción Humano Computadora (VJIIHC) 2019 y publicados en la serie Communications in Computer and Information Science de la editorial Springer Nature (Márquez-Specia et al., 2019).

En cuanto a los temas de la unidad dos (Tabla 24), se desarrollaron las actividades correspondientes, donde los estudiantes utilizaron la información obtenida en las búsquedas realizadas en la unidad 1 para delimitar sus temas y plantear las preguntas de investigación, además iniciaron con la estructura general del reporte de investigación estableciendo objetivos e hipótesis.

**Tabla 24:** Temas correspondientes a la unidad 1 del programa de estudios de la materia *Herramientas Computacionales*

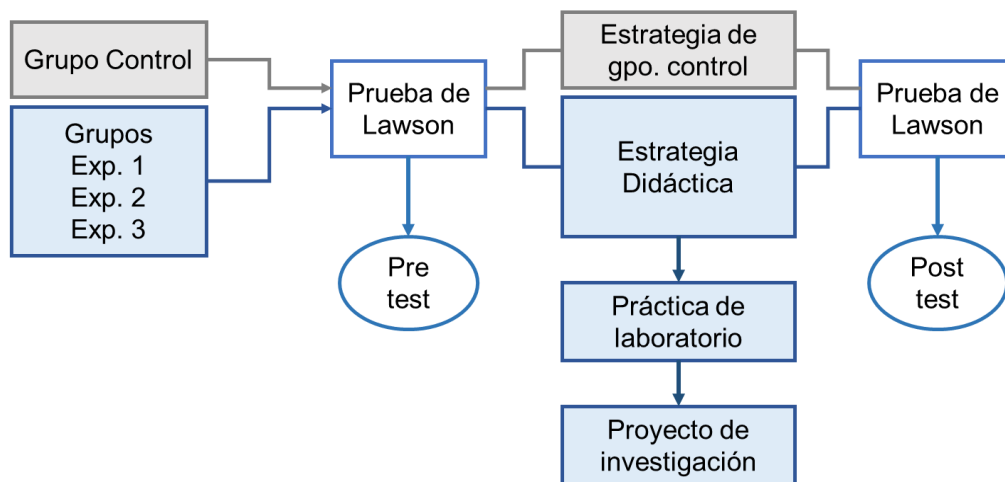
Unidad	Temas
<b>2. Desarrollo del proyecto de investigación</b>	2.1 Investigación científica
	2.1.1 Delimitación del tema de investigación
	2.2 El reporte de investigación: Estructura y elementos
	2.3 Importancia y estilos de citación (APA, Vancouver)
	2.3.1 Herramientas para generación de referencias bibliográficas

Es en este momento que los estudiantes tienen las sesiones con el investigador que funge como mentor para el proceso experimental. En primer lugar se lleva a cabo una sesión con cada grupo donde el investigador da una explicación del paso a paso para la realización de la práctica de laboratorio, posteriormente se hace la práctica, donde los estudiantes recolectan los datos necesarios para ser analizados y poder comprobar sus hipótesis.

Una vez que los estudiantes de los tres grupos vacían en una misma base datos toda la información obtenida de la sesión experimental, inician con el análisis estadístico.

Para concluir el desarrollo de sus proyectos se emplean los temas de la unidad tres: procesadores de textos, como se ha mencionado, en esta unidad los estudiantes solo dan el formato final y con ello concluyen la elaboración de sus proyectos. El diseño general para la fase experimental se presenta a continuación (Figura 15).

**Figura 15:** Esquema del diseño metodológico llevado a cabo en la fase experimental



### 5.5 Estrategia de análisis de datos

En la estancia realizada en la Universidad Estatal de Utah (USU, por sus siglas en inglés), se trabajó sobre la delimitación de las competencias investigativas a desarrollar, el diseño de la

estrategia didáctica y se seleccionaron los instrumentos para la recolección de datos cuantitativos que permitieran determinar si la estrategia fomenta el desarrollo de dichas competencias en los estudiantes.

De tal manera que para la evaluación de los proyectos de investigación se selecciona la rúbrica universal de Timmerman (2010), que como ya se ha descrito está diseñada para medir el desempeño de los estudiantes en la escritura científica.

Es a partir de esta rúbrica que se obtienen datos específicos de cada proyecto evaluado, ya que permite establecer una valoración numérica al desempeño de los estudiantes en cada uno de los apartados del proyecto de investigación, además de considerar elementos relevantes como:

- El planteamiento de hipótesis
- El análisis de datos
- La calidad en la escritura
- El uso de fuentes primarias

En cuanto a los datos obtenidos de la evaluación de los proyectos de investigación de los estudiantes, se realizó una base de datos que contuviera los puntos logrados por cada estudiante en cada criterio de la rúbrica, posteriormente los datos se procesan para obtener la estadística descriptiva e inferencial para la cual se utilizó ANOVA de un factor.

En lo referente al pretest y postest de la prueba de razonamiento científico en el aula de Lawson (2000), se obtuvieron datos de como los estudiantes iniciaron y como finalizaron el curso, esto se planteó ya que el razonamiento científico se considera como un elemento complementario a las competencias investigativas y el proceso de investigación científica.

Por lo tanto se obtuvieron los datos de la puntuación que lograron los estudiantes tanto del grupo control, como de los tres grupos experimentales, para el inicio y el final del curso, lo que permitió determinar si en cuanto a lo que el razonamiento científico se refiere la estrategia generó algún cambio estadísticamente significativo.

Para el análisis de estos datos se elaboró una base de datos, donde se separaron primeramente en dos grupos: grupo control y grupo experimental, este último contiene los datos de los 72 estudiantes de los tres grupos experimentales, posteriormente se dividieron los grupos de manera longitudinal, quedando de la siguiente manera:

- Grupo control (22 estudiantes): pretest y postest
- Grupo experimental (72 estudiantes): pretest y postest

Para determinar si los grupos presentan diferencias estadísticamente significativas entre sus medias, primero se obtuvieron los estadísticos descriptivos y para la comparación de medias se realizó la prueba t tanto para muestras independientes, como para muestras emparejadas.

### **5.5.1 Pruebas estadísticas para el análisis de datos**

Como se ha mencionado anteriormente, en el diseño metodológico de esta investigación se aplicó un diseño experimental de grupo de control pretest-postest (Campbell y Stanley, 1995), donde la muestra considerada para el estudio está conformada por cuatro grupos de estudiantes de nuevo ingreso a una licenciatura del área químico-biológica, dentro de los cuales se establece un grupo control y tres experimentales, la selección de estos se ha realizado de manera probabilística.

Dentro de los datos que se obtuvieron de acuerdo con los instrumentos aplicados, se cuenta con los datos de las puntuaciones obtenidas por los estudiantes de los grupos control y

experimentales en el pretest y posttest de la prueba de razonamiento científico en el aula, esto, con referencia a la aplicación de la estrategia didáctica planteada para el desarrollo de las competencias investigativas, como ya se ha mostrado en el capítulo 4.

Además, se obtuvieron datos de las puntuaciones obtenidas por los estudiantes de los grupos experimentales en los proyectos de investigación realizados a lo largo del semestre.

En cuanto a los estadísticos considerados para el análisis de los datos obtenidos en la fase experimental se consideran principalmente pruebas paramétricas, ya que son modelos de significación estadística, enfocados en determinar la relación entre variables.

Según Cárdenas (2018) en una investigación de tipo cuantitativo el análisis de los datos depende de dos grandes factores:

- El tipo de variables que analizamos
- El número de variables que analizamos simultáneamente

Donde según el número de variables a analizar simultáneamente, hay 3 tipos de análisis:

- Análisis descriptivo univariado
- Análisis bivariado
- Análisis multivariado

Dentro de las variables consideradas para la pruebas paramétricas están las variables cuantitativas y las categóricas, donde el proceso de la estadística inferencial realiza la comparación de las medias de la variable cuantitativa en los diferentes grupos, establecidos según la variable categórica (Rubio y Berlanga, 2012).



Entre las ventajas de las pruebas paramétricas encontramos que, suelen tener mayor sensibilidad hacia los rasgos de los datos analizados, de manera general presentan menor probabilidad de errores ya que calcularlas supone una aproximación de los parámetros de la población y suelen ser precisas al determinar la significación de la relación entre las variables.

En cuanto a sus desventajas más notorias, encontramos que de manera general son más difíciles de calcular, lo cual supone el uso de software especializado y comprensión de la prueba para la interpretación de los resultados, otra desventaja que representa, probablemente su mayor limitante, es en cuanto al tipo de datos que se pueden evaluar, ya que son rigurosas en referencia a lo requisitos necesarios para su aplicación, ya que en primer lugar deberán ser forzosamente datos cuantitativos que provengan de una distribución normal y con homogeneidad de varianzas (Rubio y Berlanga, 2012).

Para las pruebas estadísticas consideradas específicamente para esta investigación, se plantean dos de los estudios paramétricos más representativos:

- t de Student para muestras emparejadas e independientes
- ANOVA de un factor

t de Student se refiere a una prueba estadística enfocada en analizar si dos grupos difieren entre sí de manera significativa respecto a sus medias en una variable. Para lo cual la prueba plantea hipótesis de diferencia entre dos grupos, donde la hipótesis de investigación establece que existe una diferencia significativa entre grupos, siendo la hipótesis nula la suposición opuesta.

La prueba t se basa en una distribución muestral o poblacional de diferencia de medias conocida como la distribución t de Student que se identifica por los grados de libertad, los

cuales constituyen el número de maneras en que los datos pueden variar libremente (Hernández et al., 2014).

La prueba t se divide principalmente según el tipo de diseño experimental, determinando si es un estudio de tipo longitudinal o establece grupos independientes para la comparación de medias.

Prueba t para muestras relacionadas, hace referencia a estudios de tipo longitudinal que consideran una sola muestra donde las mediciones se realizan antes y después de la intervención experimental.

También se encuentra la prueba t para muestras independientes, como su nombre lo indica hace referencia a la comparación de medias de dos muestras que no tienen dependencia alguna, es decir, considera dos grupos de casos, por ejemplo un grupo control y un grupo experimental.

Para ambos tipos de prueba t se establece un intervalo de confianza del 95% para la diferencia entre la media de la variable de contraste y el valor hipotetizado de la prueba, este valor ha sido arbitrariamente seleccionado y se fija en 0.05, lo que da seguridad del 95% y lleva implícita una  $p < 0.05$  (Rubio y Berlanga, 2012).

En el caso específico de esta investigación se emplea la prueba t, tanto para muestras independientes como para muestras emparejadas.

La prueba t para muestras independientes se aplica para la comparación de las medias obtenidas en puntuaciones logradas por los estudiantes en la prueba de razonamiento científico en el aula, contrastando grupos experimentales y grupo control.

Mientras tanto, la prueba t para muestras emparejadas se aplica para comparar las medias obtenidas en los grupos experimentales y el grupo control contrastando las medias del pretest y posttest y así determinar si las diferencias en puntuaciones son significativas.

El segundo análisis paramétrico considerado para este estudio es un análisis bivariado, ANOVA de un factor, este representa una buena opción debido a que el análisis de varianza es una prueba estadística utilizada para saber si más de dos grupos difieren entre sí de manera significativa en sus medias y varianzas, es una técnica estadística que señala si una variable independiente y otra dependiente están relacionadas, es decir, señala si las medias entre dos o más grupos son similares o diferentes (Cárdenas, 2018).

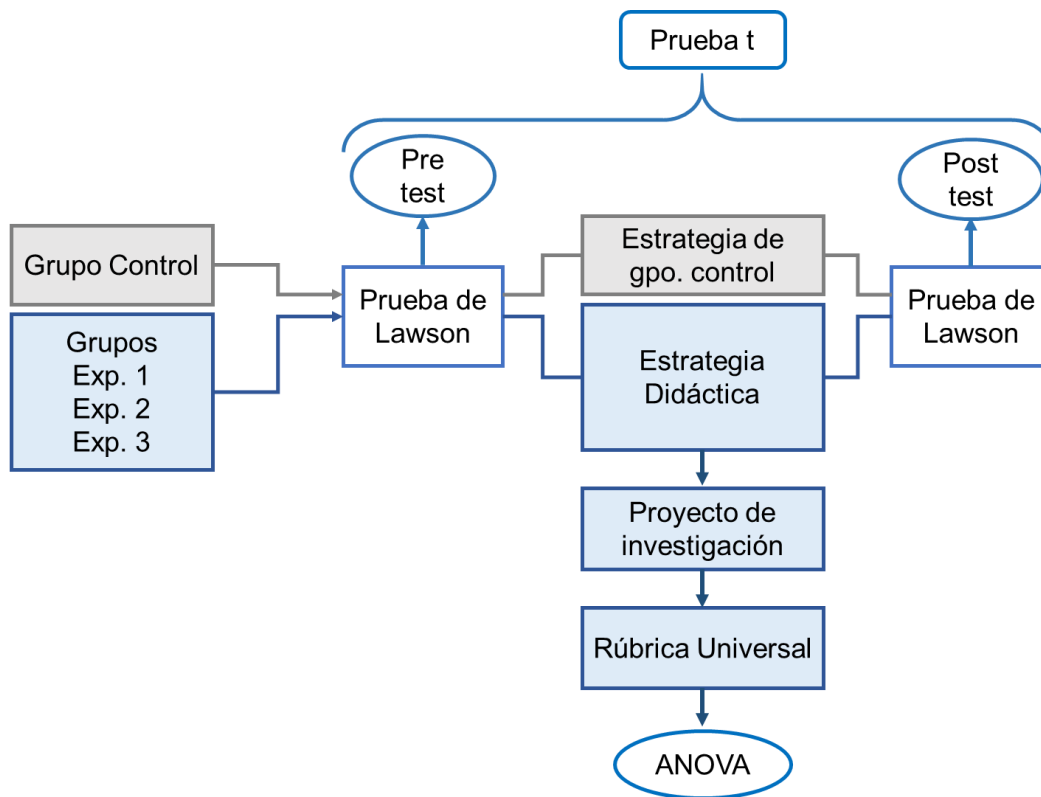
Para aplicar ANOVA satisfactoriamente, se deberán cumplir tres tipos de hipótesis, aunque puede haber ligeras desviaciones de estas condiciones (Boqué y Maroto, 2004):

1. Cada conjunto de datos debe ser independiente del resto.
2. Los resultados obtenidos para cada conjunto deben seguir una distribución normal.
3. Las varianzas de cada conjunto de datos no deben diferir de forma significativa.

Además, para su aplicación se debe introducir la variable que se desea analizar (variable dependiente) así como la variable que define los grupos objeto de comparación (factor). Si del ANOVA resulta el rechazo de la hipótesis nula de igualdad de medias, se debe proseguir el análisis con la realización de los contrastes a posteriori (post hoc) (Rubio y Berlanga, 2012), lo cual se plantea de acuerdo con el resultado obtenido.

Para explicar de manera clara cómo fueron aplicadas las pruebas estadísticas mencionadas y para qué tipo de datos se establece la comparación de medias se presenta la figura 16.

**Figura 16:** Esquema de aplicación de pruebas estadísticas y análisis de datos



### 5.6 Alcances y limitaciones de la investigación

Si bien el presente trabajo de investigación plantea una estrategia didáctica enfocada en el desarrollo de las competencias investigativas en estudiantes universitarios del área químico-biológica, al no limitarse a un contenido temático específico, será posible su adaptación a cualquier otra área de conocimiento ya que plantea elementos centrales de la investigación y se puede enfocar en componentes como: la gestión de información y el desarrollo de proyectos de investigación.

Sin embargo, también tiene limitantes en cuanto al nivel de desarrollo de las competencias investigativas, la realización del proyecto de investigación y su alcance y la posibilidad de

evaluar la aplicación de los conocimientos obtenidos por parte de los estudiantes además del nivel desarrollado de las competencias en el ámbito laboral.

Ya que al ser estudiantes de nuevo ingreso al nivel superior carecen del manejo y conocimiento de elementos avanzados de metodología, diseño experimental y estadística, por lo que el alcance de los proyectos a desarrollar es limitado.

Por otra parte, debido a que tanto la intervención como la evaluación del desarrollo de las competencias se deben llevar a cabo en un corto periodo se imposibilita su evaluación en cuanto a la aplicación en el mundo laboral.

En cuanto al sesgo es importante decir que ninguna investigación esta libre de el, ya que puede presentarse en cualquier etapa de la investigación, sin embargo hay elementos que pueden ayudar a reducirlo así como a las consecuencias que tiene sobre los resultados obtenidos, según Manterola y Otzen (2015) para evitar el sesgo en el diseño de una investigación hay elementos que se deben considerar, como son: selección aleatoria de la muestra que permita tener una mejor representatividad de la población, el aumento de la muestra, el control de las variables, la observación o medición homogénea y el uso de instrumentos que permitan dividir a la población.

En lo referente a este trabajo de investigación y como se ha planteado en el diseño metodológico:

- La muestra ha sido seleccionada de manera probabilística. En la universidad los grupos se conformaron según las matrículas de los estudiantes y la selección de los grupos depende de la carga académica otorgada al docente.
- A partir del pilotaje general se aumento un grupo experimental.

- Las variables se han definido de acuerdo al desarrollo de competencias investigativas y el razonamiento científico en el aula.
- Los tres grupos experimentales han sido guiados por la autora de esta investigación apegándose a los contenidos de la materia y la estrategia diseñada.
- En los tres grupos se aplicaron los mismos instrumentos de recolección de datos cuantitativos, donde los resultados permiten dividir y ubicar a los estudiantes en distintos niveles de logro según su desempeño.

### **5.7 Conclusiones del capítulo**

Para establecer de manera clara y organizada el plan de trabajo considerado en la metodología realizada para este trabajo de investigación, se plantearon etapas específicas:

**Etapas 1:** Establecimiento del diseño de la investigación de tipo experimental con grupo control pretest-postest.

**Etapas 2:** Revisión de la estrategia didáctica y de las actividades correspondientes para el desarrollo de las competencias investigativas y caracterización de los instrumentos para recolección de datos.

**Etapas 3:** Piloteo general de la estrategia didáctica y de los instrumentos de evaluación y recolección de datos.

**Etapas 4:** Ajuste y adaptación de la metodología de acuerdo a lo observado en el pilotaje.

**Etapas 5:** Selección probabilística de la muestra, delimitación de grupos experimentales y grupo control.

**Etapa 6:** Aplicación del pretest de la prueba de razonamiento científico en el aula, inicio de la fase de intervención aplicando la estrategia didáctica, primera fase de recolección de datos.

**Etapa 7:** Sesiones experimentales de los estudiantes y desarrollo del proyecto de investigación para grupos experimentales.

**Etapa 8:** Aplicación del postest de la prueba de razonamiento científico en el aula, recolección final de datos y evaluación de proyectos de investigación.

**Etapa 9:** Análisis de datos, comparación entre grupos e interpretación de datos finales.

Las 9 etapas planteadas para el trabajo de investigación fueron de suma importancia ya que permitieron establecer los lineamientos y metodología a seguir y corresponden al trabajo de campo, debido a que dan soporte a la fase de intervención aplicando la estrategia didáctica propuesta para desarrollar las competencias investigativas de los estudiantes.

## Capítulo 6. RESULTADOS

El presente capítulo da inicio con el apartado 6.1, en el cual se presenta la estrategia para el desarrollo de las CI, sí se consideró como uno de los resultados logrados en esta investigación, por tal motivo se hizo una recopilación de sus elementos centrales a manera de resumen.

En el punto 6.2 se abordan los pormenores del software utilizado para realizar el análisis estadístico de los datos obtenidos en la fase experimental de la investigación.

Se continúa con el análisis de los datos en el apartado 6.3, donde se presentan los resultados obtenidos del análisis estadístico de los datos recopilados tanto del pretest y posttest de la prueba de Lawson para los grupos control y experimentales, además de la evaluación de los proyectos de investigación, mismos que arrojan datos sobre cada uno de los criterios abordados en dichos proyectos. Es en este punto que se aplica el análisis descriptivo e inferencial a través del software seleccionado y se presentan las tablas de resultados y su interpretación.

Por último, se plantea la respuesta a la pregunta de investigación, lo cual, se hace a partir del análisis de los datos obtenidos.

### **6.1 Estrategia didáctica para el desarrollo de las CI**

La estrategia se diseñó para apoyar el desarrollo de las CI y se aplicó a estudiantes de nuevo ingreso al área químico-biológica, se tomaron las primeras tres unidades del programa de la materia, las cuales están enfocadas en los procesos de investigación.

La estrategia presentada en el apartado 4.4, es uno de los resultados logrados a lo largo de esta investigación, cabe mencionar que el diseño de la estrategia corresponde al primer



objetivo particular de este proyecto “Realizar una propuesta de estrategia didáctica de la asignatura Herramientas Computacionales, enfocada en desarrollar competencias investigativas básicas”.

En la tabla 25 se presenta el concentrando de las tres unidades utilizadas para la estrategia, los contenidos temáticos de cada una de ellas y un resumen general de los elementos centrales de la estrategia.

**Tabla 25:** Resumen del contenido temático y elementos centrales de la estrategia para el desarrollo de los CI

Unidad	Contenido temático	Elementos centrales de la estrategia
Unidad 1: Búsqueda de información confiable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir la necesidad de información</li> <li>• Confiabilidad de la información</li> <li>• Herramientas para la búsqueda de información en internet</li> <li>• Google académico y páginas especializadas del área químico-biológica.</li> <li>• Bases de datos</li> <li>• Estrategias de búsqueda de información</li> </ul>	<p>La estrategia se estructura de acuerdo a los lineamientos del programa de la materia y sus contenidos temáticos, se toma como base al modelo EAC, y se plantean actividades contextualizadas que llevan a los estudiantes a través del proceso de investigación, de manera general se busca que las actividades se aborden de forma transversal integrando el contenido de la materia de manera secuencial para que los estudiantes desarrollen un proyecto de investigación que incluye todas las fases, desde la búsqueda de información con el uso de bases de datos especializadas, hasta la etapa experimental y el análisis e interpretación de datos, esto basado en los principios del ABP. Como ejemplo, en la unidad 1 los estudiantes realizan una búsqueda de información especializada, esa búsqueda no es aislada, ya que en ese momento inician con el desarrollo del proyecto de investigación, a través de la búsqueda delimitan el tema y los elementos centrales que formaran parte del desarrollo de su investigación, así sucesivamente se aborda cada tema enfocándose en el proceso investigativo.</p>
Unidad 2: Desarrollo del proyecto de investigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación científica</li> <li>• Delimitación del tema de investigación</li> <li>• El reporte de investigación: Estructura y elementos</li> <li>• Importancia y estilos de citación (APA, Vancouver)</li> <li>• Herramientas para generación de referencias bibliográficas</li> </ul>	
Unidad 3: Aplicaciones de procesadores de texto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Word: Funciones Avanzadas</li> <li>• Microsoft Power Point</li> <li>• Elaboración de mapas</li> </ul>	

## 6.2 Software para análisis de datos

Para llevar a cabo el análisis de los datos cuantitativos recolectados en la fase experimental y la realización de las pruebas estadísticas, se utilizó el software estadístico IBM SPSS Statistics (Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales)(IBM Corp.,2013).

En cuanto a las pruebas estadísticas realizadas son pruebas paramétricas y en sus condiciones de parametricidad podemos encontrar (Rubio y Berlanga, 2012):

- Se analizan variables numéricas
- Los datos provienen de una distribución normal
- Homocedasticidad (homogeneidad de varianzas) entre los grupos a comparar

Para las pruebas estadísticas realizadas en esta investigación, se plantearon dos estudios paramétricos los cuales se basan en la comparación de medias entre grupos, de ahí que se elijan:

- t de Student para muestras emparejadas e independientes
- ANOVA de un factor

## 6.3 Análisis estadístico de los datos

El análisis estadístico de los datos obtenidos en la fase experimental de esta investigación se divide en dos etapas principales, las cuales corresponden a los datos obtenidos de la aplicación de los instrumentos para la evaluación tanto del razonamiento científico de los estudiantes como para la evaluación de sus proyectos de investigación.

En primer lugar se presenta el análisis estadístico realizado a los datos obtenidos del pretest y posttest de la prueba de razonamiento científico en el aula, esta prueba se realizó tanto en el

grupo control como en los tres grupos experimentales antes y después de la aplicación de la estrategia diseñada para el desarrollo de las CI.

En esta primera etapa de análisis se contrastaron las medias de las puntuaciones obtenidas por los grupos, comparando al grupo control con los grupos experimentales, separando los datos del pretest y el posttest, es necesario decir que para este análisis se considera a los grupos experimentales como un solo grupo de 72 estudiantes, ya que a estos tres grupos se les aplicó exactamente la misma estrategia, desarrollaron los proyectos de investigación con la misma temática y en general realizaron las mismas actividades a lo largo del curso.

En segundo lugar se presenta el análisis de los datos obtenidos de la evaluación de los proyectos de investigación desarrollados por los estudiantes, los cuales fueron evaluados a través de la rúbrica universal, cabe resaltar que tanto la elaboración de los proyectos como la evaluación es individual, sin embargo se analiza el total de los datos, para determinar la efectividad de la estrategia implementada de manera grupal y así establecer a través del desempeño de los estudiantes si estos desarrollaron las CI planteadas para este proyecto.

Para el análisis de los datos obtenidos de la evaluación de los proyectos de investigación se consideró únicamente a los tres grupos experimentales, ya que en el grupo control no se aplicó la estrategia para el desarrollo de las CI, por lo tanto no realizaron proyecto de investigación, por tal motivo para poder analizar el comportamiento de los datos obtenidos de la evaluación de cada grupo, se consideran tres grupos experimentales.

### 6.3.1 Resultados: prueba de razonamiento científico en el aula

En la fase de intervención, se obtuvieron resultados para el pretest y postest, considerando los puntajes logrados por los estudiantes en la prueba de razonamiento científico, para los grupos control y experimentales.

Para el análisis de los datos obtenidos en la prueba de razonamiento científico en el aula se toman los datos de los tres grupos experimentales como un solo grupo de 72 estudiantes, recordemos que los grupos experimentales están formados de manera institucional y su selección fue probabilística, de tal manera que los grupos conformados por 21, 28 y 23 estudiantes, se unen y forman un grupo experimental de 72 estudiantes.

Dentro de los resultados obtenidos para el pretest se hace la comparación de estadísticos descriptivos (tabla 26) y además se obtienen los histogramas de frecuencias para puntajes en cada grupo, así como el gráfico descriptivo de caja y bigotes.

**Tabla 26:** Comparación de estadísticos descriptivos en pretest para los grupos experimental y control

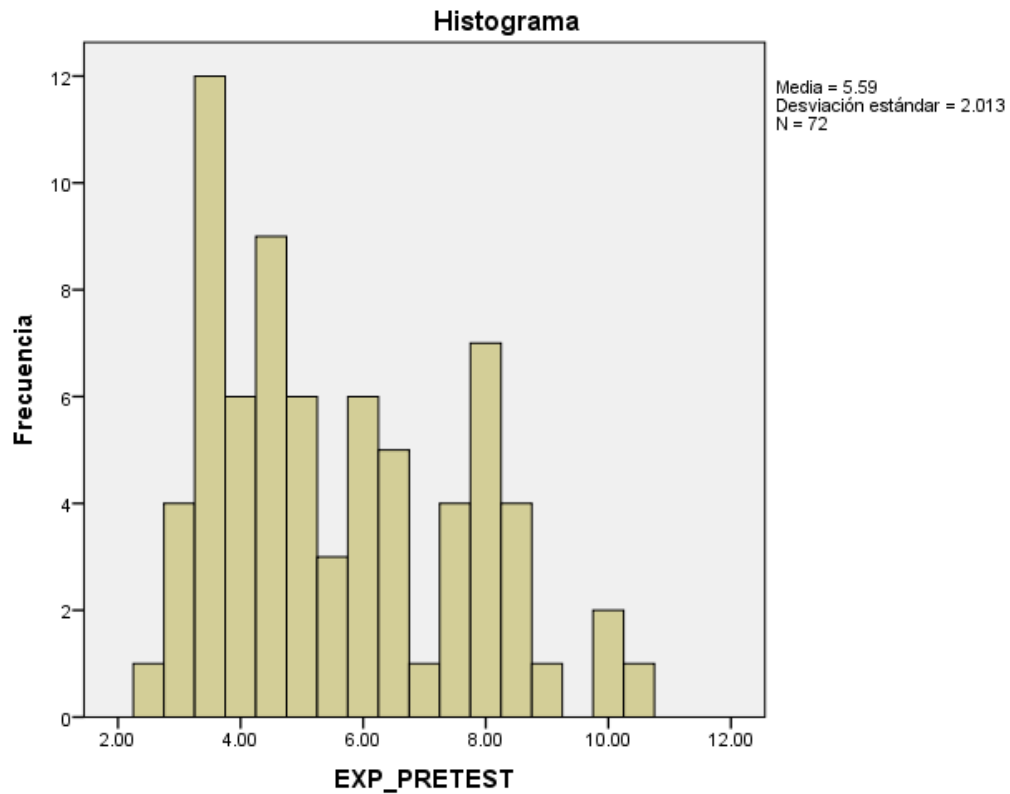
Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
EXP_PRETEST	72	2.50	10.50	5.5903	2.01286
CTRL_PRETEST	22	3.50	10.00	6.4091	1.90010
N válido (por lista)	22				

*Nota:* N es la cantidad de datos contenida en cada grupo, exp hace referencia a grupo experimental y ctrl a grupo control.

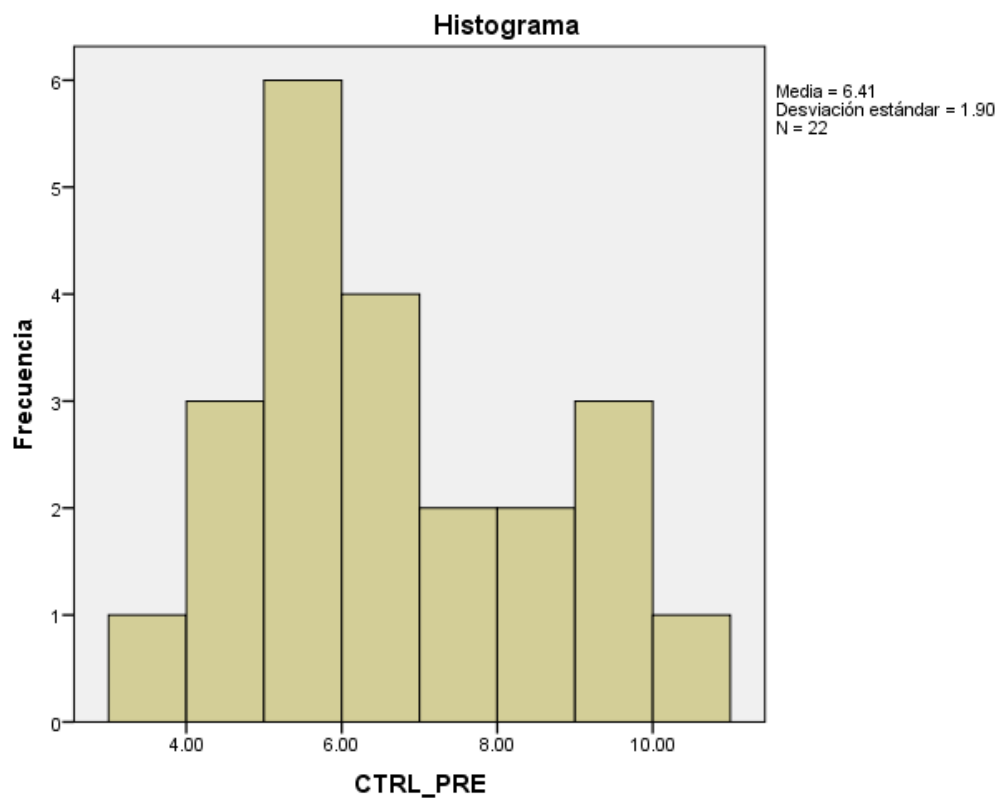
En cuanto a los estadísticos descriptivos obtenidos es posible observar que entre los grupos experimental y control no hay gran diferencia, si bien el puntaje máximo del grupo experimental es mayor, el grupo control supera al experimental en la media obtenida.

Posteriormente, se obtienen los histogramas de frecuencias para los grupos experimental y control (figuras 17 y 18), donde se puede observar la variación de frecuencias para cada puntaje.

**Figura 17:** Histograma de frecuencias para los puntajes en pretest obtenidos por los grupos experimentales



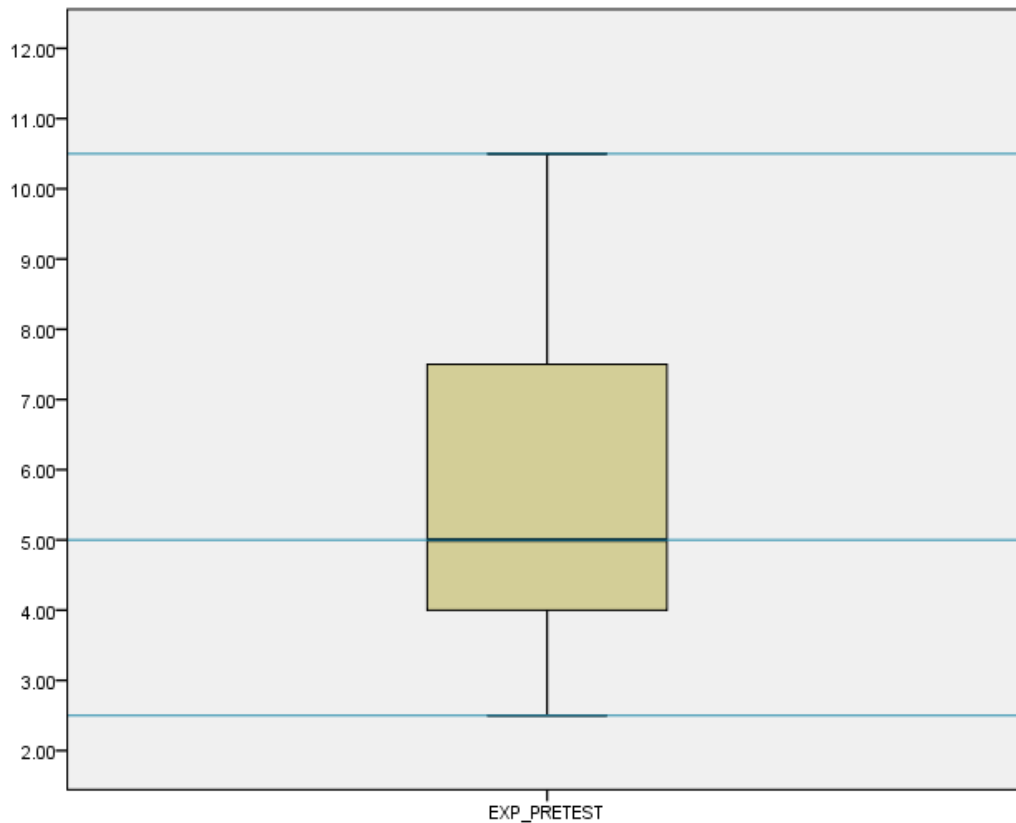
**Figura 18:** Histograma de frecuencias para los puntajes en pretest obtenidos por el grupo control



Además, se obtuvieron los gráficos descriptivos de cajas y bigotes (figuras 19 y 20), donde se puede observar la distribución de los estadísticos descriptivos principales obtenidos para cada uno de los grupos, en el cual se representa de manera gráfica la distribución de puntuaciones dentro de una variable, es una forma de describir su distribución de forma visual.

Se puede observar que para el pretest del grupo experimental (figura 19), la puntuación más alta, presenta un máximo de 10.50, la mediana se ubica en 5 y el valor mínimo obtenido es de 2.5, los límites de la caja son el Q1 y el Q3 (Q hace referencia a cuartil), por lo tanto los valores que delimitan al 50% de puntuaciones centrales son 4 y 7.5.

**Figura 19:** Distribución de los estadísticos descriptivos obtenidos en pretest por los grupos experimentales

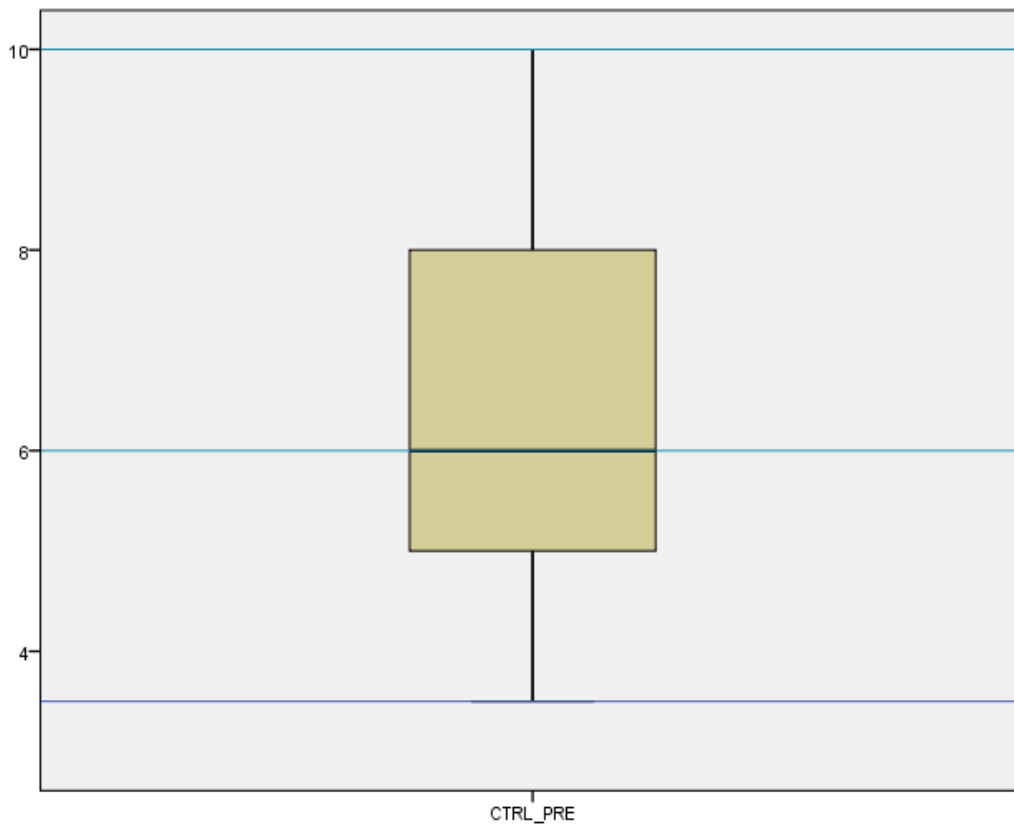


Para el pretest del grupo control (figura 20), la puntuación más alta, presenta un máximo de 10, la mediana se ubica en 6 y el valor mínimo obtenido es de 3.5, los límites de la caja son el Q1 y el Q3, por lo tanto los valores que delimitan al 50% de puntuaciones centrales son 5 y 8.

Se puede observar que en el pretest, el grupo control superó al experimental en el valor mínimo y la media obtenida, si embargo no en el valor máximo, además los valores del 50% de puntuaciones centrales, tienen una distancia similar, 3.5 para el grupo experimental y 3 para el grupo control, es decir la distribución de los datos es semejante.



*Figura 20: Distribución de los estadísticos descriptivos obtenidos en pretest por el grupo control*



En cuanto a los puntajes obtenidos por el grupo experimental y el grupo control en el postest se hace la comparación de estadísticos descriptivos (tabla 27) y además se obtuvieron los histogramas de frecuencias para puntajes en cada grupo, así como los gráficos descriptivos de cajas y bigotes.

**Tabla 27:** Comparación de estadísticos descriptivos en postest para los grupos experimentales y control

<b>Estadísticos descriptivos</b>					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
EXP_POSTEST	72	3.00	12.00	7.0903	2.37553
CTRL_POSTEST	22	2.00	12.00	7.1364	2.36634
N válido (por lista)	22				

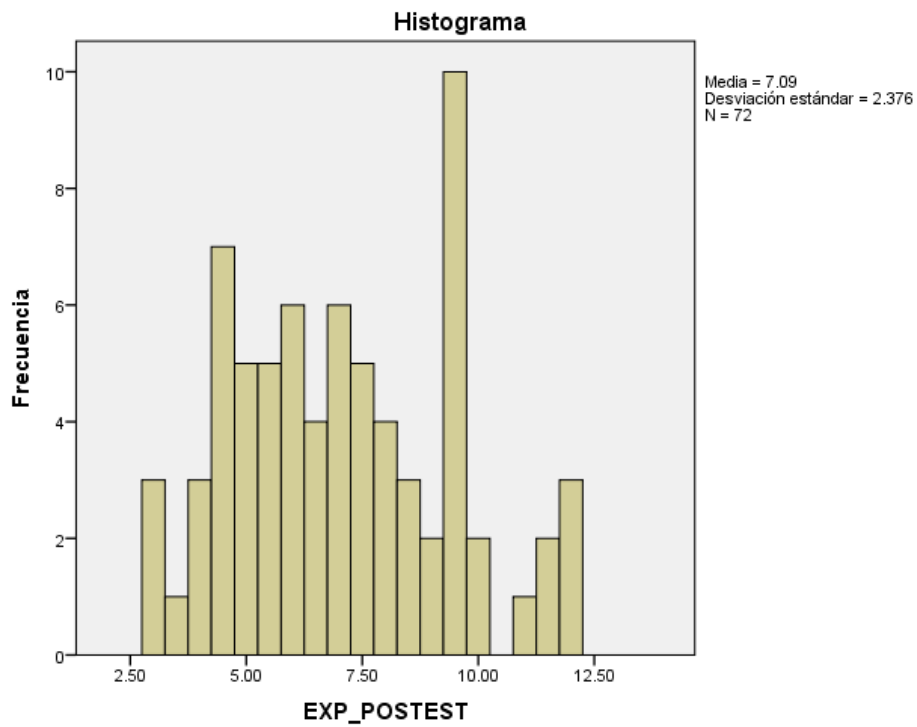
*Nota:* N es la cantidad de datos contenida en cada grupo, exp hace referencia a grupo experimental y ctrl a grupo control.

En cuanto a los estadísticos descriptivos obtenidos se observa que entre los grupos experimentales y control hay una diferencia mínima entre las medias, así el puntaje máximo de los grupos experimentales y el grupo control es de 12, sin embargo, el mínimo obtenido por los grupos experimentales, supera al mínimo del grupo control.

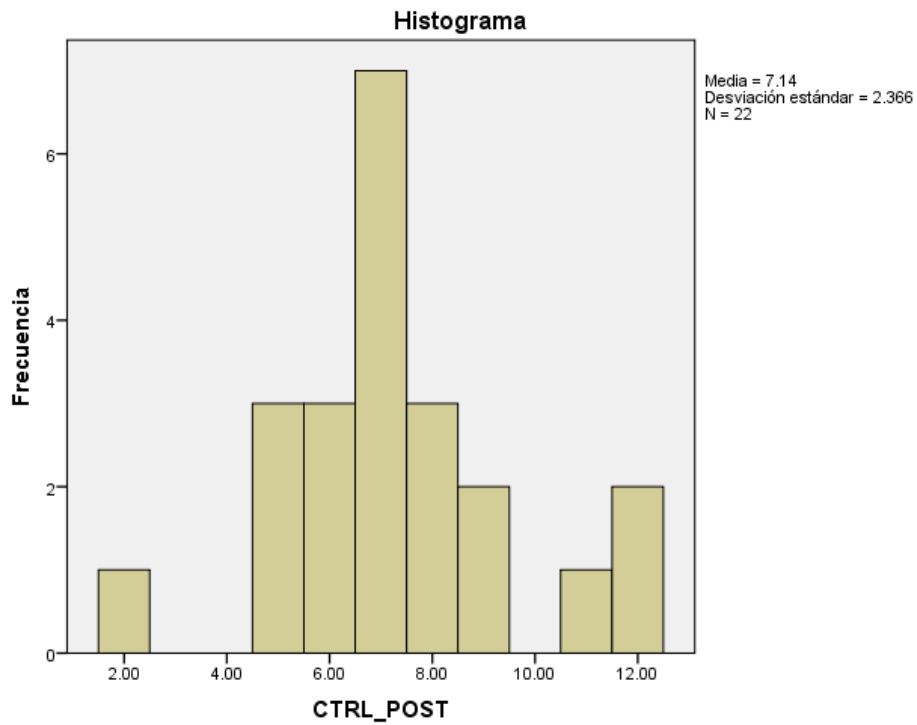
También se obtuvieron los histogramas de frecuencias para los grupos experimentales y control (figuras 21 y 22), donde se puede observar la variación de frecuencias para cada puntaje.

Para los puntajes obtenidos tanto en el pretest como en el postest de los grupos experimental y control, se encontró en los histogramas de frecuencias que en el pretest del grupo experimental en puntaje con mayor número de frecuencia fue 3.5 y para el postest fue 9.50, mientras que para el grupo control, el puntaje con mayor frecuencia en el pretest se presenta con tres valores, 5, 5.5 y 6, para el postest el puntaje más frecuente es 7.

**Figura 21:** Histograma de frecuencias para los puntajes en posttest obtenidos por los grupos experimentales



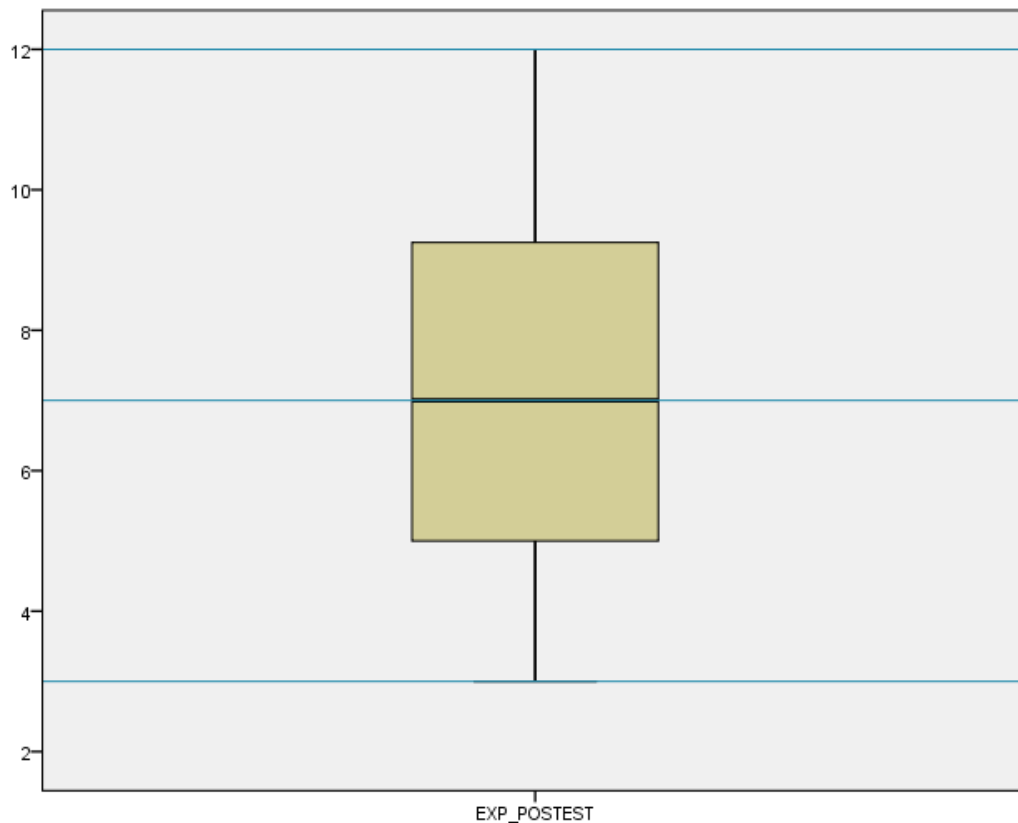
**Figura 22:** Histograma de frecuencias para los puntajes en posttest obtenidos por el grupo control



También se presentan los gráficos descriptivos de cajas y bigotes (figuras 23 y 24), donde se puede observar la distribución de los estadísticos descriptivos principales obtenidos para cada uno de los grupos.

En donde se puede observar que para el posttest del grupo experimental (figura 23), la puntuación más alta, presenta un máximo de 12, la mediana se ubica en 5 y el valor mínimo obtenido es de 3, los límites de la caja son el Q1 y el Q3, por lo tanto los valores que delimitan al 50% de puntuaciones centrales son 5 y 9.27.

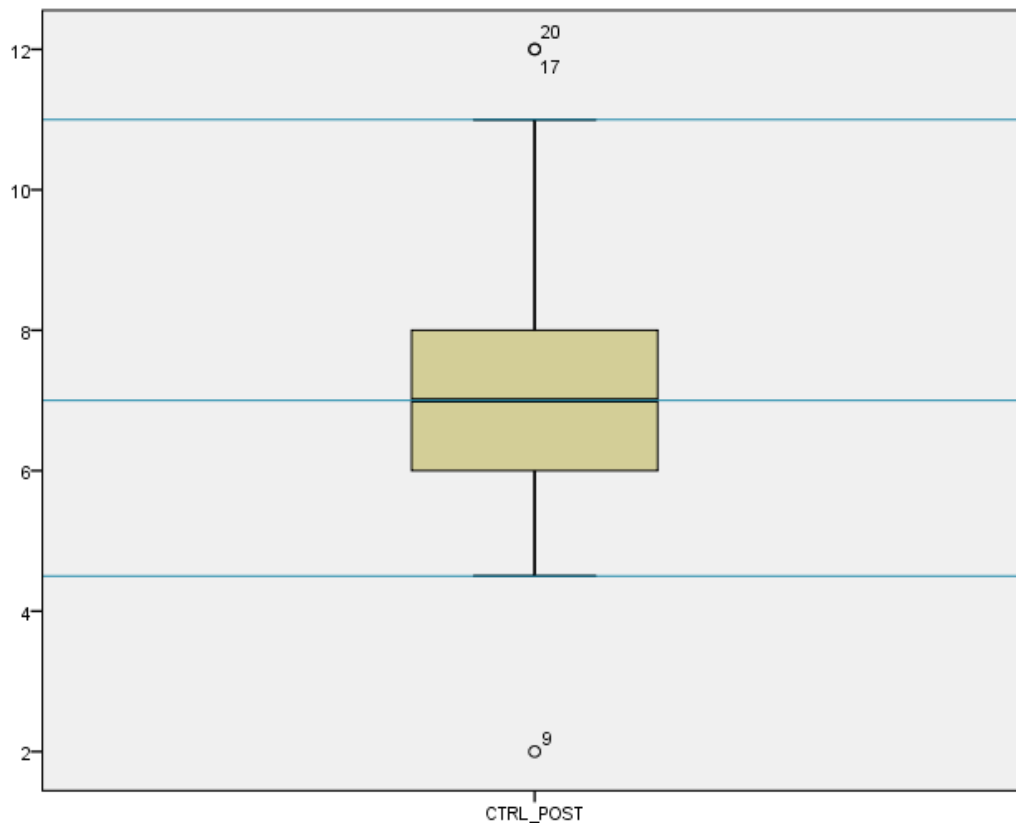
**Figura 23:** Distribución de los estadísticos descriptivos obtenidos en posttest por el grupo experimental



En donde se puede observar que para el posttest del grupo control (figura 24), la puntuación más alta, presenta un máximo de 12, aunque son casos extremos ya que solamente los estudiantes 17 y 20 obtuvieron esta puntuación por encima del intervalo calculado para las

puntuaciones más altas, la mediana se ubica en 7 y el valor mínimo obtenido es de 2, que al igual que el máximo es un caso extremo para el estudiante 9, los límites de la caja son el Q1 y el Q3, por lo tanto los valores que delimitan al 50% de puntuaciones centrales son 6 y 8.25.

**Figura 24:** Distribución de los estadísticos descriptivos obtenidos en postest por el grupo control



Se puede observar que en el postest, el grupo control superó al experimental en la media obtenida aunque la diferencia es de 0.04, mas no en el valor máximo ya que ambos tienen un valor máximo de 12, en cuanto a los valores del 50% de las puntuaciones centrales, presentan una diferencia en la distancia de los cuartiles 1 y 3, 4.26 para el grupo experimental y 2.25 para el grupo control, es decir la distribución de los datos cambió en ambos grupos, esto significa que el 50% de las puntuaciones centrales para el grupo experimental se expandió, mientras que el grupo control se compactó, es una forma de medir la dispersión de los datos.

Es decir, si bien la dispersión de los datos para el grupo experimental es mayor, también es posible decir que mejoró en los puntajes para el postest.

Para finalizar la primera fase del análisis de datos se realizó una comparación de los estadísticos descriptivos para el pretest y postest de los grupos experimentales y el grupo control (tabla 28).

**Tabla 28:** Comparación de estadísticos descriptivos para el pretest y postest de los grupos experimentales y el grupo control

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
EXP_PRETEST	72	2.50	10.50	5.5903	2.01286
EXP_POSTEST	72	3.00	12.00	7.0903	2.37553
CTRL_PRETEST	22	3.50	10.00	6.4091	1.90010
CTRL_POSTEST	22	2.00	12.00	7.1364	2.36634

Es posible observar que los valores obtenidos por los grupos experimentales son consistentes, incluyendo los mínimos obtenidos en las dos etapas (pre y postest), así mismo destaca la diferencia entre las medias de las dos etapas para los grupos experimentales y el grupo control.

Para el análisis de los datos obtenidos en esta primera fase, se realizó la prueba t, donde se buscó comparar las medias obtenidas por los grupos experimentales y control, para lo cual previamente se aplicó la prueba de normalidad en la distribución para el grupo control, en el caso del grupo experimental se consideró el teorema del límite central.

Para iniciar con el análisis estadístico de los datos se realizó la prueba t para muestras emparejadas de los grupos experimentales (Tabla 29), donde fue posible determinar que de acuerdo al p valor obtenido en contraste con el valor  $\alpha=0.05$  se encontró que la diferencia entre las medias del pretest y postest es estadísticamente significativa, lo cual de inicio se

planteo como parte de la hipótesis de este proyecto de investigación, debido a que se buscó esta diferencia a través de la aplicación de la estrategia didáctica utilizada.

Donde el criterio para determinar la diferencia significativa entre las medias de los grupos es:

P-Valor  $> \alpha$  aceptar  $H_0$ = No existe diferencia significativa entre las medias de los grupos, la diferencia es igual a 0.

P-Valor  $< \alpha$  aceptar  $H_1$ = Existe diferencia significativa entre las medias de los grupos, las medias de los grupos son estadísticamente diferentes.

Valor  $\alpha$  establecido = 0.05

**Tabla 29:** Prueba t para muestras emparejadas de los grupos experimentales

		Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior	
Par 1	EXP_PRETEST - EXP_POSTEST	2.56603	.30241	-2.1029	-.89701	.000

Como se mencionó anteriormente se realizó la prueba de normalidad en la distribución de los datos para el grupo control, ya que al ser n menor que 30 se debe comprobar que los datos provienen de una distribución normal y al ser este menor a 50 datos se consideran los valores obtenidos en la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, que contrastados con el valor  $\alpha=0.05$  ya establecido, se determina que tanto para el pretest como para el postest los datos provienen de una distribución normal (tabla 30).

Donde el criterio para determinar la normalidad en la distribución es:

P-Valor  $> \alpha$  aceptar  $H_0$ = los datos provienen de una distribución normal

P-Valor  $< \alpha$  aceptar  $H_1$ = los datos NO provienen de una distribución normal

Valor  $\alpha$  establecido = 0.05

**Tabla 30:** Prueba de normalidad en la distribución para los datos obtenidos en pre y post test para el grupo control

	Estadístico	Shapiro-Wilk gl	Sig.
CTRL_PRETEST	.936	22	.160
CTRL_POSTEST	.935	22	.153

Para continuar con el análisis estadístico de los datos se realizó además la prueba t para muestras emparejadas del grupo control en el pre y posttest (Tabla 31), donde fue posible determinar que de acuerdo al p valor obtenido en contraste con el valor  $\alpha=0.05$  se encontró que la diferencia entre las medias del pretest y posttest no es estadísticamente significativa, lo cual indicó que la diferencia lograda por el grupo control en el pre y posttest de la prueba de razonamiento estadísticamente es igual a cero, es decir no existe una diferencia entre las medias obtenidas por el grupo control.

Donde el criterio para determinar la diferencia significativa entre las medias de los grupos es:

P-Valor  $> \alpha$  aceptar  $H_0$ = No existe diferencia significativa entre las medias de los grupos, la diferencia es igual a 0.

P-Valor  $< \alpha$  aceptar  $H_1$ = Existe diferencia significativa entre las medias de los grupos, las medias de los grupos son estadísticamente diferentes.

Valor  $\alpha$  establecido = 0.05



**Tabla 31:** Prueba t para muestras emparejadas del grupo control

		Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior	
Par 1	CTRL_PRETEST - CTRL_POSTEST	1.90693	.40656	-1.5727	.11821	.088

Por último se realizó la prueba t para muestras independientes en donde se buscó comparar las medias de los puntajes obtenidos por el grupo experimental y el grupo control en el postest.

En cuanto a las pruebas estadísticas de comparación como es la prueba t, se requieren dos grupos de datos, esta prueba funciona cuando se observa la magnitud de la diferencia de medias, cuanto más grande sea el tamaño de la muestra más fácil será detectar diferencias entre las variables (Rubio y Berlanga, 2011).

Asimismo la distribución de la prueba t es similar a la distribución de Gauss cuando las muestras son mayores que 30 y el poder estadístico tiene mayor dimensión cuando las muestras cumplen con las condiciones necesarias, independientemente del tamaño (Sánchez, 2015).

Considerando lo anterior y de acuerdo con la prueba de Levene se asumieron varianzas iguales, por lo que fue posible determinar que de acuerdo al p valor obtenido en contraste con el valor  $\alpha=0.05$  establecido se encontró que la diferencia entre las medias de los puntajes para el grupo experimental y el grupo control en el postest no es estadísticamente significativa, lo que mostró que la diferencia entre las medias logradas por los grupos experimentales y el grupo control en el postest de la prueba de razonamiento en el aula estadísticamente fue igual a cero (tabla 32).

Donde el criterio para determinar la diferencia significativa entre las medias de los grupos es:

P-Valor  $> \alpha$  aceptar  $H_0$ = No existe diferencia significativa entre las medias de los grupos, la diferencia es igual a 0.

P-Valor  $< \alpha$  aceptar  $H_1$ = Existe diferencia significativa entre las medias de los grupos, las medias de los grupos son estadísticamente diferentes.

Valor  $\alpha$  establecido = 0.05

**Tabla 32:** Prueba t para muestras independientes para grupos experimentales y control en posttest

		Prueba de Levene de calidad de varianzas						
		F	Sig.	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
							Inferior	Superior
POSTEST	Se asumen varianzas iguales	.803	.372	.937	-.04609	.57818	-1.1944	1.10223
	No se asumen varianzas iguales			.937	-.04609	.57698	-1.2174	1.12531

### 6.3.2 Resultados: Evaluación de proyectos de investigación

Como parte de la estrategia didáctica planteada para desarrollar las CI en los estudiantes de nuevo ingreso del área químico-biológica, los alumnos desarrollaron proyectos de investigación (Anexo 3), los cuales se basaron en una práctica de laboratorio diseñada para permitirles trabajar con material de laboratorio bajo la supervisión de un investigador del área, la práctica se enfocó en cuantificar la eliminación del ácido acetilsalicílico en orina, para lo cual los estudiantes, debieron tomar muestras, medir pH y absorbancia, ya que existe

una relación directa entre estas dos mediciones y la cantidad de ácido acetilsalicílico desechada por el organismo, obteniendo así los datos necesarios para la realización del trabajo de investigación que debieron realizar.

El desarrollo de los proyectos se realizó de manera individual bajo la supervisión del docente de la materia, donde se consideró como muestra a tres grupos de la asignatura, los cuales se establecen como grupos experimentales.

Para la evaluación de los proyectos se consideró el orden de los grupos y se elaboraron tablas en hoja de cálculo para hacer la evaluación de cada proyecto, tomando como plantilla el diseño de la rúbrica universal para la evaluación de habilidades mediante la escritura científica, se realizaron las evaluaciones de 72 proyectos, con una estructura definida de la siguiente manera: portada, índice, introducción, antecedentes, pregunta de investigación, objetivos, hipótesis, metodología, resultados, conclusiones y referencias.

En cuanto a la rúbrica (apartado 5.3.1) se utilizaron 12 criterios, que se evalúan en niveles de logro que van del 0 al 3.

0 = No considerado

1 = Novato

2 = Intermedio

3 = Competente

Los criterios de evaluación son los siguientes:

1. Introducción: Contexto
2. Introducción: Precisión y relevancia

3. Hipótesis: Comprobable y considera alternativas
4. Hipótesis: Mérito científico
5. Métodos: Diseño experimental
6. Resultados: Selección de datos
7. Resultados: Presentación de datos
8. Resultados: Análisis estadístico
9. Discusión: Conclusiones basadas en los datos seleccionados
10. Discusión: Importancia de la investigación
11. Uso de literatura primaria
12. Calidad de la escritura

Para iniciar con el análisis de los datos obtenidos de la evaluación de los proyectos desarrollados por los estudiantes, es necesario recordar que en esta etapa se considera a los tres grupos experimentales y se respeta su conformación de manera institucional, quedando de la siguiente manera:

- Grupo Experimental 1: 21 estudiantes
- Grupo Experimental 2: 28 estudiantes
- Grupo Experimental 3: 23 estudiantes

Una vez evaluados los proyectos y habiendo obtenido los puntajes correspondientes para cada criterio, se realizó el análisis de los datos iniciando con la estadística descriptiva (tabla 33), a partir de la cual se determinaron las medias de cada criterio, el total de puntos para los criterios, mínimos y máximos.

Las puntuaciones presentadas son las obtenidas para cada criterio, por cada uno de los tres grupos experimentales, donde se encontró lo siguiente:

**Tabla 33:** Puntos totales y media obtenida por criterio en la evaluación de proyectos para los grupos experimentales

Grupo	Datos	Introducción: contexto	Introducción: precisión	Hipótesis: comprobables	Hipótesis: mérito	Métodos: diseño	Resultados: datos	Resultados: presentación	Resultados: análisis	Discusión: conclusiones	Discusión: importancia	literatura primaria	Calidad de la escritura
Exp 1	Punto s totale s	37	37	33	23	34	35	34	35	31	25	34	33
	Medi a	1.76	1.76	1.57	1.10	1.62	1.67	1.62	1.67	1.48	1.19	1.62	1.57
Exp 2	Punto s totale s	34	37	26	27	30	38	35	34	31	24	35	30
	Medi a	1.89	2.06	1.44	1.50	1.67	2.11	1.94	1.89	1.72	1.33	1.94	1.67
Exp 3	Punto s totale s	45	43	38	41	44	45	46	40	32	32	43	42
	Medi a	1.96	1.87	1.65	1.78	1.91	1.96	2.00	1.74	1.39	1.39	1.87	1.83

Las medias obtenidas para la evaluación de cada criterio (niveles de logro del 0 al 3) están por encima de 1, lo cual indica que, en promedio, los alumnos con los que se aplicó la estrategia para el desarrollo de las CI están por encima del nivel de novato en todos los criterios.

Si bien la evaluación de los proyectos se hizo por grupo de manera separada, al comparar los datos de los puntajes por criterio mostrados en las gráficas, es posible notar que presentan una distribución semejante.

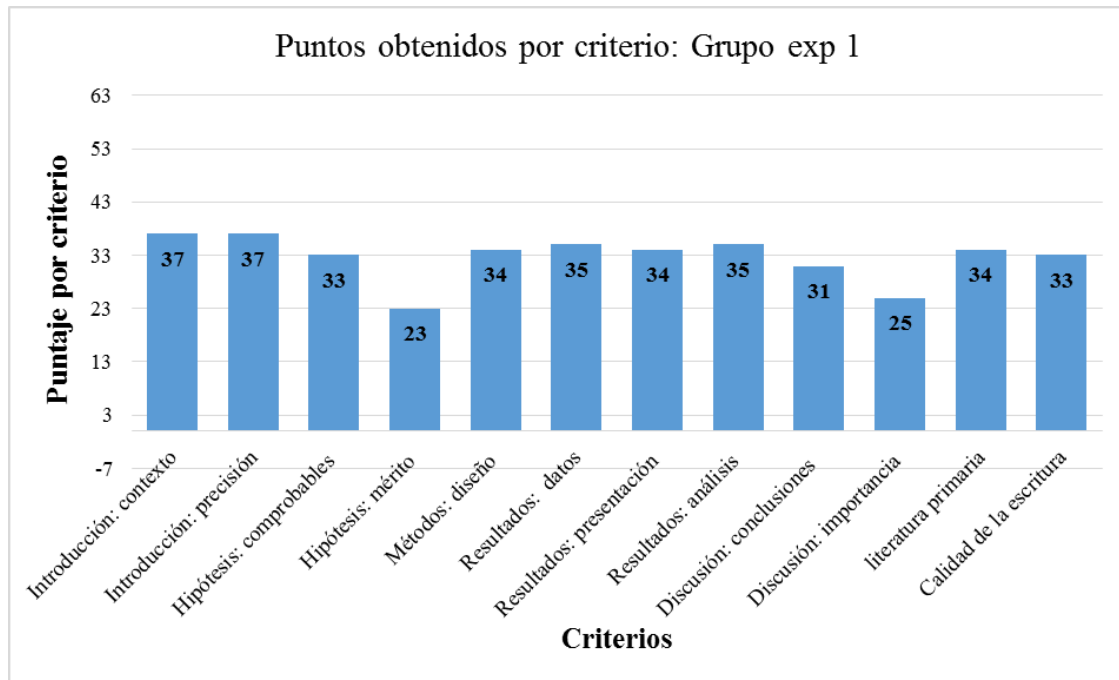
De tal manera que en las gráficas de comparación del total de los puntajes obtenidos para cada criterio (figuras 25, 26, 27) se aprecia de manera general que los criterios con mayor desarrollo son las partes de *introducción, método, resultados, uso de literatura primaria y calidad de la escritura* por ser los que más sobresalen, como se esperaba de acuerdo con la estructura de la estrategia implementada y los contenidos temáticos planteados en el programa de estudios de la materia.

En cuanto al grupo experimental 1 (figura 25) podemos observar que únicamente los criterios *hipótesis: mérito científico* y *discusión: importancia de la investigación*, están por debajo de los 30 puntos totales, cabe mencionar que el tipo de puntuaciones obtenidas en cada criterio coincide directamente con los elementos en los que el contenido temático del programa de la materia se enfoca.

Para las figuras 25, 26 y 27 el límite máximo del puntaje por criterio varía de acuerdo a la cantidad de estudiantes y se establece considerando los 3 puntos máximos posibles otorgados por la rúbrica, que se considera como competente, lo cual atiende a un dominio del proceso

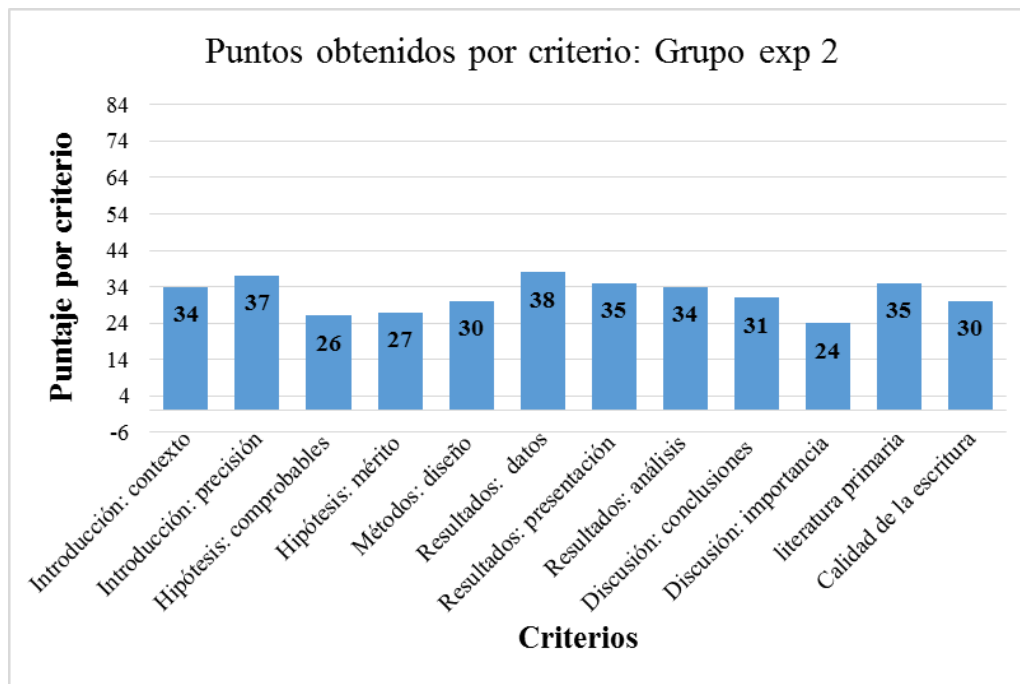
de investigación, sin embargo por ser estudiantes de nuevo ingreso lo esperado sería 1 que equivale a un nivel de logro novato.

**Figura 25:** Comparación de puntos obtenidos por criterio para el grupo experimental 1



En lo referente al grupo experimental 2 (figura 26) se observa que, los dos criterios de *hipótesis* y *discusión: importancia de la investigación*, son los que menos puntos obtuvieron, ya que están por debajo de los 30 puntos.

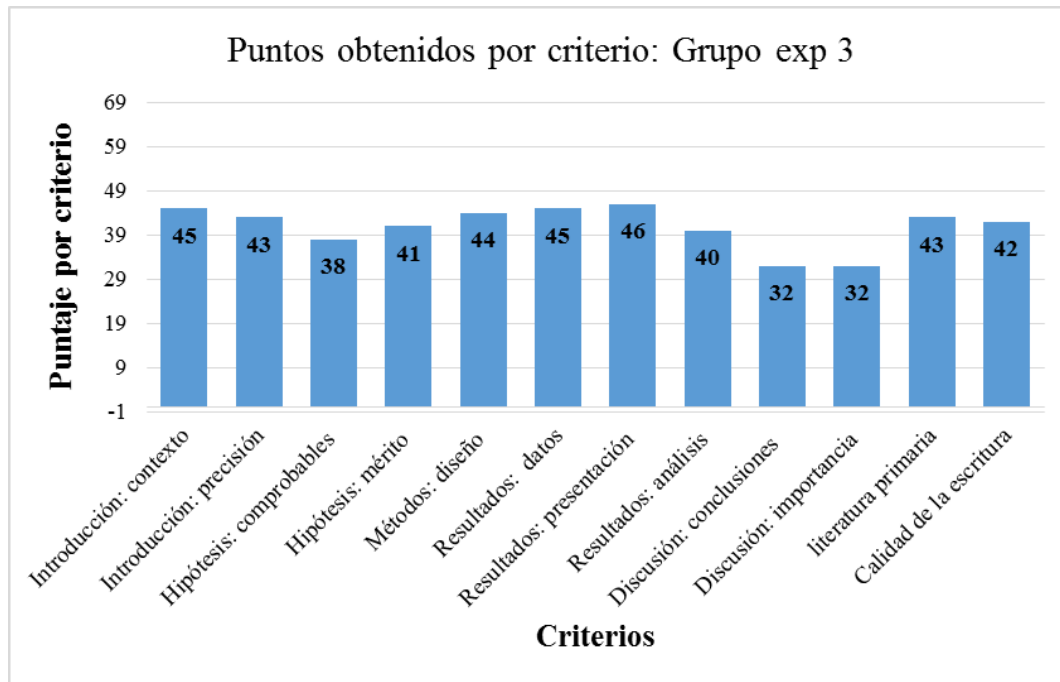
**Figura 26:** Comparación de puntos obtenidos por criterio para el grupo experimental 2



Para el grupo experimental 3 (figura 27) encontramos que si bien todos los criterios están por encima de los 30 puntos totales, solo los dos criterios de discusión cuentan con 32 puntos, el criterio *hipótesis: comprobables* cuenta con 38 puntos y el resto están rebasando los 40 puntos.



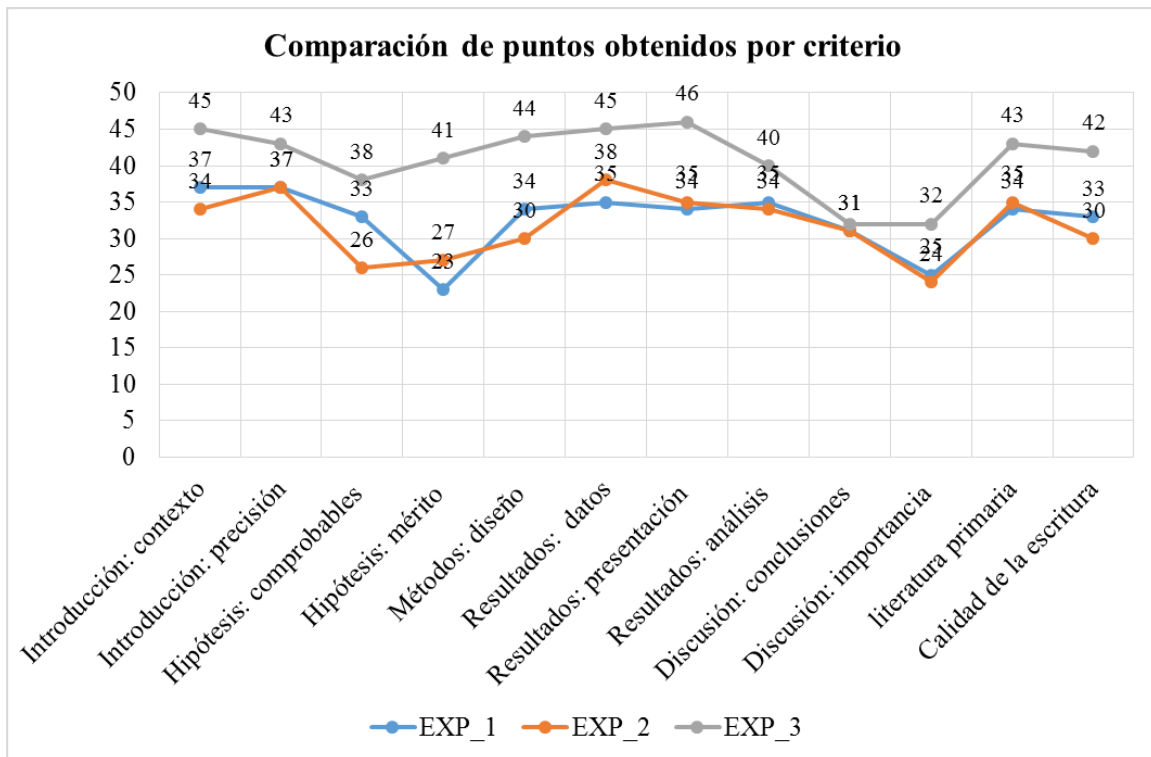
**Figura 27:** Comparación de puntos obtenidos por criterio para el grupo experimental 3



Por último, en cuanto a las gráficas de comparación de puntos obtenidos por criterio, se presenta la figura 28, donde se concentran los datos de los puntajes totales obtenidos por criterio en cada uno de los 3 grupos a manera de comparación general.

Donde, como ya se había mencionado anteriormente, es posible notar una clara semejanza en la distribución de los datos para cada grupo, lo cual puede ser interpretado como un funcionamiento regular y consistente de la estrategia para el desarrollo de CI implementada en cada uno de los grupos experimentales.

**Figura 28:** Comparación general de puntos obtenidos por criterio para los 3 grupos experimentales



Continuando con el análisis descriptivo se presenta la tabla 34, la cual presenta los estadísticos descriptivos de los puntajes obtenidos para cada criterio en cada uno de los grupos experimentales. Se analizaron los datos de los puntajes totales obtenidos por criterio y se encontró que el puntaje mínimo en los tres grupos es 23, mientras que el máximo es 46, las medias oscilan entre los 31.75 y los 40.9 puntos.

**Tabla 34:** Estadísticos descriptivos para los puntajes obtenidos por criterio de la rúbrica

Estadísticos descriptivos					
Grupos por criterio	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
EXP_1_C	21	23.00	37.00	32.5833	4.35803
EXP_2_C	28	24.00	38.00	31.7500	4.47468
EXP_3_C	23	32.00	46.00	40.9167	4.73782

*Nota:* N es la cantidad de datos contenida en cada grupo, exp hace referencia a grupo experimental y C a criterios de la rúbrica.

En cuanto a los puntos obtenidos por cada estudiante en la evaluación, también se realiza un análisis descriptivo (tabla 35), donde el puntaje mínimo obtenido es de 7 puntos, mientras que el máximo es de 35, además se puede notar que los puntajes obtenidos en relación a mínimos y máximos son más altos para el grupo experimental 2, sin embargo, la media obtenida por el grupo experimental 3 es más alta que la del resto de los grupos con 21.34 puntos.

**Tabla 35:** Estadísticos descriptivos para los puntajes totales por estudiante en los tres grupos experimentales

Estadísticos descriptivos					
Grupos	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
EXP_1	21	7.00	26.00	18.6190	5.09388
EXP_2	28	12.00	35.00	19.9091	6.99220
EXP_3	23	10.00	30.00	21.3478	5.64566

Posterior al análisis descriptivo de los datos, se continua con el análisis inferencial, para lo cual se aplicó la prueba de análisis de varianza (ANOVA de un factor), sin embargo, para aplicarla fue necesario cumplir primeramente con el requisito de normalidad en la distribución de los datos, para lo cual se aplica la prueba Shapiro-Wilk (<30 individuos), la cual permite determinar si los datos obtenidos en cada grupo provienen de una distribución normal (tabla 36).

Donde el criterio para determinar la normalidad en la distribución es:

P-Valor  $> \alpha$  aceptar  $H_0$ = los datos provienen de una distribución normal

P-Valor  $< \alpha$  aceptar  $H_1$ = los datos NO provienen de una distribución normal

Valor  $\alpha$  establecido = 0.05

**Tabla 36:** Prueba de normalidad en la distribución de los datos

Grupo	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
EXP_1	.950	18	.420
EXP_2	.959	18	.591
EXP_3	.955	18	.507

De acuerdo con el P-Valor obtenido se determina que los datos de los tres grupos experimentales provienen de una distribución normal ya que P-Valor  $> \alpha$ , en cada uno de los grupos. Por lo que, se realiza la prueba de homogeneidad de varianzas (tabla 37).

Donde el criterio para determinar la homogeneidad de varianzas es:

P-Valor  $> \alpha$  aceptar  $H_0$ = Las varianzas son homogéneas

P-Valor  $< \alpha$  aceptar  $H_1$ = Las varianzas NO son homogéneas

Valor  $\alpha$  establecido = 0.05

**Tabla 37:** Prueba de homogeneidad de varianzas

Prueba de homogeneidad de varianzas			
EVALUACIÓN			
Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
.525	2	59	.594

De acuerdo con el P-Valor obtenido se determina que existe la homogeneidad de varianzas ya que  $P\text{-Valor} > \alpha$ . Por lo que se cumplen todos los requisitos y se está en posibilidad de aplicar ANOVA de un factor (tabla 38).

Donde el criterio para determinar la diferencia significativa entre las medias de los grupos es:

$P\text{-Valor} > \alpha$  aceptar  $H_0$ = No existe diferencia significativa entre las medias de los grupos, la diferencia es igual a 0.

$P\text{-Valor} < \alpha$  aceptar  $H_1$ = Existe diferencia significativa entre las medias de los grupos, las medias de los grupos son estadísticamente diferentes.

Valor  $\alpha$  establecido = 0.05

**Tabla 38:** Prueba de análisis de varianza (ANOVA de un factor)

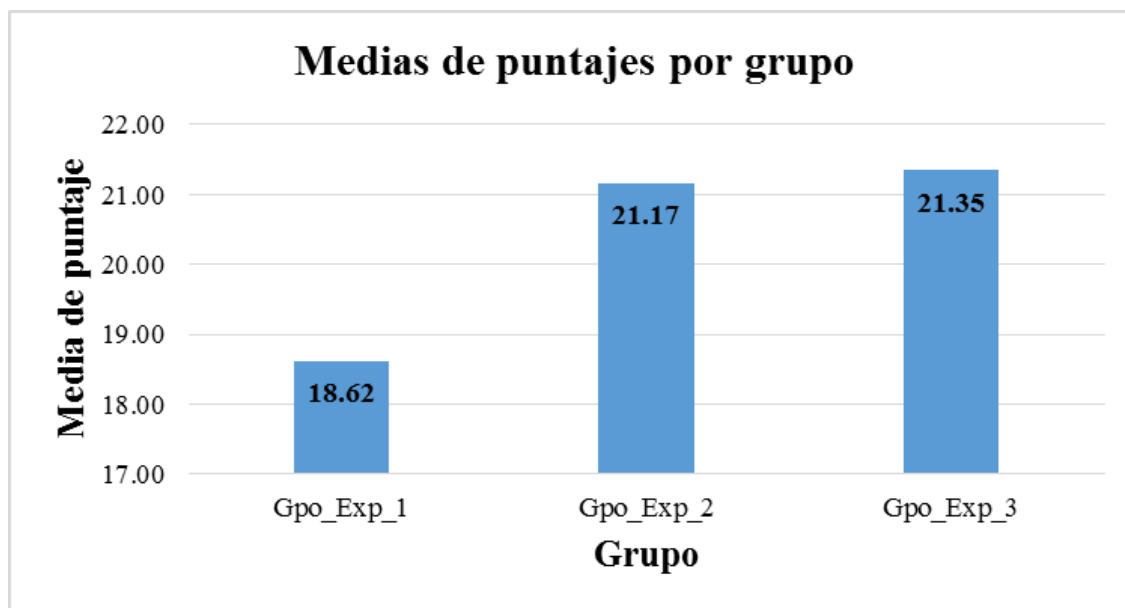
ANOVA					
EVALUACIÓN					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	123.345	2	61.672	1.996	.145
Dentro de grupos	1823.042	59	30.899		
Total	1946.387	61			

Una vez realizada ANOVA se determinó que de acuerdo con el P-Valor obtenido que NO existe diferencia significativa entre las medias de los grupos ya que  $P\text{-Valor} > \alpha$ . Lo que indicó que ninguno de los grupos donde se aplicó la estrategia para desarrollar competencias investigativas difiere de las medias en las puntuaciones obtenidas por los otros grupos experimentales en lo que a la evaluación de proyectos mediante la rúbrica se refiere. Es decir, la estrategia aplicada funcionó de manera homogénea en los tres grupos experimentales, en

cuanto al desarrollo del proyecto de investigación, así queda demostrado al analizar los puntajes obtenidos por alumno para el total de criterios considerados en la rúbrica.

Por último, para el análisis de los datos obtenidos de la evaluación de los proyectos de investigación realizados por los estudiantes, se presenta la figura 29, en donde se comparan las medias de los puntajes logrados por los alumnos en cada grupo. Donde, como podemos observar la mayor diferencia ocurre en la media de puntajes del grupo experimental 1 con respecto a las medias de los puntajes de los grupos experimentales 2 y 3, sin embargo la diferencia es menor a los 3 puntos, lo cual, de acuerdo con el análisis de varianza ANOVA realizado, no representó una diferencia estadísticamente significativa, por lo tanto la diferencia es igual a cero.

*Figura 29: Comparación de las medias obtenidas en los puntajes por grupo.*



## 6.4 Conclusiones del capítulo

En cuanto a las competencias de investigación a desarrollar mediante la implementación de la estrategia, se consideraron:

- Capacidad para interpretar y evaluar datos derivados de observaciones y mediciones relacionándolos con la teoría.
- Habilidad para desarrollar, utilizar y aplicar técnicas analíticas.
- Conocimiento de las fronteras de la investigación y desarrollo en Química.
- Capacidad para la planificación, el diseño y la ejecución de proyectos de investigación.

Las cuales han sido alineadas con los elementos principales del proyecto de investigación realizado por los estudiantes y de igual manera con la rúbrica universal para la evaluación de los proyectos ya mencionados.

Una vez evaluados los proyectos de investigación se realizó el análisis de los datos obtenidos, en donde se pudo determinar que:

- En los puntajes totales logrados por los estudiantes en la evaluación de los proyectos, no existe una diferencia estadísticamente significativa, es decir que las medias de los tres grupos son iguales.
- Las medias de los puntajes por criterio en cada grupo están por encima de 1, lo que indica que en promedio superaron el nivel novato en el desarrollo de cada elemento del proyecto de investigación.
- La distribución de los puntajes por criterio en los tres grupos es homogénea, lo cual muestra un funcionamiento uniforme de la estrategia para el desarrollo de las CI.

- La variación de los puntajes obtenidos por criterio atiende a los elementos en los que el contenido temático del programa de la materia se enfoca.

Además se evaluó el razonamiento científico en el aula, considerado un elemento complementario en el proceso de investigación científica, donde se encontró que al finalizar la aplicación de la estrategia, los grupos experimentales si lograron una diferencia estadísticamente significativa en el pretest y postest a diferencia del grupo control que no tuvo diferencia.

En el caso particular de esta investigación, también es importante destacar que la estrategia funcionó de manera uniforme, ya que los grupos experimentales tuvieron avances muy similares lo cual permitió generar una diferencia no solo en el nivel logrado por los estudiantes en los proyectos de investigación, también generó una diferencia en su razonamiento científico, que como ya se ha mencionado, es no sólo complementario sino necesario para gestionar de manera efectiva la información científica.



## Capítulo 7. CONCLUSIONES

Este trabajo de investigación, se centra en el ámbito educativo y se ha planteado apoyar a los estudiantes de nuevo ingreso al nivel superior en el desarrollo de las competencias investigativas, específicamente estudiantes del área químico-biológica, para este trabajo se entiende como competencia investigativa a lo referente al conocimiento, habilidades y actitudes como conjunto para realizar algún trabajo de investigación, debido a que las competencias investigativas hacen referencia a las capacidades que se tienen para la lectoescritura, análisis, interpretación, argumentación y planteamiento de soluciones a problemas de investigación, elementos de la competencia que se traducen en el desempeño del estudiante en la labor investigativa (Tejada, 2011; Jaik, 2013; Londoño et. al, 2014 ).

De tal manera que se propuso diseñar una estrategia didáctica basada en actividades que permitan el desarrollo de dichas competencias, además del desarrollo de un proyecto de investigación realizado por los estudiantes, el cual abarca desde la búsqueda de información, la fase experimental y recolección de datos, hasta la fase de análisis de los mismos.

Por lo que en los objetivos de esta investigación se ha planteado a manera de objetivo general el evaluar el desarrollo de competencias investigativas obtenido en estudiantes a través de la aplicación de una estrategia didáctica basada en la elaboración de proyectos científicos y uso de las TIC, además de objetivos particulares que consideran el realizar una propuesta de estrategia didáctica enfocada en desarrollar competencias investigativas básicas, analizar el grado en que los estudiantes desarrollan competencias para realizar investigación científica y así determinar la utilidad de los recursos didácticos implementados, además de comparar a través de una evaluación de pretest y postest el nivel de desarrollo del razonamiento científico de los estudiantes, elemento complementario para el proceso de investigación científica.

En cuanto a dichos objetivos, se realizó el diseño de la estrategia didáctica para la asignatura “herramientas computacionales”, donde se seleccionaron tres grupos de nuevo ingreso para probar la estrategia y determinar si los recursos didácticos utilizados fueron efectivos para promover el desarrollo de las competencias investigativas básicas en los estudiantes, así como el razonamiento científico.

A partir de los hallazgos de la investigación, se confirmó que la estrategia didáctica diseñada e implementada, así como los recursos utilizados beneficiaron el desarrollo de las CI, ya que los estudiantes mostraron un mejor desempeño en el proceso de investigación, en cuanto a la prueba de razonamiento científico en el aula, se obtuvieron los puntajes tanto del pretest como del postest, para el grupo control y el grupo experimental, ya que como se mencionó en el capítulo 5 donde se aborda el diseño metodológico, para la prueba de razonamiento científico en el aula se considera a los tres grupos experimentales como un solo grupo, ya que se buscó comparar su desempeño con el de los estudiantes del grupo control.

Es a través del análisis estadístico donde se concluye que, si bien tanto el grupo control, como el grupo experimental tuvieron un aumento en los puntajes logrados para la prueba de razonamiento científico, se ha encontrado que la diferencia lograda por el grupo control no fue estadísticamente significativa, lo que indica que en términos estadísticos la diferencia es igual a cero en pretest y postest, por el contrario la diferencia que obtuvo el grupo experimental si se determinó como significativa, lo que implica que hubo un avance notorio en el razonamiento científico de los estudiantes.

Si bien el grupo control inició el curso con una media de puntajes más alta en la prueba de razonamiento científico y continuó así hasta el postest, el grupo experimental obtuvo una mayor diferencia entre sus medias del pretest y postest, acortando la diferencia con el grupo

control, es por lo anterior que se puede inferir que la estrategia aplicada para el desarrollo de las CI ayudó a los estudiantes del grupo experimental a mejorar sus puntajes en la prueba de razonamiento científico en el aula, lo cual, como ya se mencionó quedó demostrado en el análisis estadístico, de ahí que los resultados de la prueba de hipótesis estadística permitieron aceptar la hipótesis de investigación ( $H_2$ ) demostrando que, al aplicar la estrategia didáctica diseñada para desarrollar competencias investigativas a través de la elaboración de proyectos de investigación y uso de las TIC, se logra una diferencia en el razonamiento científico de los estudiantes.

Lo cual significa que, si bien la estrategia implementada no se enfoca en el desarrollo del razonamiento científico en el aula, las actividades y recursos utilizados para desarrollar las CI a través de la elaboración de un proyecto de investigación, sí benefician el razonamiento científico de los estudiantes, elemento que como ya se ha mencionado además de ser complementario para el proceso investigativo, es importante para la adecuada gestión y comprensión de la información científica.

Hablando específicamente de la estrategia didáctica diseñada y los recursos educativos implementados, incluyendo el desarrollo del proyecto de investigación por parte de los estudiantes, es posible inferir que tanto la estrategia como los recursos han sido útiles y han significado una ventaja para los estudiantes del grupo experimental sobre el grupo control en lo que al razonamiento científico se refiere.

Es así que se puede concluir que aunque los estudiantes del grupo control tuvieron puntajes más elevados que los estudiantes del grupo experimental en la prueba de razonamiento científico desde el pretest, no presentaron un avance determinante a lo largo del semestre, lo cual se comprobó en los puntajes obtenidos para el postest, sin embargo aunque los grupos

experimentales tuvieron desde un inicio puntajes más bajos con respecto al grupo control, la distancia recorrida entre el pretest y el posttest es mayor con respecto al grupo control, lo que se establece como una diferencia estadísticamente significativa, es decir, sí hay una diferencia.

En cuanto a la evaluación de los proyectos de investigación, se analizó a los grupos experimentales por separado, lo cual permite comparar si el desempeño de los estudiantes en el proceso de investigación y el desarrollo de las CI fue uniforme en dichos grupos, por lo tanto los estudiantes de los tres grupos experimentales realizaron proyectos de investigación los cuales han sido evaluados con la rúbrica universal de Timmerman (2010), y es a través del análisis estadístico descriptivo e inferencial de los datos obtenidos de dichas evaluaciones, que se puede concluir que en la aplicación de la estrategia didáctica diseñada se ha logrado mejorar el desempeño de los estudiantes en la elaboración de proyectos de investigación, ya que de manera general, han podido superar en promedio el nivel novato en todos los criterios aplicados de la rúbrica, lo cual contrasta con lo encontrado por Timmerman (2010) en la investigación realizada, donde la autora reporta que en promedio, los estudiantes de los cursos considerados en su estudio (primer y segundo semestre de la licenciatura en biología) obtuvieron un puntaje dentro del nivel de rendimiento "novato", como se esperaba.

Así mismo, a través del análisis estadístico inferencial se determina que la estrategia ha funcionado de la misma manera en los tres grupos, al no encontrar diferencias significativas entre las medias totales de la evaluación de los proyectos, también es importante mencionar que la distribución de los puntajes obtenidos por los estudiantes de los tres grupos experimentales para cada criterio de la rúbrica, es homogéneo, es decir que presentan similitudes claras entre ellos y los datos se expresan de forma semejante, además de que las

altas y bajas en la distribución de los puntajes tiene una relación directa con los temas abordados en el programa de estudios.

Debido a que dentro de los criterios considerados en la rúbrica, los estudiantes lograron mayores puntajes en introducción, metodología, resultados (selección, presentación y análisis de datos), literatura primaria y calidad de la escritura, como lo muestran los resultados obtenidos se puede afirmar que los estudiantes han desarrollado las competencias investigativas básicas a través de la elaboración del proyecto de investigación y la aplicación de las estrategia didáctica.

Es a través del análisis de los datos obtenidos en la prueba de razonamiento científico en el aula y la evaluación de proyectos de investigación que ha sido posible evaluar el desarrollo de competencias investigativas obtenido en los estudiantes universitarios, a través de la aplicación de una estrategia didáctica basada en la elaboración de proyectos científicos y uso de las TIC, tal como se plantea en el objetivo general de esta investigación.

De ahí que los resultados de las pruebas de hipótesis estadísticas permitieron aceptar la hipótesis de investigación ( $H_1$ ) demostrando que, al utilizar una estrategia didáctica basada en el desarrollo de proyectos de investigación y uso de las TIC para estudiantes universitarios del área químico-biológica, existe una diferencia en el desarrollo de competencias investigativas. Debido a que como se mencionó, en promedio los estudiantes superaron el nivel novato en la evaluación de los proyectos de investigación a través de los criterios de la rúbrica universal, además aún cuando las evaluaciones de los proyectos se realizaron separando a los grupos, ya que si bien se utilizó la misma estrategia y se implementó de la misma manera por separado respetando así la conformación de cada grupo, los datos obtenidos de la evaluación de los proyectos de investigación tienen una distribución

semejante y homogénea en coherencia con el contenido temático del programa de estudios y el énfasis en algunos elementos de la estructura de dicho proyecto, lo cual queda demostrado al realizar la prueba estadística ANOVA, que en su resultado muestra que la media general de los puntos obtenidos en la evaluación no presenta una diferencia significativa entre los tres grupos experimentales.

A todo lo mencionado anteriormente se suma el hecho de que los estudiantes con los que se implementó la estrategia diseñada para el desarrollo de las CI se vieron beneficiados en los resultados de la prueba de Lawson, con la cual se midió su razonamiento científico. Por lo tanto es posible decir que además de lograr un buen desempeño de los estudiantes en el proceso investigativo, también se mejoró su razonamiento científico, elementos que apoyan el desarrollo de las CI en estudiantes universitarios.

Por lo que es posible concluir que entre los hallazgos relevantes de este proyecto se plantea que al utilizar una estrategia didáctica basada en el desarrollo de proyectos de investigación y uso de las TIC, se favorece el desarrollo de competencias investigativas, esto debido a que en lo referente al razonamiento científico en el aula se determinó una clara diferencia entre el pretest y el posttest de los grupos experimentales, a diferencia del grupo control, en cuanto a la evaluación de proyectos por medio de la rúbrica universal, los estudiantes de los grupos experimentales tuvieron un mejor rendimiento a lo esperado de acuerdo con Timmerman (2010).

En cuanto a los hallazgos mencionados, también son sustentados por la investigación realizada por Gündüz et al. (2016), quienes reportan que al haber utilizado el modelo EAC de Jonassen (1999) y una estrategia enfocada en el aprendizaje basado en problemas, donde la mayoría de los estudiantes obtuvieron un alto rendimiento en la redacción de la tarea

asignada, así mismo, indican que casi el total de los estudiantes se considera con suficiente conocimiento sobre la redacción de la tarea y en general tenían confianza en el tema.

Es decir que al utilizar una estrategia didáctica que permita a los estudiantes involucrarse de manera directa en su aprendizaje a través de la experiencia, se obtienen resultados favorables en su desempeño y la articulación de la parte teórica con la práctica, se trata de aprender haciendo.

Si bien la investigación realizada por Gündüz y colaboradores (2016) utiliza la didáctica del aprendizaje basado en problemas y en esta investigación se utiliza el aprendizaje basado en proyectos, es válido mencionar que existen claras similitudes entre ambos recursos didácticos, como que ambos se sustentan en el paradigma constructivista, su característica sustancial es la investigación y en general se consideran como distintos enfoques del PBL (Problem Based Learning) y su diferencia central radica en la diferencia conceptual entre problema y proyecto (Domínguez et al., 2008).

Además, los estudios basados en estos recursos didácticos apoyados en las TIC indican que los alumnos pueden desarrollar habilidades de pensamiento de orden superior, como el pensamiento creativo y crítico, y también tener más motivación para participar y convertirse en aprendices más activos (Gündüz et al., 2016).

Es así que todo lo mencionado anteriormente implica que la aplicación de la estrategia es viable para favorecer el desarrollo de las CI en estudiantes de nuevo ingreso del área químico-biológica.

En cuanto a los objetivos particulares planteados en esta investigación:

- *Realizar una propuesta de estrategia didáctica de la asignatura Herramientas Computacionales, enfocada en desarrollar competencias investigativas básicas.*

Como ya se reportó en el capítulo 4, el diseño de la estrategia se realizó considerando elementos centrales como son: el paradigma Constructivista, el modelo EAC de Jonassen, la didáctica del aprendizaje basado en proyectos y el uso de las TIC.

- *Analizar el grado en que los estudiantes desarrollan competencias para realizar investigación científica con el apoyo de las TIC, para determinar la utilidad de los recursos didácticos implementados, por medio de la comparación entre grupos.*

Es a través del desarrollo y evaluación de un proyecto de investigación que los estudiantes desarrollaron las CI básicas planteadas para este proyecto, las cuales están alineadas con elementos específicos del proyecto, los cuales fueron evaluados a través de la rubrica universal.

- *Comparar a través de una evaluación pretest y posttest el nivel de desarrollo del razonamiento científico de los estudiantes.*

De acuerdo a lo reportado en el capítulo 6, se realizó el análisis estadístico de los puntajes obtenidos por los estudiantes del grupo control y el grupo experimental tanto en el pretest como el posttest de la prueba de razonamiento científico en el aula.

Con respecto a la pregunta de investigación planteada en este trabajo de investigación: *¿Cómo apoyar en los estudiantes universitarios el desarrollo de competencias investigativas a través de la elaboración de proyectos de investigación y uso de las TIC en un programa de asignatura del área químico-biológica?*, podemos determinar que la implementación de



una estrategia didáctica basada en el paradigma constructivista, con un diseño instruccional fundamentado en el modelo EAC y enfocada en desarrollar las competencias investigativas básicas, además del uso e implementación de las TIC a lo largo de la estrategia en cada una de las actividades, a través del uso de bases de datos, repositorios, procesamiento y análisis de datos, redacción, estructuración del proyecto y uso de la plataforma institucional, así como el trabajo con mentores investigadores del área químico-biológica y el proceso para el desarrollo del proyecto de investigación, apoyan de manera efectiva el desarrollo de las competencias investigativas básicas en los estudiantes.

Lo anterior derivado del análisis de los datos obtenidos en las diferentes etapas de la aplicación de la estrategia para el desarrollo de las CI, por lo que se puede plantear que una forma de apoyar a los estudiantes en el desarrollo de estas competencias es la implementación de una estrategia didáctica basada en actividades que atiendan al desarrollo de los elementos centrales de la investigación y se apliquen de manera práctica mediante la elaboración de un proyecto de investigación, que les permita a los estudiantes aplicar los conocimientos obtenidos sobre el proceso investigativo y tener una experiencia contextualizada, todo esto apoyado por las TIC.

Además, no es inesperado lo anteriormente mencionado, ya que es a partir de la revisión de literatura realizada a lo largo de esta investigación donde se encuentra que autores como Morales et al. (2005), Balbo (2008), Enciso et al. (2012) y Morales et al. (2013) coinciden en que hay elementos que pueden ser un gran apoyo en el desarrollo de las CI en los estudiantes, los cuales a su vez están considerados en la estrategia implementada, dentro de estos elementos podemos encontrar como principal recurso el diseño de estrategias didácticas enfocadas en el proceso investigativo, también es clara la predilección por el aprendizaje

basado en proyectos y el uso de recursos propios del área de aprendizaje, además se plantea abiertamente la idea de enseñar a investigar investigando, elementos que consideran en sus estudios los cuales se centran en el desarrollo de las CI en el ámbito educativo.

Asimismo, a través del mapeo sistemático realizado se plantean preguntas específicas a responder por medio de la revisión de literatura, siendo algunas de estas preguntas referentes al tipo de estudios más realizados para el desarrollo de las CI, donde es posible definir que entre los estudios más recurrentes relacionados con el desarrollo de las CI está el diseño, planteamiento y evaluación de estrategias didácticas, también se pregunta sobre las estrategias más utilizadas para desarrollar estas competencias, habiendo encontrado que dentro de las estrategias más utilizadas, están las actividades específicas, el diseño de módulos, talleres, cursos y programas de estudio centrados en el uso de bases de datos especializadas, gestión de información científica y desarrollo de proyectos de investigación.

Sin duda el que los estudiantes tengan acceso al desarrollo de un proyecto de investigación con toda su fase experimental, les da la oportunidad de construir su propio conocimiento y los aleja de ser únicamente receptores de información como puede ser el caso de una clase meramente teórica, sin embargo es necesario resaltar que el acompañamiento que da el docente y el investigador que los guía en la práctica de laboratorio, son elementos sumamente relevantes.

De igual manera se debe utilizar una estrategia enfocada en desarrollar las competencias investigativas deseadas, las cuales deberán estar contextualizadas al nivel de conocimiento de los estudiantes y a los requerimientos profesionales del área de estudio, además, la estrategia debe estar estructurada de una manera lógica y secuencial para el abordaje de los temas, otro elemento que es definitivamente relevante es la clara intención de desarrollar las

competencias necesarias para la investigación científica, no se debe suponer que por el hecho de realizar una práctica o un proyecto los estudiantes están desarrollando competencias investigativas, se requiere de la intencionalidad para su desarrollo, que en conjunto con el acompañamiento y mediación del docente, deberá estar claramente planteada y estructurada para tal fin.

Definitivamente el desarrollar prácticas de laboratorio, como es el caso del área químico-biológica no necesariamente desemboca en el desarrollo de competencias investigativas, porque como ya se mencionó si no hay la intención no es posible simplemente asumirlo, en el caso específico de los estudiantes que participaron en este estudio se consideran las características del programa educativo del que forman parte, el cual se conforma por un total de 73 materias incluyendo servicio social de esas 73 materias, 44 de ellas se complementan con laboratorio, es decir del total de materias el 60.27% llevan practicas de laboratorio, sin embargo, de manera general para las materias no es requisito la elaboración de un proyecto de investigación, de ahí que se puede concluir que una estrategia que claramente cuenta con la intención de desarrollar este tipo de competencias será benéfica para fortalecer el lazo entre los estudiantes y la investigación científica.

En cuanto a las limitaciones consideradas, la principal es sin duda el nivel de desarrollo de las competencias investigativas y su alcance, ya que no será posible determinar el desempeño de los estudiantes en el área laboral por medio de la aplicación de los conocimientos obtenidos, además de que son estudiantes de nuevo ingreso por lo tanto nos centramos en las competencias investigativas básicas.

Ya que al ser estudiantes nuevos en el nivel superior en su mayoría carecen del manejo y conocimiento de elementos avanzados de metodología, diseño experimental y estadística,

por lo que el alcance de los proyectos a desarrollar es limitado.

En cuanto al trabajo futuro, en esta investigación específicamente se propone la implementación de una estrategia didáctica basada en el paradigma constructivista, teniendo como guía a los entornos de aprendizaje constructivista, donde el objetivo principal es promover la solución de problemas y el desarrollo conceptual en los estudiantes (Jonassen, 1999 ), ya que de manera general busca establecer un modelo educativo que incorpore de forma coherente a la tecnología en el proceso investigativo, que además apoye a los estudiantes en el desarrollo de las CI básicas, mismas que les serán útiles no solo a lo largo de su vida universitaria, sino en su vida laboral, sin embargo debido a la naturaleza de este proyecto que cuenta con un enfoque cuantitativo, se han establecido elementos e implementado instrumentos que permitan la medición, de tal manera que como trabajo futuro sería recomendable aplicar la estrategia y considerar elementos que no han sido evaluados en este estudio aplicando diferentes instrumentos y validando su usabilidad en el aula de ciencias naturales, donde se analice la relevancia de componentes como son la motivación y el involucramiento de los estudiantes ante el desarrollo del proyecto de investigación. Además es posible hacer un análisis del avance personal de cada participante en cuanto al desarrollo de las competencias investigativas y determinar las condiciones que generan diferencia entre el avance de los estudiantes en el proceso investigativo, haciendo una caracterización detallada de la muestra y considerando esas características específicas para determinar su importancia.

Sin duda alguna otra línea a seguir sobre el desarrollo de las CI es la continuidad y transversalidad de este estudio, manteniendo un seguimiento de los estudiantes que participaron en esta investigación y evaluar la efectividad de la estrategia a largo plazo en el

transcurso de sus estudios universitarios.

Como reflexión final también es necesario plantear la importancia de las competencias del docente, no solo en cuanto al dominio y conocimiento del proceso investigativo, también en lo referente al conocimiento de los diferentes recursos didácticos y su capacidad para apoyar al desarrollo de competencias necesarias para la investigación, además de la experimentación y aplicación de nuevas técnicas que se adapten a los objetivos de aprendizaje planteados y requeridos en la formación profesional de los estudiantes, los cuales son componentes centrales, se trata de dejar de lado la pasividad y establecer una clara relación entre la teoría y la práctica creando experiencias contextualizadas capaces de generar aprendizajes significativos, lo que debería ser la meta de todo docente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez V. V. M., Gutiérrez H. O., Orozco S. A. (2011). La formación de competencias investigativas profesionales, una mirada desde las ciencias pedagógicas. Universidad de Guantánamo, Cuba. <http://www.eumed.net/rev/ced/24/vhs.pdf>
- Ander, E. (1995). Técnicas de investigación social. Argentina: Lumen.
- Arteaga-Paz, L., y Basurto-Vera, P. (2017). Una aproximación teórico conceptual a la tecnología educativa. *Dominio de las Ciencias*, 3 (3 mon), 657-675. doi:<http://dx.doi.org/10.23857/dc.v3i3.mon.662>
- Badii, M. H., Rodríguez, M. C., Wong, A., y Villalpando, P. (2007). Diseños experimentales e investigación científica. *Innovaciones de negocios*, 4(8). <https://doi.org/10.29105/rinn4.8-5>
- Balbo, J. (2008). Formación en competencias investigativas, un nuevo reto en las universidades. Caracas: Universidad Central de Venezuela. [http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/vrac/documentos/Curricular\\_Documentos/Evento/Ponencias/Balbo\\_\\_josefina.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/vrac/documentos/Curricular_Documentos/Evento/Ponencias/Balbo__josefina.pdf)
- Bao Lei, Tianfan Cai, Kathy Koenig, Kai Fang, Jing Han, Jing Wang, Qing Liu, Lin Ding, Lili Cui, Ying Luo, Yufeng Wang, Lieming Li, y Nianle Wu. (2009). Learning and Scientific Reasoning. *Science*, 323(5914), new series, 586-587. <http://www.jstor.org/stable/20402954>
- Barbón P.O. G., Granda C. L. L., y Figueredo A. D. (2014). Cinco saberes para la formación de la competencia científico-investigativa con enfoque de profesionalización pedagógica. *Revista Cubana de Reumatología*, 16(2), 253-258. Recuperado en 27 de junio de 2016, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1817-59962014000200012&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1817-59962014000200012&lng=es&tlng=es).

- Barrera, R. E. R., De la Rosa R. H., y Chang, J. M. Z. (2017). Competencias investigativas en la Educación Superior. *Revista Publicando*, 4 (10 (1)), 395-405. Recuperado el 26 de enero de 2018, a partir de <https://www.rmlconsultores.com/revista/index.php/crv/article/view/439>
- Bautista, C. (2011). Proceso de la investigación cualitativa: Epistemología, metodología y aplicaciones. *Manual Moderno*. <https://www.eesnsrmaadrededios.edu.pe/wp-content/uploads/2020/10/Proceso-de-la-investigacion-cualitativa.pdf>
- Belloch, C. (2011). Diseño instruccional. Valencia, España: Universidad de Valencia. <http://www.uv.es/bellohc/pedagogia/EVA4.pdf>
- Benarroch B. A., J. J. H., García, I. S. P., y Castellanos, A. R. C. (2008). Desarrollo curricular por competencias profesionales integrales. *Revista Educar*, (13). [http://fcqi.tij.uabc.mx/documentos20102/VideoTutor%20Modelo%20Educativo%20UABC/Ramas/data/downloads/formacion\\_por\\_competencias\\_amezola\\_garcia.pdf](http://fcqi.tij.uabc.mx/documentos20102/VideoTutor%20Modelo%20Educativo%20UABC/Ramas/data/downloads/formacion_por_competencias_amezola_garcia.pdf)
- Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Químicas (2016). Actualización del Plan de Estudios de la Licenciatura en Químico Farmacobiólogo.
- Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Químicas (2019). Actualización del Syllabus de la asignatura Herramientas computacionales para la Licenciatura en Químico Farmacobiólogo.
- Blackboard (2021). Guía de funciones de la aplicación Blackboard, Ayuda de Blackboard. [Help.blackboard.com, https://help.blackboard.com/eses/Blackboard\\_App/Feature\\_Guide](https://help.blackboard.com/eses/Blackboard_App/Feature_Guide).
- Boqué, R., y Maroto, A. (2004). El análisis de la varianza (ANOVA) 1. Comparación de múltiples poblaciones. Grupo de Quimiometría y Calimetría. Universitat Rovira i Virgil. <http://www.quimica.urv.cat/quimio/general/anovacast.pdf>
- Campbell, D. y Stanley, J. (1995). Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social. Buenos Aires: Amorrortu.

<https://sociologiaycultura.files.wordpress.com/2014/02/campbell-stanley-disec3b1os-experimentales-y-cuasiexperimentales-en-la-investigacic3b3n-social.pdf>

Campos, Y. (2003). Estrategias didácticas apoyadas en tecnología. <http://bibliotecadigital.conevyt.org.mx/colecciones/documentos/somece/77.pdf>.

Cárdenas, J. (2018). Investigación cuantitativa [Ebook] (10th ed.). Lateinamerika-Institut (LAI), from <http://dx.doi.org/10.17169/refubium-216>.

Carrillo L. R. M., y Carnero, A. M. (2013). Autoevaluación de habilidades investigativas e intención de dedicarse a la investigación en estudiantes de primer año de medicina de una universidad privada en Lima, Perú. *Revista Médica Herediana*, 24(1), 17–25. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1018-130X2013000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1018-130X2013000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

Castillo, S. (2008). Propuesta pedagógica basada en el constructivismo para el uso óptimo de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 11(2), 171-194. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-24362008000200002&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-24362008000200002&lng=es&tlng=es).

Correa, Jorge. (2007). Orígenes y desarrollo conceptual de la categoría de competencia en el contexto educativo. <http://repository.urosario.edu.co/handle/10336/3768>

Díaz B. F. y Barroso B. R. (2014). Diseño y validación de una propuesta de evaluación auténtica de competencias en un programa de formación de docentes de educación básica en México. *Perspectiva Educativa*, 53(1), 36–56. <https://doi.org/10.4151/07189729-Vol.53-Iss.1-Art.210>

Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM: componentes didácticas para la Competencia Científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 21(2), 29-42. <http://hdl.handle.net/2183/21834>



- Domínguez N. J., Carod. E., y Velilla. M. (2008). Comparativa entre el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje basado en problemas. En *II Jornadas de Innovación Docente, Tecnologías de la Información y de la Comunicación e Investigación Educativa en la Universidad de Zaragoza 2008*. Zaragoza; Universidad de Zaragoza. <https://cmapspublic.ihmc.us/rid=1H8856MDP-FGB7LP16XZ/Comparativa%20ABP.pdf>.
- Enciso, D. L., Díaz, C. A. Q., y Gaitán, F. V. (2012). Desarrollo de competencias investigativas básicas mediante el aprendizaje basado en proyectos como estrategia de enseñanza. *Actualidades Pedagógicas*, 0(60), 29–49. <https://ciencia.lasalle.edu.co/ap/vol1/iss60/2/>
- Estrada M. O. (2014). Sistematización teórica sobre la competencia investigativa. *Revista electrónica educare*, 18(2). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194130549009>
- Estrada Molina, O., González Espino, Y., Chávez Rodríguez, J., Quintero Ortiz, L. y Ramírez Gutiérrez, Y. (2016). La formación de habilidades investigativas y las exigencias de la industria del software. Mikarimin. *Revista Científica Multidisciplinaria.*, 2(2), pp.53-68. <http://186.46.158.26/ojs/index.php/mikarimin/article/view/294>
- Feldon, D., Timmerman, B., Stowe, K., & Showman, R. (2010). Translating expertise into effective instruction: The impacts of cognitive task analysis (CTA) on lab report quality and student retention in the biological sciences. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(10), 1165-1185. <https://doi.org/10.1002/tea.20382>
- Feldon, D., Peugh, J., Timmerman, B., Maher, M., Hurst, M., & Strickland, D. et al. (2011). Graduate Students' Teaching Experiences Improve Their Methodological Research Skills. *Science*, 333(6045), 1037-1039. <https://doi.org/10.1126/science.1204109>
- Feo, R. (2010). Orientaciones básicas para el diseño de estrategias didácticas. *Tendencias pedagógicas*, 16, 221-236 [https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/5273/33795\\_2010\\_16\\_13.pdf](https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/5273/33795_2010_16_13.pdf)
- Flores, M. (2004). Implicaciones de los paradigmas de investigación en la práctica educativa. *Revista digital universitaria*, 5(1), 2-9. [http://www.revista.unam.mx/vol.5/num1/art1/ene\\_art1.pdf](http://www.revista.unam.mx/vol.5/num1/art1/ene_art1.pdf)

- Freire, E. E., Ríos, A. R. R., & Cuenca, N. P. T. (2016). Formación de competencias investigativas en los estudiantes universitarios. *Atenas*, 1(33). <https://www.redalyc.org/jatsRepo/4780/478049736004/478049736004.pdf>
- García C. G. y Ladino O. Y. (2008). Desarrollo de competencias científicas a través de una estrategia de enseñanza y aprendizaje por investigación. *Studiositas*, 3(3), 7-16. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3717381>
- García-Valcárcel Muñoz-Repiso, A., y Basilotta Gómez-Pablos, V. (2017). Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP): evaluación desde la perspectiva de alumnos de Educación Primaria. *Revista de Investigación Educativa*, 35(1), 113–131. <https://doi.org/10.6018/rie.35.1.246811>
- Genç, M. (2015). The Effect of Scientific Studies on Students' Scientific Literacy and Attitude. *Journal of Faculty of Education* 34(1). [http://eric.ed.gov/?q=+scientific+research&ff1=dtySince\\_2012&ff2=subScience+Education&ff3=subScience+Process+Skills&id=ED562598](http://eric.ed.gov/?q=+scientific+research&ff1=dtySince_2012&ff2=subScience+Education&ff3=subScience+Process+Skills&id=ED562598)
- Gilmore, J., Vieyra, M., Timmerman, B., Feldon, D., & Maher, M. (2016). The Relationship between Undergraduate Research Participation and Subsequent Research Performance of Early Career STEM Graduate Students. *The Journal of Higher Education*, 86(6), 834-863. <https://doi.org/10.1353/jhe.2015.0031>
- Guerrero-Hernández, V., Díaz-Camacho, J., y Lagunes-Domínguez, A. (2014). Modelo de diseño de Entornos de Aprendizaje Constructivista (EAC). *En Los Modelos Tecno-Educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI* (pp. 127-140). <http://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/modelos-tecnoeducativos.pdf>
- Gündüz, A., Alemdağ, E., Yaşar, S., y Erdem, M. (2016). Design of a Problem-Based Online Learning Environment and Evaluation of its Effectiveness. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 15(3), 49-57, <http://www.tojet.net/articles/v15i3/1535.pdf>.

- Harris, R. (2013) "Evaluating Internet Research Sources." VirtualSalt. Accedido el 23 marzo 2019 <https://www.virtualsalt.com/evalu8it.htm>.
- Hernández-Alcántara, M., Aguirre-Aguilar, G., y Balderrama-Trápaga, J. A. (2014). Revisión del modelo tecnoeducativo de Heinich y colaboradores (ASSURE). *Los Modelos Tecno-Educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI*, 61-72. [https://www.uv.mx/personal/iesquivel/files/2015/03/los\\_modelos\\_tecno\\_educativo\\_s\\_\\_revolucionando\\_el\\_aprendizaje\\_del\\_siglo\\_xxi-4.pdf#page=61](https://www.uv.mx/personal/iesquivel/files/2015/03/los_modelos_tecno_educativo_s__revolucionando_el_aprendizaje_del_siglo_xxi-4.pdf#page=61)
- Hernández S. R., Fernández C. C., y Baptista L. P. (2014). *Metodología de la investigación*. México, D.F.: McGraw-Hill Education.
- Huerta, J.; Pérez, I.; Castellanos, A. (2000). Desarrollo curricular por competencias profesionales integrales. *Educación. Revista de educación / nueva época*. Abril-junio. Num. 13. <http://educar.jalisco.gob.mx/13/13Huerta.html>.
- Hueso-Montoro, C., Aguilar-Ferrándiz, M., Cambil-Martín, J., García-Martínez, O., Serrano-Guzmán, M., y Cañadas-De la Fuente, G. (2016). Efecto de un programa de capacitación en competencias de investigación en estudiantes de ciencias de la salud. *Enfermería Global*, 15(4), 141-151. <http://dx.doi.org/10.6018/eglobal.15.4.229361>
- IBM Corp. Released 2013. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Irigoyen, J., Jiménez, M., y Acuña, K. (2011). Competencias y educación superior. *Revista Mexicana De Investigación Educativa*, 16(48), 243-266. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-66662011000100011&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-66662011000100011&script=sci_arttext)
- Jaik Dipp, a. (2013). Competencias investigativas: una mirada a la educación superior. 1st ed. [ebook] *México: red Durango de investigadores educativos a. C. Redie*, pp.3-16, 50-60. <http://redie.mx/librosyrevistas/libros/competenciasinvestigativas.pdf>

- Jonassen, D. H. (1999). Designing constructivist learning environments. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models: A new paradigm of instructional theory*, 2, 215-239. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. Recuperado el 2 <http://www.davidlewisphd.com/courses/EDD8121/readings/1999-Jonassen.pdf>
- Khoirina, M., Cari, C., & Sukarmin. (2018). Identify Students' Scientific Reasoning Ability at Senior High School. *Journal of Physics: Conference Series*, 1097, 012024. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1097/1/012024>
- Krahenbuhl K. S. (2016) Student-centered Education and Constructivism: Challenges, Concerns, and Clarity for Teachers, *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 89:3, 97-105, <https://doi.org/10.1080/00098655.2016.1191311>
- Lavonen, J. (2008). Learning and the use of ICT in science education. In P. Demkanin, B. Kibble, J. Lavonen, J. Mas, & J. Turlo (Eds.), Effective use of ICT in science education. *Edinburgh: University of Edinburgh, School of Science*. [https://fizyka.umk.pl/~pdf/EU\\_ISE/files/new/EUISEBookHR.pdf#page=6](https://fizyka.umk.pl/~pdf/EU_ISE/files/new/EUISEBookHR.pdf#page=6)
- Lawson, A. E., Clark, B., Cramer-Meldrum, E., Falconer, K. A., Sequist, J. M., y Kwon, Y. J. (2000). Development of scientific reasoning in college biology: Do two levels of general hypothesis-testing skills exist? *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 37(1), 81-101. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(200001\)37:1<81::AID-TEA6>3.0.CO;2-I](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(200001)37:1<81::AID-TEA6>3.0.CO;2-I)
- Levison, Y. C. O., y Salguero, L. A. (2009). Una propuesta de competencias investigativas para los docentes universitarios. *Laurus*, 15(30),118-137.universitarios. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=76120651006>
- Lires, M. Á., Correa, A. A., Rodríguez, U. P., y Marzoa, J. F. S. (2013). La historia de las ciencias en el desarrollo de competencias científicas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 31(1). <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v31n1.622>

- Liu, C. C., y Chen, I. J. (2010). Evolution of constructivism. *Contemporary issues in education research*, 3(4), 63-66. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1072608.pdf>
- Londoño P. O., Maldonado G. L., y Calderón V. L. (2014). Guía para construir estados del arte (1st ed., pp. 20 - 21). *Perú: International Corporation of Networks of Knowledge*. <http://repositorio.minedu.gob.pe/handle/123456789/4637>
- Manterola, Carlos, y Otzen, Tamara. (2015). Los Sesgos en Investigación Clínica. *International Journal of Morphology*, 33(3), 1156-1164. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022015000300056>
- Márquez-Specia M.N., Guerrero-García J., y Navarro-Rangel Y. (2019) Towards a Technological Strategy for Using Sources of Reliable Information on the Internet. In: Ruiz P., Agredo-Delgado V. (eds) *Human-Computer Interaction. HCI-COLLAB 2019. Communications in Computer and Information Science*, vol 1114. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-37386-3\\_29](https://doi.org/10.1007/978-3-030-37386-3_29)
- McKie, M. (2013). The Development of Inquiry-Based Pedagogy in Beginning Teachers of Science (Ph. D). *University of Strathclyde. School of Education*. <http://ethos.bl.uk/OrderDetails.do?uin=uk.bl.ethos.605954>
- Morales M, E., García P. F., Campos O. R. y Astroza H. C., (2015). Desarrollo de competencias a través de objetos de aprendizaje. *Revista De Educación a Distancia*, (36). Recuperado a partir de <https://revistas.um.es/red/article/view/233721>
- Morales-González, B., Edel-Navarro, R., y Aguirre-Aguilar, G. (2014). Modelo ADDIE (análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación): Su aplicación en ambientes educativos. *Los modelos tecno-educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI*, 33-46. [https://www.uv.mx/personal/iesquivel/files/2015/03/los\\_modelos\\_tecno\\_educativo\\_s\\_\\_revolucionando\\_el\\_aprendizaje\\_del\\_siglo\\_xxi-4.pdf#page=33](https://www.uv.mx/personal/iesquivel/files/2015/03/los_modelos_tecno_educativo_s__revolucionando_el_aprendizaje_del_siglo_xxi-4.pdf#page=33)
- Morales, O A; Rincón, Á G., y Romero, J T; (2005). Cómo enseñar a investigar en la universidad. *Educere*, 9(29) 217-224. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35602910>

- Moreno M. G., Martínez M. R., Moreno M. M., Fernández N. M., y Guadalupe N. S. (2017). Acercamiento a las Teorías del aprendizaje en la Educación Superior. *Revista De Ciencia, Tecnología E Innovación*, 4(1), 48-60. [http://revistes.ub.edu/index.php/Anuario\\_psicologia/article/view/9094/11604](http://revistes.ub.edu/index.php/Anuario_psicologia/article/view/9094/11604)
- Novia, N., y Riandi, R. (2017). The Analysis of Students Scientific Reasoning Ability in Solving the Modified Lawson Classroom Test of Scientific Reasoning (MLCTSR) Problems by Applying the Levels of Inquiry. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(1). doi:<https://doi.org/10.15294/jpii.v6i1.9600>
- OCDE (2014), Perspectivas de la OCDE sobre ciencia, tecnología e industria 2014 (Versión abreviada): Informe Iberoamericano, Fortalecer la educación y las competencias para innovar, *OECD Publishing*, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264226487-es>
- Ortega, S. E. C., y Salazar, A. C. (2015). Aprendizaje situado para la formación de competencias investigativas en el estudiante de psicología clínica: análisis desde el pensamiento complejo. *Revista Internacional de Evaluación y Medición de la Calidad Educativa*, 2(1). Recuperado a partir de <http://journals.epistemopolis.org/index.php/calidateducativa/article/view/989>
- Özden, B. (2016). I Can Make a Scientific Research: A Course about Scientific Research Methods, in Which Learning Management System (LMS) Is Used. *Journal of Education and Training Studies*, 4(5). <http://dx.doi.org/10.11114/jets.v4i5.1512>
- Paredes, Í., e Inciarte, A. (2013). Enfoque por competencias. Hacia la integralidad y el desempeño profesional con sentido social y crítico. *Omnia*. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=73728678010>
- Pérez, O. G. B., Carlos, L. L. G., y Alarcón, D. F. (2014). Cinco saberes para la formación de la competencia científico -investigativa con enfoque de profesionalización pedagógica. *Revista Cubana de Reumatología*. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=451644524012>

- Ramos, C. (2015). Los paradigmas de la investigación científica. *Avances En Psicología*, 23(1), 9-17. [2019http://revistas.unife.edu.pe/index.php/avancesenpsicologia/article/view/167](http://revistas.unife.edu.pe/index.php/avancesenpsicologia/article/view/167)
- Rionda-Sánchez, H. D. (2013). La actividad científico-investigativa en la educación. *VARONA*, (57), 21-25. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360634164005>
- Rivadeneira Rodríguez, E. (2017). Lineamientos teóricos y metodológicos de la investigación cuantitativa en ciencias sociales. *In Crescendo*, 8(1), 115-121. doi:<https://doi.org/10.21895/increc.2017.v8n1.11>
- Rivero C. I., Gómez Z. M., y Abrego T. F. (2013). Tecnologías educativas y estrategias didácticas: criterios de selección. *Educación Y Tecnología*, (3), 190 - 206. <http://revistas.umce.cl/index.php/edytec/article/view/134>
- Rizo, F. (2002). Las disputas entre paradigmas en la investigación educativa. *Revista Española de Pedagogía*, 60(221), 27-49. <http://www.jstor.org/stable/23765919>
- Rodríguez, M. E. (2012). Las tendencias filosóficas predominantes en la concepción y didáctica de la matemática. *Revista Educación y Desarrollo Social*, 6(1), 41-56. <https://doi.org/10.18359/reds.807>
- Rubio H. M. J. y Berlanga S. V. B. (2012). Cómo aplicar las pruebas paramétricas bivariadas t de Student y ANOVA en SPSS. Caso práctico. *REIRE*, 5(2), 83-100. <https://core.ac.uk/download/pdf/41554689.pdf>
- Ruiz Mendoza, J. y Ramírez Díaz, M. (2015). Vinculo de la teoría con la práctica para la comprensión de la Óptica Geométrica en el Nivel Superior en las escuelas de Ingeniería de la UANL a partir del Modelo por Competencias. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* 32(2), 498. <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2015v32n2p498>
- SEP (2017). Modelo educativo para la educación obligatoria (pp. 48-52). Ciudad de México: Secretaría de Educación Pública.

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/207252/Modelo\\_Educativo\\_OK.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/207252/Modelo_Educativo_OK.pdf)

Serrano González-Tejero, J. M. y Pons P., R. M. (2011). El Constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. *Revista electrónica de investigación educativa*, 13(1), 1-27.

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S160740412011000100001&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S160740412011000100001&script=sci_arttext)

Stone, E. M. (2014). Guiding Students to Develop an Understanding of Scientific Inquiry: A Science Skills Approach to Instruction and Assessment. *CBE-Life Sciences Education*, 13(1), 90–101. <http://doi.org/10.1187/cbe-12-11-0198>

Tardif, J. (2003). Desarrollo de un programa por competencias: De la intención a la puesta en marcha. *Traducción de Pedagogie Collegiale*, 16 (3). [http://www.egradu.fmed.edu.uy/sites/www.escuparteras.fmed.edu.uy/files/Noticias/Desarrollo%20de%20un%20programa%20por%20competencias.%20J%20TARDIF%20\(1\).pdf](http://www.egradu.fmed.edu.uy/sites/www.escuparteras.fmed.edu.uy/files/Noticias/Desarrollo%20de%20un%20programa%20por%20competencias.%20J%20TARDIF%20(1).pdf)

Tejada F. J. y Ruiz B. C. (2016). Evaluación de competencias profesionales en educación superior: retos e implicaciones. *Educación XX1*, 19(1) <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=70643085001>

Tejada Díaz, R. (2011). Las competencias y su relación con el desempeño y la idoneidad profesional. *Revista Iberoamericana De Educación*, 55(4), 1-12. <https://doi.org/10.35362/rie5541575>

Timmerman, B. E. C., Strickland, D. C., Johnson, R. L., y Payne, J. R. (2010). Development of a ‘universal’ rubric for assessing undergraduates' scientific reasoning skills using scientific writing. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 36(5), 509-547. <https://doi.org/10.1080/02602930903540991>

Tobón, S. (2006). Aspectos básicos de la formación basada en competencias. *Talca: Proyecto Mesesup*, 1, 1-15. [https://www.uv.mx/personal/jbalderrama/files/2010/07/Anexo-5-Sergio\\_Tobon.pdf](https://www.uv.mx/personal/jbalderrama/files/2010/07/Anexo-5-Sergio_Tobon.pdf)



- Tobón T. S., Pimienta P. J., y García F. J. (2010). *Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias* (1st ed.). México: Pearson Educación. <http://evaluaciondocente.sep.gob.mx/materialesms/tobonpimientagarciasecuenciasdidacticasaprendizajeevaluaciondecompetencias.pdf>
- Toledo Morales, P. y Sánchez García, J.M. (2018). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia universitaria. *Profesorado: Revista de curriculum y formación del profesorado*, 22 (2), 429-449. <https://hdl.handle.net/11441/86870>
- Torres C. P. C. y Cobo B. J. K. (2017). Tecnología educativa y su papel en el logro de los fines de la educación. *Educere*, 21(68) ,31-40. ISSN: 1316-4910. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=356/35652744004>
- Tovar, L. (2011). Las nueve competencias de un investigador. *Investigación Administrativa*, (108), 34-53. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=456045339003>
- Valdés C. Á., Vera N. J., y C. Martínez, E. (2012). Competencias científicas en estudiantes de posgrado de ciencias naturales e ingenierías. *Sinéctica*, (39), 01-16. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-109X2012000200012](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-109X2012000200012)
- Zapata C. J. (2015). “El modelo y enfoque de formación por competencias en la Educación Superior: apuntes sobre sus fortalezas y debilidades”. *Revista Academia y Virtualidad*, 8, (2), 24-33. <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/ravi/article/view/1420>

## ANEXOS

### **Anexo 1. Competencias genéricas para América Latina en el proyecto Alfa Tuning**

1. Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
2. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
3. Capacidad para organizar y planificar el tiempo
4. Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión
5. Responsabilidad social y compromiso ciudadano
6. Capacidad de comunicación oral y escrita
7. Capacidad de comunicación en un segundo idioma
8. Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación
9. Capacidad de investigación
10. Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
11. Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas
12. Capacidad crítica y autocrítica
13. Capacidad para actuar en nuevas situaciones
14. Capacidad creativa
15. Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas
16. Capacidad para tomar decisiones
17. Capacidad de trabajo en equipo
18. Habilidades interpersonales
19. Capacidad de motivar y conducir hacia metas comunes
20. Compromiso con la preservación del medio ambiente

21. Compromiso con su medio socio-cultural
22. Valoración y respeto por la diversidad y multiculturalidad
23. Habilidad para trabajar en contextos internacionales
24. Habilidad para trabajar en forma autónoma
25. Capacidad para formular y gestionar proyectos
26. Compromiso ético
27. Compromiso con la calidad

## **Anexo 2. Competencias específicas de Química según el proyecto Alfa Tuning**

1. Capacidad para aplicar conocimiento y comprensión en química a la solución de problemas cualitativos y cuantitativos.
2. Comprender conceptos, principios y teorías fundamentales del área de la Química.
3. Interpretar y evaluar datos derivados de observaciones y mediciones relacionándolos con la teoría.
4. Capacidad para reconocer y analizar problemas y planificar estrategias para su solución.
5. Habilidad para desarrollar, utilizar y aplicar técnicas analíticas.
6. Conocimiento y comprensión en profundidad de un área específica de la Química.
7. Conocimiento de las fronteras de la investigación y desarrollo en Química.
8. Conocimiento del inglés para leer, escribir y exponer documentos, así como comunicarse con otros especialistas.
9. Capacidad para la planificación, el diseño y la ejecución de proyectos de investigación.

10. Habilidad en el uso de las técnicas modernas de la informática y comunicación aplicadas a la Química.
11. Habilidad para participar en equipos de trabajo inter y transdisciplinarios relacionados con la Química.
12. Dominio de la terminología química, nomenclatura, convenciones y unidades.
13. Conocimiento de las principales rutas sintéticas en Química.
14. Conocimiento de otras disciplinas científicas que permitan la comprensión de la Química.
15. Habilidad para la presentación de información científica ante diferentes audiencias tanto en forma oral como escrita.
16. Habilidades en el seguimiento a través de la medida y observación de propiedades químicas, eventos o cambios y su recopilación y documentación de forma sistemática y fiable.
17. Dominio de las Buenas Prácticas de Laboratorio.
18. Capacidad de actuar con curiosidad, iniciativa y emprendimiento.
19. Conocimiento, aplicación y asesoramiento sobre el marco legal en el ámbito de la Química.
20. Habilidad para aplicar los conocimientos de la Química en el desarrollo sostenible.
21. Comprensión de la epistemología de la Ciencia.

**Anexo 3. Proyecto de investigación realizado por un estudiante de nuevo ingreso a la Licenciatura en QFB**

**Título del proyecto:** “Efecto de la administración oral del bicarbonato antes del suministro de AAS, en la excreción uricosúrica de salicilatos a partir de mediciones de pH en orina”

## ÍNDICE

Introducción	209
Antecedentes	210
Marco epistémico	212
Objetivos	212
General	212
Particulares	212
Hipótesis	212
Metodología	213
Resultados	214
Conclusiones	218
Referencias	219

### Introducción

El ácido acetilsalicílico (AAS) o comúnmente llamado “Aspirina®” tiene antecedentes de tipo herbolario desde Hipócrates con la administración de corteza de sauce (*Salix alba*) para aliviar el dolor y desinflamar; posteriormente diversos estudiosos de la salicina, principal activo antipirético de la corteza de sauce, comenzaron a extraer dicho activo para sintetizarlo, no obstante en estos intentos también al ser suministrados producían algunos efectos secundarios como la irritación estomacal, náusea y vómito, intercaetera. No fue hasta 1900 cuando Bayer patentó el éster de ácido monoacético de ácido salicílico, comercialmente llamado “Aspirina®”, este sintético, tenía una mejor respuesta antiinflamatoria y además reducía en menor medida los efectos secundarios.

En esta investigación se pretende determinar el fármaco o la combinación de fármacos (Bicarbonato y AAS) que dan lugar a una presencia mayor de salicilatos en orina, en un intervalo de tiempo de 120 minutos después de ser suministrados, con respecto a las mediciones de pH de ésta; para ello los candidatos se dividen en 2 grupos, un primer grupo toma solamente AAS, al segundo grupo ingiere primero bicarbonato y posteriormente AAS. Después de ello se recolectan muestras de orina y son analizadas para determinar qué grupo de fármacos propicia una mayor excreción de salicilatos a los 120 minutos de su administración oral.

De igual manera se analiza de forma teórica la farmacocinética que lleva a cabo dentro del organismo, con respecto a su mecanismo de acción y a su absorción en el estómago, además de los valores de pH que influyen en esta, y como deriva a ser expulsado renalmente; para

luego dar paso a un análisis de resultados de pH y así determinar si su excreción es mayor a los 120 minutos cuando se combina Bicarbonato con AAS por medio de una prueba estadística de T de Student, donde se observa si hay alguna variación o no significativa en los datos obtenidos para establecer una excreción considerable.

### **Antecedentes**

El ácido acetilsalicílico es utilizado por sus propiedades antiinflamatorias no esteroideas, acción analgésica y antipirética clasificándose como AINE. Su mecanismo de acción es a partir de la inhibición de prostaglandinas de tipo endoperóxido sintasa (PGHS) o ciclooxigenasa (COX) como se explica a continuación:

“COX existe en dos isoformas: COX-1 y COX-2. En general COX-1 es la forma constitutiva, mientras que COX-2 es una isoforma inducible. La aspirina modifica covalentemente ambos COX-1 y COX-2, lo que resulta en una inhibición irreversible de la actividad de la ciclooxigenasa, a diferencia de otros AINE que se unen a la COX de forma reversible. La inhibición de COX-1 conduce a la inhibición de las plaquetas agregación, pero también causa irritación del revestimiento gástrico y la función renal. Inhibición de cables COX-2a acciones antiinflamatorias, antipiréticas y analgésicas”(Kanani, Gatoulis, y Voelker, 2015) .

Su actividad farmacocinética tiene lugar en el estómago, donde se hidroliza parcialmente, absorbiéndose como salicilato, así en relación con el pH que presenta y el pH del medio donde es procesado, como un ácido débil, aumenta sus moléculas no ionizadas cuando el pH del medio incrementa su acidez, es decir, la absorción de estos ácidos es mejor en el estómago ya que su pH es ácido, “el acetilsalicilato (Aspirina®), un medicamento ácido ( $pK_0 5.35$ ), se absorbe más rápidamente en forma no ionizada en las condiciones ácidas del estómago en comparación con el intestino delgado donde el pH es alcalino”(Bhagavan, Ha, 2015), de este modo es totalmente hidrolizado por esteraras plasmáticas tisulares hepáticas, trasportándose como salicilato de sodio.

Como se prescribe, la interrelación con el pH del medio donde es disuelto es de gran importancia ya que como menciona Stevens, “debido a su estructura química, el ácido acetilsalicílico muestra un equilibrio dependiente del pH de la forma ionizada (hidrofílica) y no ionizada (lipofílica) del salicilato. En consecuencia, su solubilidad depende en gran medida del pH. La solubilidad es baja al pH anacídico y aumenta con un aumento del pH”(Stevens et al., 2019).

De igual manera, en una interacción farmacológica, donde algunas sustancias modifican el pH de la orina, volviéndola ácida ocasionan un decremento en la excreción de salicilatos en la orina y por el contrario las sustancias que modifican el pH de la orina volviéndola alcalina tienden a acrecentar la excreción urinaria de salicilatos; de tal forma que “ los compuestos que acidifican la orina (como el ácido ascórbico, el cloruro amónico o los fosfatos de sodio o potasio) producen disminución de la excreción urinaria de salicilatos y aumentan sus

niveles plasmáticos; las sustancias que alcalinizan la orina (antiácidos absorbibles como el bicarbonato sódico o los inhibidores de la anhidrasa carbónica), tienen el efecto contrario”(Moreno-Brea, 2005).

Posteriormente en la excreción renal del AAS, donde el pH de la orina nos indica la presencia de salicilatos, así a medida que aumenta el pH de la orina volviéndose alcalina (valor > 7), la excreción de salicilatos aumenta hasta 10 veces, de este modo aproximadamente el 10% de una dosis administrada se excreta en la orina como ácido salicílico, el 75% como ácido salicílico, y el 5% como el acilo, y el 10% como fenólico; como se muestra en la siguiente tabla (Tabla 1):

Tabla 39 Propiedades farmacocinéticas (Miles y Furman, 2018)

<b>Propiedades farmacocinéticas</b>	
<b>Absorción</b>	Velocidad de absorción: tabletas simples ¼ 60 min, tabletas solubles ¼ 20–30 min; administración oral.
<b>Metabolismo</b>	La aspirina se hidroliza rápidamente en el plasma a ácido salicílico. El ácido salicílico se conjuga en el hígado para formar ácido salicilúrico, un glucurónido fenólico, un acil glucurónido y otros metabolitos menores ( <a href="#">Brayfield, 2018</a> ). La aspirina es metabolizada por las enzimas del citocromo P450 a ácido gentísico.
<b>Vida plasmática</b>	La vida media plasmática del salicilato se alarga a medida que aumenta la dosis. A 300–650 mg, la vida media es de 3.1 a 3.2 h, mientras que a 1 g la vida media es de 6 h.
<b>Rutas de eliminación</b>	La eliminación del ácido salicílico sigue una cinética de orden cero. Los niveles plasmáticos de aspirina son casi indetectables 1–2 h después de la administración. Excreción renal del medicamento sin cambios depende del pH de la orina. Por lo tanto, a medida que el pH de la orina aumenta, la excreción renal de ácido salicílico aumenta de <5% a> 80%. Típicamente, aproximadamente el 10% de una dosis administrada se excreta en la orina como ácido salicílico, el 75% como ácido salicilúrico, y el 5% como el acilo, y el 10% como el fenólicos, glucurónidos.

Es así, como al consumir fármacos o sustancias que alcalinicen el pH del medio, la excreción de los salicilatos, en este caso será mayor pues, inhibe la reabsorción, y por el contrario si se

administra una sustancia que acidifique el medio, los salicilatos serán reabsorbidos más fácilmente y su excreción urinaria se verá disminuida, como describe Bruton:

“La ionización de un ácido débil es pH dependiente. Los salicilatos son ácidos débiles con un pKa en torno a 3,5. Después de la filtración renal un 50% de las moléculas están en forma no ionizada (se reabsorben con facilidad) y un 50% en forma ionizada (se excretan con facilidad). A medida que se incrementa el pH urinario, aumenta el porcentaje de moléculas ionizadas y el resultado neto es menor reabsorción tubular y, por tanto, mayor excreción renal de salicílico” (Bruton, 2007).

Para medición y de la modificación de acidez o alcalinidad, en esta investigación se realizan pruebas de pH ya que “La homeostasis renal ácido-base se divide en dos procesos: la reabsorción del bicarbonato filtrado, que se lleva a cabo fundamentalmente en el túbulo contorneado proximal, y la excreción de ácidos en la nefrona distal podrían orientar hacia el tipo de acidosis tubular renal, como el pH urinario, la medición de diversos electrolitos en la sangre y en la orina y la medición de la filtración glomerular”(Rocha-Gómez, Zaltzman-Girshévich, y García-de la Puente, 2015).

### **Marco epistémico**

¿En cuál combinación de fármacos la excreción urinaria del salicilato es mayor, con respecto a las mediciones de pH en las muestras de orina después de suministrar únicamente AAS y AAS en combinación con bicarbonato a los 120 minutos?

### **Objetivos**

#### **General**

Determinar que fármaco o la combinación de fármacos da lugar a una mayor excreción de salicilatos en la orina a los 120 minutos después de ser ingeridos.

#### **Particulares**

Medir el pH de cada una de las muestras de orina para conocer la presencia de salicilatos.

Comparar los valores pH de salicilatos de las diferentes muestras.

#### **Hipótesis**

H<sub>1</sub> Existe una diferencia significativa en los valores de pH, lo que indica mayor excreción urinaria de salicilatos en la combinación de fármacos Bicarbonato-AAS después de 120 minutos.

#### **Hipótesis nula**

H<sub>0</sub> No existe diferencia significativa en los valores de pH, lo que indica que no hay una mayor excreción urinaria de salicilatos en la combinación de fármacos Bicarbonato-AAS después de 120 minutos



### Metodología

Para la realización de la fase experimental (Tabla 2) se tomaron 18 muestra de 36 individuos, para ello se requirió que no hayan recibido medicación alguna por lo menos 48 horas antes de iniciar las pruebas, que no presenten hipersensibilidad al AAS, sin problemas de sangrado gastrointestinal y que no se encuentren en periodo menstrual, tales especificaciones son de connotación imprescindible pues turbaría la veracidad de los resultados.

Después de la ingesta oral de los fármacos para cada uno de los individuos se llevó a cabo un registro-control de tiempo, posteriormente se realizó la toma de muestra de orina, para cada una de se midió el pH con tiras, sumergiendo éstas en la muestra de orina para después comparar los valores obtenidos con el código de escala de colores, y registrando el resultado de pH obtenido.

Tabla 40 Proceso de fase experimental - muestras

	AAS	BICARBONATO + AAS
<b>T<sub>0</sub></b>	18 individuos Micción intermedia sin la administración de fármaco, siendo esta la muestra control.	18 individuos Micción intermedia sin la administración de fármaco, siendo esta la muestra control.
<b>Inicio de conteo de tiempo</b>	Administración oral de 500 mg de AAS con 500 ml de agua.	Administración oral de 1 g de bicarbonato disuelto en 250 ml de agua, después de 5 minutos suministrar 500 mg de AAS con 250 ml de agua.
<b>T<sub>1</sub></b> (60 minutos)	Primera toma de muestra con fármaco.	Primera toma de muestra con fármaco.
<b>T<sub>2</sub></b> (120 minutos)	Segunda toma de muestra con fármaco.	Segunda toma de muestra con fármaco.

Ulteriormente para el procesamiento de datos obtenidos se utilizará el software estadístico SPSS Statistics® versión 21 (Statistical Package for the Social Sciences) para Windows, donde efectuará un análisis estadístico paramétrico de muestras relacionadas o emparejadas ya que se realiza una comparación de la misma muestra en diferente tiempos; también se aplicará una evaluación a los datos con pruebas de normalidad: “los valores de la variable dependiente deben seguir una distribución normal; por lo menos, en la población a la que pertenece la muestra”( Rubio, 2012); de igual manera se aplicará el parámetro de Shapiro-

Wilk, ya que es una muestra menor a 30 datos obtenidos y posteriormente se realizará una prueba paramétrica de tipo estadística llamada T de Student, ya que esta nos indica la existencia de una diferencia significativa en los pH, entre las muestras de orina basales y sus respectivas posteriores, cuando ha sido consumido el fármaco; “las pruebas paramétricas son un tipo de pruebas de significación estadística que cuantifican la asociación o independencia entre una variable cuantitativa y una categórica”(Rubio, 2012), de este modo se ejecuta una comparación de la variación de pH y la relación con la excreción de salicilatos en orina, orientándonos a una conclusión con respecto a la mayor excreción de salicilatos.

### Resultados

Después de la fase experimental donde se midió el pH en las diferentes muestras de orina en los tiempos indicados en cada fármaco, se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla 3).

Tabla 41 Valores de pH obtenidos

pH B+AAS		pH AAS	
T0	T2	T0	T2
5	7	6.5	6
6	7.5	6	6
6.5	8.5	6.5	6.5
8	8.5	6	6
6.5	6	6.5	7.5
7	6.8	6.5	6.5
8	8.5	6.5	7
6.5	7	6.5	7.0
5	7.5	6.0	7.0
6.0	6.5	6.0	7.0
5	7.3	6.0	7.0
6	7.5	6.5	7.5
6.5	7.5	6	6
6.5	7.5	6	6.5

6	6	6.5	7.5
6.5	7.5	6.5	6.5
6.5	8.0	6	6.5
6	7.5	6.5	6.5

Posteriormente se realizaron pruebas de normalidad con el software IBM SPSS Statistics®, para cada uno de los grupos: AAS y B+AAS. Obteniendo lo siguiente:

*Tabla 42 Prueba de normalidad AAS*

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PHAAST0	.349	17	.000	.642	17	.000
PHAAST2	.180	17	.144	.884	17	.038

*Tabla 43 Prueba de normalidad B + AAS*

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PHBAAST0	.253	19	.002	.873	19	.016
PHBAAST2	.199	19	.047	.911	19	.076

Observamos en la tabla 4, con base en el análisis Shapiro-Wilk, un valor para el tiempo 0 un valor de 0.000 y para el tiempo 2 un valor de 0.038, los cuales al compararlos con el valor de prueba (0.05), nos indican que son menores, por lo tanto, no hay una distribución normal de los datos, ya que los valores medidos son muy similares.

En la tabla 5, al aplicar el análisis de Shapiro-Wilk, nos arroja un valor de 0.016 para el tiempo 0, el cual por ser menor a el valor de prueba (0.05) nos indica que no hay una distribución normal de los datos, no obstante para el tiempo 2 el valor es de 0.076 mayor que 0.05, siendo así que, en este si hay una distribución normal en los datos pues los datos están dentro de un rango de normalidad, sin asemejarse mucho o dispararse.

Posteriormente se aplicó la prueba T de Student obteniendo lo siguiente:

Tabla 44 Prueba T de Student AAS

		Prueba de muestras relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Diferencias relacionadas							
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	PHAAST0 - PHAAST2	- .44118	.49631	.12037	- .69636	- .18600	-3.665	16	.002

Tabla 45 Prueba T de Student B + AAS

		Prueba de muestras relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Diferencias relacionadas							
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	PHBAAST0 - PHBAAST2	- 1.1105 3	.86274	.19793	-1.52636	- .69470	-5.611	18	.000

En la tabla 6 se puede observar que al aplicar la prueba paramétrica el valor es de 0.002 lo cual indica que si hay una diferencia significativa entre los tiempos 0 y 2 en la administración del AAS.

La tabla 7 arroja un valor de 0.000 menor al valor de prueba de (0.05), de este modo se determina que hay una diferencia significativa entre los tiempos 0 y 2 en la administración de Bicarbonato y AAS.

Los valores que se obtienen de la tabla 5 y 6, al ser comparados, se puede determinar que hay una mayor diferencia significativa en la administración de Bicarbonato con AAS que la administración única de AAS.

También se obtuvieron descriptivos estadísticos (tablas 8 y 9) en los cuales se extraen las medias de los diferentes fármacos y tiempos para así corroborar lo planteado anteriormente con base en la aplicación de la prueba T de Student, respecto a la mayor diferencia significativa, con ello se realiza una comparación gráfica.

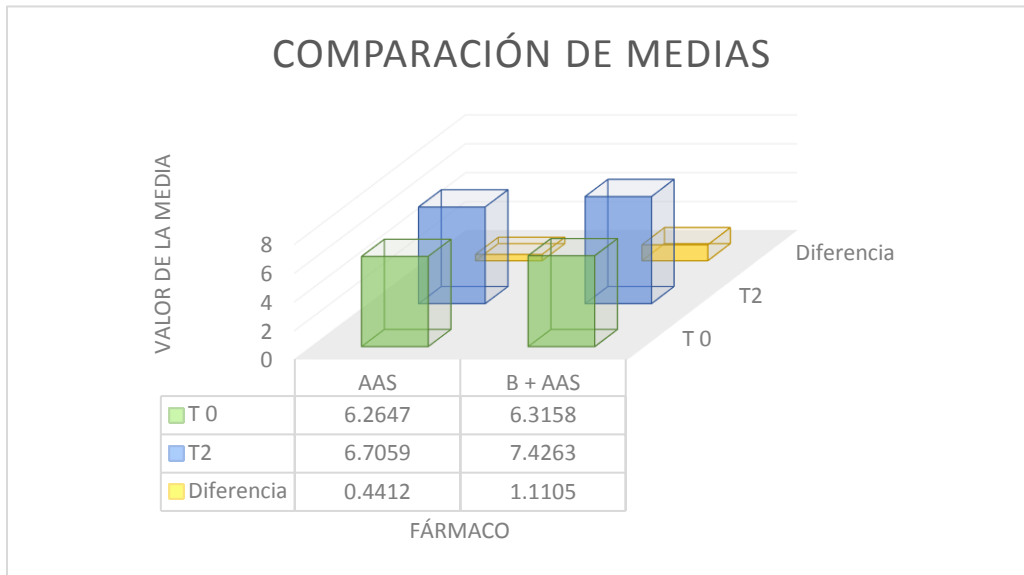
*Tabla 46 Estadísticos descriptivos AAS (media)*

Descriptivos		Estadístico
PHAAST0	Media	6.2647
PHAAST2	Media	6.7059

*Tabla 47 Estadísticos descriptivos B + AAS (media)*

Descriptivos		Estadístico
PHBAAST0	Media	6.3158
PHBAAST2	Media	7.4263

Gráfica 1 Comparación de medias entre fármacos



En la gráfica 1 se aprecia de manera visual, los valores que corresponden a las medias de cada fármaco en cada tiempo, así como también su respectiva diferencia, a partir del análisis de los datos descriptivos; de este modo se resalta un mayor contraste de valores en la combinación del fármaco B + AAS, lo cual nos indica una diferencia significativa mayor en sus mediciones de pH.

### Conclusiones

Ulteriormente de realizar las mediciones de pH de cada una de las muestras, aplicar las pruebas de normalidad Shapiro-Wilk y la prueba paramétrica estadística T de Student, los resultados reflejan un valor mucho menor en comparación con el valor de prueba (0.005), en la combinación de B + AAS, lo cual indica una diferencia significativa; por lo tanto, hay una mayor presencia de salicilatos excretados cuando se ingiere bicarbonato y 5 minutos posteriores AAS, esto es debido a que el bicarbonato alcaliniza el medio, inhibiendo la reabsorción y excretando los salicilatos, en comparación la ingesta del AAS sin alguna otra modificación o implementación pues lleva a cabo su ciclo de absorción y excreción normal.

Es así como se da respuesta a la pregunta de investigación, donde se busca determinar el fármaco o la combinación de fármacos de que dan lugar a una mayor excreción de salicilatos a los 120 minutos posteriores de su administración, con base en las mediciones de pH de orina, de este modo se valida la hipótesis ( $H_1$ ) planteada; partiendo de los valores de pH, la mayor excreción de salicilatos en orina a los 120 minutos posteriores de la ingesta del fármaco es con la combinación de Bicarbonato y AAS.

### Referencias

- Bhagavan, N. V., y Ha, C.-E. (2015). Water, Acids, Bases, and Buffers. En *Essentials of Medical Biochemistry* (pp. 11-20). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416687-5.00002-6>
- Bruton, L. L. (2007). *Las bases farmacológicas de la Terapéutica* (11.<sup>a</sup> ed.). Colombia: Mc Graw-Hill.
- Jacome, R. (2016). HistoriaMedicamentos.pdf. Recuperado 3 de octubre de 2019, de [http://www.medinformatica.com/OBSERVAMED/PAT/HistoriaMedicamentosAJacomeR\\_LIBRO-HX\\_MedicamentosANMdecolombia.pdf](http://www.medinformatica.com/OBSERVAMED/PAT/HistoriaMedicamentosAJacomeR_LIBRO-HX_MedicamentosANMdecolombia.pdf)
- Kanani, K., Gatoulis, S. C., y Voelker, M. (2015). Influence of Differing Analgesic Formulations of Aspirin on Pharmacokinetic Parameters. *Pharmaceutics*, 7(3), 188-198. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics7030188>
- María José Rubio Hurtado, V. B. S. (2012, julio). *Cómo aplicar las pruebas paramétricas bivariadas t de Student y ANOVA en SPSS. Caso práctico*. 5(2). Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/41554689.pdf>
- Moreno-Brea, M. R. (2005). Tolerabilidad de Aspirina. *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, 12(6), 357-372. Recuperado de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1134-80462005000600006&lng=es&nrm=iso&tlng=en](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1134-80462005000600006&lng=es&nrm=iso&tlng=en)
- Rocha-Gómez, M. I., Zaltzman-Girshévich, S., y García-de la Puente, S. (2015). Utilidad de la recolección de orina de dos horas para el diagnóstico del tipo de acidosis tubular renal. *Acta Pediátrica de México*, 36(4), 322. <https://doi.org/10.18233/APM36No4pp322-329>
- Schrör, K. (2016). *Acetylsalicylic Acid*. Ed. John Wiley y Sons.

Stevens, H., Voelker, M., Gow, L., MacDougall, F., y Bieri, G. (2019). In-vivo disintegration and absorption of two fast acting aspirin tablet formulations compared to ibuprofen tablets using pharmacoscintigraphy. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 51, 535-541.  
<https://doi.org/10.1016/j.jddst.2019.02.027>