



**UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA**

**REPRESENTACIONES EPISTEMOLÓGICAS DEL PROFESORADO DE  
BIOLOGÍA EN FORMACIÓN INICIAL  
SOBRE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

TESIS PARA OPTAR AL GRADO Y/O TÍTULO DE LICENCIADO EN EDUCACIÓN EN  
BIOLOGÍA Y PEDAGOGÍA EN BIOLOGÍA CON MENCIÓN EN CIENCIAS NATURALES

**AUTORA: DANIELA ROSALÍA PAÑINAO YÁÑEZ**  
**PROFESORA GUÍA: Dra. XIMENA VILDÓSOLA TIBAUD**

SANTIAGO DE CHILE, DICIEMBRE DE 2024



UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

**REPRESENTACIONES EPISTEMOLÓGICAS DE PROFESORADO DE  
BIOLOGÍA EN FORMACIÓN INICIAL  
SOBRE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

MEMORIA DE TÍTULO PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN  
EDUCACIÓN EN BIOLOGÍA Y PEDAGOGÍA EN BIOLOGÍA CON MENCIÓN EN  
CIENCIAS NATURALES

ESTUDIANTE: Daniela Pañinao Yáñez.

PROFESORA GUÍA: Ximena Vildósola Tibaud.

Aprobada:

Profesor/a guía : \_\_\_\_\_ Fecha : \_\_\_\_\_

Profesor/a corrector : \_\_\_\_\_ Fecha : \_\_\_\_\_

Profesor/a corrector : \_\_\_\_\_ Fecha : \_\_\_\_\_

Aprobada:

Director/a del

Departamento de : \_\_\_\_\_ Fecha : \_\_\_\_\_

Biología

*Dedico esta Memoria de Título a:*

*Mi familia y amigos más cercanos por su apoyo y cariño incondicional. En especial al amor de vida Steven, por su afecto y cuidado infinito que alentaron mis sueños y energía, gracias por ser mi pilar e inspiración.*

*-Daniela Rosalía Pañinao Yáñez.*

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a cada uno de los miembros de mi familia, por brindarme su apoyo y comprensión, en especial agradezco a mi madre, todo su esfuerzo durante mi formación académica me permitió alcanzar mis metas y sueños, a mi hermanita Amanda, para quien pretendo ser una inspiración, tal como ella lo ha sido desde que llegó a mi vida.

Agradezco también el apoyo, cuidado y motivación brindado por la familia Riquelme Llancajón, quienes se convirtieron en mi lugar seguro durante todo este proceso. A mis amigos Matías, Abraham y Luis, gracias por los recuerdos y momentos compartidos que han hecho de mi educación superior una de las experiencias más felices de mi vida.

A mi pareja, Steven Nicolado Llancajón, por su infinito amor, cuidado, comprensión y valentía, que han fortalecido cada decisión y logro, permitiendo en gran medida la finalización de esta etapa, gracias por compartir este camino junto a mí, te amo infinitamente.

Deseo expresar mi gratitud a mi profesora guía, Ximena Vildósola Tibaud, por confiar en mis capacidades y brindarme las oportunidades necesarias para desarrollarlas aún más. Asimismo, agradezco al profesor Mario Quintanilla Gatica, mi co-tutor y director del proyecto FONDECYT 1231325, por ofrecerme la oportunidad de llevar a cabo este estudio, lo cual ha enriquecido significativamente mi desarrollo profesional y académico.

Finalmente, agradezco al Departamento de Biología de la UMCE, por su formación y preocupación, que han forjado un espacio seguro para el crecimiento profesional de quienes tienen la vocación de educar y ser agentes de cambio en la educación chilena. El poder transformador reside en esas salas del subterráneo, en cada uno/a de los/as académicos/as y, sobre todo, en el personal que hace de nuestro espacio de estudio un verdadero hogar.

*- Daniela Rosalía Pañinao Yáñez*

## INDICE GENERAL

<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>iv</b>
<b>INDICE GENERAL .....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>7</b>
<b>INDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>9</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>10</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>15</b>
<b>1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>15</b>
<b>1.3.1 Objetivo General .....</b>	<b>16</b>
<b>1.3.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>16</b>
<b>CAPITULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1 APROXIMACIONES ACTUALES ACERCA DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1.1 Alfabetización Científica.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1.2 Naturaleza de la Ciencia .....</b>	<b>25</b>
<b>2.1.3 Competencias Científicas.....</b>	<b>36</b>
<b>2.1.4 Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje .....</b>	<b>42</b>
<b>2.1.5 Evaluación de los Aprendizajes Científicos .....</b>	<b>45</b>
<b>2.1.6 Resolución de Problemas Científicos.....</b>	<b>51</b>
<b>2.2 FILOSOFIA DE LAS CIENCIAS NATURALES .....</b>	<b>54</b>
<b>2.2.1 Racionalismo Positivista .....</b>	<b>54</b>
<b>2.2.2 Racionalismo Moderado .....</b>	<b>59</b>
<b>2.3 REPRESENTACIONES EPISTEMOLÓGICAS DEL PROFESORADO EN EJERCICIO Y FORMACIÓN INICIAL DOCENTE.....</b>	<b>61</b>
<b>2.3.1 Representaciones epistemológicas en las Ciencias Naturales .....</b>	<b>61</b>
<b>2.3.2 Representaciones epistemológicas en los/as estudiantes universitarios.....</b>	<b>62</b>
<b>2.3.3 Representaciones epistemológicas en Formación Inicial Docente .....</b>	<b>72</b>
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>76</b>
<b>3.1 FUNDAMENTACIÓN EPISTEMOLÓGICO DEL ENFOQUE MIXTO .....</b>	<b>76</b>
<b>3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>78</b>

<b>3.3 TÉCNICAS DE RECOGIDA DE DATOS .....</b>	<b>79</b>
<b>3.3.1 Fase Cuantitativa.....</b>	<b>80</b>
<b>3.3.2 Fase Cualitativa .....</b>	<b>81</b>
<b>3.4 TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS.....</b>	<b>82</b>
<b>3.4.1 Técnicas de Análisis Cuantitativo .....</b>	<b>82</b>
<b>3.4.2 Técnicas de Análisis Cualitativo .....</b>	<b>82</b>
<b>3.5 TIPO DE MUESTREO.....</b>	<b>84</b>
<b>3.6 CONTEXTO Y MUESTRA DEL ESTUDIO .....</b>	<b>84</b>
<b>3.6.1 Contexto de la Investigación.....</b>	<b>84</b>
<b>3.6.2 Caracterización de la Muestra .....</b>	<b>85</b>
<b>3.6.3 Edad.....</b>	<b>86</b>
<b>3.6.4 Género .....</b>	<b>87</b>
<b>3.6.5 Dependencia Institucional de Egreso.....</b>	<b>89</b>
<b>3.6.6 Proyecto Educativo Institucional de Egreso .....</b>	<b>90</b>
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>93</b>
<b>4.1 RESULTADO, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN CUANTITATIVA.....</b>	<b>93</b>
<b>4.1.1 Resultados Cuantitativos, Análisis y Discusión general por Dimensión.....</b>	<b>93</b>
<b>4.1.2 Resultados Cuantitativos, Análisis y Discusión específica por Dimensión, tipo de Racionalismo, y por Nivel del Trayecto Formativo.....</b>	<b>100</b>
<b>4.2 RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN CUALITATIVA.....</b>	<b>140</b>
<b>4.2.1 Resultados, análisis y discusión de los argumentos aportados por la muestra cualitativa.....</b>	<b>140</b>
<b>4.2.2 Análisis del contenido de los enunciados aportados por la muestra .....</b>	<b>166</b>
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES, IMPLICANCIAS, LIMITANTES Y PROYECCIONES.....</b>	<b>192</b>
<b>5.1 CONCLUSIONES.....</b>	<b>192</b>
<b>5.1.1 Conclusiones para el Objetivo General .....</b>	<b>192</b>
<b>5.1.2 Conclusiones para los Objetivo Especifico.....</b>	<b>193</b>
<b>5.2 IMPLICANCIAS.....</b>	<b>196</b>
<b>5.3 LIMITACIONES .....</b>	<b>197</b>
<b>5.4 PROYECCIONES.....</b>	<b>198</b>
<b>CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>200</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> .....	<b>27</b>
Publicaciones acerca de la Naturaleza de la ciencia recopiladas de las principales revistas de investigación en didáctica de las Ciencias Naturales, 2010-2024 .....	27
<b>Tabla 2</b> .....	<b>37</b>
Definiciones y algunos aportes relevantes del concepto Competencias Científicas.....	37
<b>Tabla 3</b> .....	<b>69</b>
Representaciones epistemológicas de acuerdo con el modelo de Duell y Schommer (2001).....	69
<b>Tabla 4</b> .....	<b>79</b>
Modelo del Diseño Metodológico Mixto de Investigación .....	79
<b>Tabla 5</b> .....	<b>80</b>
Características de las opciones de respuestas de la Escala Likert .....	80
<b>Tabla 6</b> .....	<b>81</b>
Descripción general de las Dimensiones y Afirmaciones del Instrumento .....	81
<b>Tabla 7</b> .....	<b>83</b>
Análisis conceptual y clasificación de las respuestas cualitativas por Dimensión y Nivel Formativo, según tipo de Racionalismo .....	83
<b>Tabla 8</b> .....	<b>85</b>
Descripción de la Muestra según Niveles Educativo.....	85
<b>Tabla 9</b> .....	<b>86</b>
Clases Etarias de los/as estudiantes de Biología en Formación Inicial Docente según Nivel Formativo .....	86
<b>Tabla 10</b> .....	<b>87</b>
Distribución de Género de los/as estudiantes de Biología en Formación Inicial Docente según Nivel formativo .....	87
<b>Tabla 11</b> .....	<b>89</b>
Distribución de la Dependencia Institucional de egreso de los/as estudiantes de Biología en Formación Inicial Docente según Nivel formativo.....	89
<b>Tabla 12</b> .....	<b>91</b>
Distribución del PEI según Nivel Formativo los/as estudiantes de Biología en Formación Inicial Docente .....	91

<b>Tabla 13</b> .....	<b>94</b>
Medias de Frecuencias de las respuestas de los/as estudiantes FIDBIO, por dimensión según Racionalismo .....	94
<b>Tabla 14</b> .....	<b>101</b>
Distribución de Respuestas de Estudiantes FIDBIO en la Dimensión I. Enseñanza de las Ciencias según Tipo de Racionalismo y Nivel Formativo .....	101
<b>Tabla 15</b> .....	<b>109</b>
Distribución de Respuestas de Estudiantes FIDBIO en la Dimensión II. Aprendizaje de las Ciencias según Tipo de Racionalismo y Nivel Formativo .....	109
<b>Tabla 16</b> .....	<b>116</b>
Distribución de Respuestas de Estudiantes FIDBIO en la Dimensión III. Evaluación de los Aprendizajes Científicos según Tipo de Racionalismo y Nivel Formativo .....	116
<b>Tabla 17</b> .....	<b>123</b>
Distribución de Respuestas de Estudiantes FIDBIO en la Dimensión IV. Resolución de Problemas Científicos según Tipo de Racionalismo y Nivel Formativo .....	123
<b>Tabla 18</b> .....	<b>131</b>
Distribución de Respuestas de Estudiantes FIDBIO en la Dimensión V. Competencias del Pensamiento Científicos según Tipo de Racionalismo y Nivel Formativo .....	131
<b>Tabla 19</b> .....	<b>141</b>
Resultados del Análisis Aleatorio de Respuestas Abiertas por Dimensión según Nivel Formativo .....	141
<b>Tabla 20</b> .....	<b>167</b>
Análisis conceptual y clasificación de las respuestas cualitativas por Dimensión y Nivel Formativo, según tipo de Racionalismo .....	167

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> .....	<b>41</b>
Agencia de Calidad de la Educación (2022).....	41
<b>Figura 2</b> .....	<b>42</b>
PISA 2022 Results, Volume I (2023) .....	42
<b>Figura 3</b> .....	<b>48</b>
El ciclo de la evaluación (Maki, 2010) .....	48
<b>Figura 4</b> .....	<b>82</b>
Parte III. Argumentación o Explicación, Cuestionario C-4BQ-2024 .....	82
<b>Figura 5</b> .....	<b>87</b>
Clases Etarias de los/as estudiantes de Biología en Formación Inicial Docente según Nivel formativo .....	87
<b>Figura 6</b> .....	<b>88</b>
Distribución de Género de los/as estudiantes FIDBIO según Nivel formativo .....	88
<b>Figura 7</b> .....	<b>90</b>
Distribución de la Dependencia Institucional de egreso según Nivel formativo.....	90
<b>Figura 8</b> .....	<b>91</b>
Distribución del PEI según Nivel Formativo.....	91
<b>Figura 9</b> .....	<b>99</b>
Representación de las medias de frecuencia por dimensión del cuestionario C-4B1-2024 según Racionalismo .....	99

## **RESUMEN**

Las representaciones epistemológicas de estudiantes en Formación Inicial Docente en ciencias y, especialmente de Biología, son esenciales para construir una visión adecuada de la Enseñanza de las Ciencias. Estas representaciones influyen en la práctica docente, reflejando compromisos epistemológicos y de aprendizaje que afectan la enseñanza (Ramírez, 2017). Asimismo, permiten identificar racionalismos positivistas o moderados en la concepción y en las prácticas docentes. Según Sanmartí (2000), es vital comprender cómo se aprende y enseña el conocimiento científico, evitando enfoques empíricos o reproductivos. En la formación inicial, estas representaciones impactan la comprensión de las ciencias, influyendo en la interpretación del conocimiento científico (Schommer, 1990). Por ello es crucial profundizar en las representaciones epistemológicas de los/as futuros/as docentes de Biología y su evolución durante la formación. Esta investigación tiene como objetivo determinar las representaciones epistemológicas del profesorado de Biología en formación inicial sobre la Enseñanza de las Ciencias. Utilizando el enfoque de investigación mixto, se recopilan datos mediante el cuestionario C-4BQ-2024, tipo escala Likert, que incluye un apartado de respuesta abierta de naturaleza cualitativa. Los resultados permitirán establecer y caracterizar las representaciones epistemológicas presentes en el profesorado de Biología en formación inicial.

**PALABRAS CLAVE:** Representaciones Epistemológicas, Formación Inicial Docente, Enseñanza de las Ciencias.

## INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de la educación en ciencias, las representaciones epistemológicas de los/as futuros/as docentes desempeñan un papel crucial en la construcción de una enseñanza efectiva y significativa. Estas representaciones, entendidas como las creencias y conceptos que los/as estudiantes en formación poseen sobre el conocimiento científico, influyen directamente en el rendimiento académico, en su práctica docente y por ende en la forma que son transmitidos los conceptos científicos hacia sus futuros/as estudiantes. La importancia de estudiar las representaciones epistemológicas radica en su capacidad para revelar compromisos epistemológicos y de aprendizaje que subyacen en la práctica educativa (Ramírez, 2017). Conocer estas creencias permite identificar enfoques que van desde el positivismo hasta las perspectivas más modernas, influenciando la forma en que se concibe y aborda la enseñanza, evitando que esta sea un mero producto de prácticas empiristas o reproductivas (Sanmartí, 2002) donde la Formación Inicial Docente tiene un papel crucial, pues es cuando se puede llevar a cabo la intervención y un cambio en el modelo de representaciones que favorezcan mejores resultados en su posterior desempeño profesional (Murphy et al., 2004).

Esta investigación se propone explorar las representaciones epistemológicas de los estudiantes de Biología en formación inicial, analizando los cambios durante el trayecto formativo. A través de un enfoque mixto de investigación, se utilizará el cuestionario C-4BQ 2024 para recolectar datos que permitan caracterizar estas representaciones. La evidencia contribuirá a identificar los cambios de las representaciones epistemológicas durante la formación inicial, proporcionando orientaciones para fortalecer este proceso formativo y promoviendo, a su vez, una mejora continua en la calidad de la enseñanza de las ciencias en la educación escolar.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

Capítulo dedicado al problema de investigación y sus principales fundamentos, junto con la formulación de la pregunta de investigación y la definición de los objetivos generales y específicos

## **CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

El presente capítulo aborda la importancia de explorar las Representaciones epistemológicas en los/as estudiantes en Formación Inicial Docente en Biología, considerando la importancia de su estudio en cuanto a la influencia de estas representaciones en la comprensión del conocimiento científico, en las concepciones que poseen los/as estudiantes acerca de la Enseñanza de las Ciencias y por lo tanto el potencial impacto en las futuras prácticas docentes. Además, el capítulo presenta los propósitos, objetivos generales y específicos que orientan la investigación acerca de las Representaciones epistemológicas.

### **1.1 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Como futura profesora de pedagogía en Biología mi posicionamiento desde la enseñanza de ciencias se centra en lograr aprendizajes que desarrollen habilidades científicas y una visión de las ciencias que les permitan a los/as estudiantes formar parte de una comunidad de sujetos activos/as e integrales en sociedad. En este sentido la Enseñanza de las Ciencias debe apuntar al desarrollo de capacidades y actitudes que permitan al estudiantado vivir y desenvolverse en su realidad cívica y personal, dotado de un pensamiento crítico y reflexivo en coherencia con las propuestas recientes de la Alfabetización Científica.

De acuerdo con lo anterior, desde el contexto nacional en los últimos quince años la Enseñanza de las Ciencias y la Biología desde los establecimientos educacionales ha estado experimentando una serie de cambios y reformas que han dado lugar a la adopción de diversos enfoques pedagógicos. La Ley General de Educación No.20.370 (LGE) del año 2009, propone en su Artículo 2, párrafo 1, que el aprendizaje es el proceso permanente que abarca las distintas etapas de la vida de las personas y que tiene como finalidad alcanzar su desarrollo espiritual, ético, moral, afectivo, intelectual, artístico y físico, mediante la transmisión y el cultivo de valores, conocimientos y destrezas. Esto implica acercar a los/as estudiantes a una educación integral y contextualizada en el respeto y valoración de los derechos humanos y de las libertades fundamentales, de la diversidad multicultural y de la paz, y de nuestra identidad nacional, capacitando a las personas para conducir su vida en forma plena, para convivir y participar en forma responsable, tolerante, solidaria, democrática y activa en la comunidad, y para trabajar y contribuir al desarrollo del país.

Por otra parte, la literatura especializada ha mostrado que la perspectiva actual de Alfabetización Científica ha evolucionado hacia un constructo entendido como una determinada manera de pensar, fundada en la capacidad de que los/as estudiantes apliquen en su vida los conocimientos y las habilidades aprendidas, haciéndose preguntas críticas sobre los fenómenos y obteniendo conclusiones basadas en la evidencia (MINEDUC, 2018), esta visión de la Alfabetización Científica se extiende desde los niveles de educación escolar básica a enseñanza media adquiriendo un carácter progresivo en cuanto a la adquisición de saberes y competencias que pretenden lograr en los y las estudiantes el desarrollo de conceptos e ideas básicas de la ciencia para comprender la experiencias y situaciones cercanas y, así, generar soluciones creativas para los problemas cotidianos (Guerrero y Torres, 2020). En este sentido, Yacoubian (2017) sostiene que la Alfabetización Científica en el curriculum escolar debe servir para formar ciudadanos/as que puedan contribuir a la reproducción social consciente, esto con planes de estudio de ciencias que deben ofrecer amplias posibilidades de experiencias de aprendizaje para que los futuros ciudadanos aborden cuestiones sociales basadas en la ciencia, con espacios disponibles para que tanto estudiantes como profesores definan nuevas cuestiones sociales basadas en la ciencia que les interesen y/o redefinan cuestiones de manera significativa para ellos/as. El autor también enfatiza en la importancia de que los futuros ciudadanos desarrollen una mentalidad crítica porque eventualmente necesitarían emitir juicios sobre qué creer o hacer (Yacoubian, 2012, 2015), que les permita ir más allá de lo explícito, aprender a cavar debajo de la superficie para examinar lo que hay bajo esa superficie y evaluar el impacto de lo explícito e implícito en el mundo.

A su vez Quintanilla (2020), sostiene que la población debe desarrollar una cultura de alfabetización científico-tecnológica que le permita acercarse, interpretar, intervenir y transformar la realidad. Esto resulta esencial, ya que vivimos en un entorno dinámico, caracterizado por profundas y complejas transformaciones impulsadas por la ciencia y la tecnología. Esas fuerzas actúan como motores de cambio que, inevitablemente, impactan y seguirán impactando tanto los sistemas productivos como la vida cotidiana de las personas. Una idea similar es planteada por Ravanal et al. (2012), desde el rol fundamental que cumple el profesorado en la Alfabetización Científica, en la cual la concepción sobre enseñanza de la ciencia declarada por el profesorado de ciencias debe virar hacia nuevos modelos teóricos,

lo cual sería posible mediante la formación de profesores/as de ciencias experimentales autónomos e innovadores, con criterios fundamentados en referentes teóricos y prácticos, de forma que la toma de decisiones no sea producto del azar o de prácticas totalmente empiristas o reproductivas (Samartí, 2002). De este modo, dichas decisiones presentan racionalismos y acciones profesionales que no son del todo conscientes, habitando en lo declarativo y procedimental desde las representaciones epistemológicas presentes durante toda la formación inicial del profesorado de ciencias, pues tal como el estudiantado escolar, el estudiantado de educación superior también posee perspectivas alternativas sobre el aprendizaje de las ciencias (Driver, 1989).

Por lo anterior, cobra relevancia poner el foco en cómo profesores de Biología en formación inicial representan epistemológicamente la ciencia, el conocimiento científico y su enseñanza. Se explora en las representaciones epistemológicas del profesorado en Formación Inicial Docente de Biología acerca de la Enseñanza de las Ciencias, desde dos perspectivas, el Racionalismo Positivista y el Racionalismo Moderado. De este modo, desde un enfoque mixto de investigación, será posible establecer las racionalidades epistemológicas predominantes acerca de la Enseñanza de las Ciencias; se profundizará en estas racionalidades a través del trayecto formativo, es decir, desde los niveles iniciales a finales. Asimismo, desde una perspectiva cualitativa, se analiza las explicaciones que elaboran sobre la problemática aportando elementos propios de la argumentación sobre el tema.

Por lo tanto, para este estudio se plantea la siguiente pregunta de investigación.

## **1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuáles son las representaciones epistemológicas del profesorado de Biología en formación inicial acerca de Enseñanza de las Ciencias Naturales, desde las perspectivas del racionalismo positivista y racionalismo moderado?

## **1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

Para responder a la pregunta de investigación, se plantean el siguiente Objetivo General y los Objetivos Específicos.

### **1.3.1 Objetivo General**

Determinar las representaciones epistemológicas del profesorado de Biología en formación inicial acerca de la Enseñanza de las Ciencias desde las perspectivas del racionalismo positivista y racionalismo moderado considerando el trayecto formativo.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

1. Establecer las representaciones epistemológicas presentes en el profesorado de Biología en formación inicial acerca de la Enseñanza de las Ciencias, desde las perspectivas del racionalismo positivista y racionalismo moderado.
2. Caracterizar las representaciones epistemológicas del profesorado de Biología en formación inicial acerca de la Enseñanza de las Ciencias según el nivel formativo y dimensión de la Enseñanza de las Ciencias, desde las perspectivas del racionalismo positivista y racionalismo moderado.
3. Establecer el racionalismo epistemológico presente en las explicaciones acerca de la Enseñanza de las Ciencias de una muestra cualitativa del profesorado de Biología en formación inicial.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

Capítulo dedicado a los fundamentos teóricos que sustentan la investigación y antecedentes que estructuran el marco teórico

## **CAPITULO II. MARCO TEÓRICO**

En este capítulo se presenta los constructos teóricos que fundamentan la investigación. En primer término, se exponen los elementos teóricos referidos a las representaciones epistemológicas en la Enseñanza de las Ciencias del profesorado de Biología. En segundo término, se presentan los aspectos teóricos y empíricos aportado por la literatura acerca de representaciones epistemológicas del profesorado en formación de Biología acerca de la Enseñanza de las Ciencias.

### **2.1 APROXIMACIONES ACTUALES ACERCA DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

En este apartado se presentan los posicionamientos y constructos que sustentan a la actual Enseñanza de las Ciencias.

#### **2.1.1 Alfabetización Científica**

La Alfabetización Científica (*Scientific Literacy*) emerge en la década de 1950, citada en tres ocasiones por el *Rockefeller Brothers Foundations* en junio de 1958, informando acerca del panorama educacional en Estados Unidos. Este informe buscaba respuestas frente a cómo el país debería hacer frente a los inesperados cambios que se encontraban produciendo tras los descubrimientos científico-tecnológicos y las complejas relaciones que comenzaban a desarrollarse en la sociedad como resultado del mismo desarrollo. Es precisamente la intención de comprender estos cambios lo que promovió la idea de consolidar la educación de científicos/as, matemáticos/as e ingenieros/a, pero también la educación de la ciudadanía mediante la Alfabetización Científica.

Es así como el concepto de Alfabetización Científica en la década de 1960 pasa a ser considerada como una respuesta a la necesidad de desarrollar en los/as ciudadanos/as una mejor comprensión del mundo científico, la ciencia y su rol en la contribución al bienestar e integridad de la humanidad. En este sentido, la Alfabetización Científica se instaura como el conocimiento de la ciencia en un sentido humanista y orientada a desarrollar la capacidad para leer o hablar de ciencia con otros en un nivel de no expertos (Shamos, 1963).

Otro aporte relevante en la década en cuanto a la Alfabetización Científica es el realizado por Pella et al. (1966) equipo de investigadores que realizó el análisis de cien artículos para especificar dentro de la literatura especializada qué se dice respecto a la Alfabetización Científica, como resultado emergieron seis tipos de referencias con su respectiva frecuencia en que se citaban en la literatura revisada:

- 1) Relación entre ciencia y sociedad (67)
- 2) Ética de la ciencia (59)
- 3) La naturaleza de la ciencia (51)
- 4) Conocimiento conceptual (26)
- 5) Ciencia y tecnología (21)
- 6) Ciencia y humanidades (21)

De este estudio también se exponen algunos de los propósitos fundamentales para la Alfabetización Científica, estos hacían referencia principalmente a tres finalidades: i) La preparación de futuros/as científicos/as, ii) Promover un amplio conocimiento para la formación de carreras técnicas, iii) Aportar conocimientos para favorecer una efectiva ciudadanía (Pella et al., 1966). Sin embargo, el estudio no logra proponer una definición para la Alfabetización Científica, logrando únicamente caracterizar las capacidades que una persona alfabetizada científicamente debería poseer como:

- 1) Comprender las relaciones entre ciencia y sociedad.
- 2) Comprender métodos y procesos de la ciencia.
- 3) Poseer conocimientos sobre los conceptos fundamentales de la ciencia.
- 4) Comprender las diferencias entre ciencia y tecnología.
- 5) Comprender las relaciones entre las ciencias y las humanidades, o mejor aún, contemplar la ciencia como una parte de la humanidad.

Si bien durante esta época los avances cualitativos acerca de la Alfabetización Científica estaban orientados al desarrollo de contenidos científicos, la Alfabetización Científica implicaba mucho más, implicaba familiarizarse con los métodos científicos, como los mencionados por Blácido et al. (2022), lograr un conocimiento suficiente en algunos de los campos de la ciencia, y la comprensión del conocimiento científico y sus avances

(Carlton, 1963). Aun así, las relaciones entre ciencia y sociedad, la aplicación a problemas de la vida diaria tenía una escasa atención por parte de científicos/as y del profesorado relacionado con disciplinas científicas.

En la década de 1970, se delimita y clarifica la idea de Alfabetización Científica, fortaleciendo la idea de enseñar ciencia en relación con problemáticas sociales y de la vida cotidiana. Con autores como Showalter (1974), Shen (1975) y O'Hearn (1976) realizando aportes para la construcción de nuevas definiciones operacionales de la Alfabetización Científica.

Iniciando con los aportes de Showalter (1974), al marco teórico de la Alfabetización Científica basado en siete dimensiones que se presentan como un continuum en el progreso de las personas, orientando el proceso de Enseñanza de las Ciencias a todos/as los/as ciudadanos/as, ahondando profundamente en una Alfabetización Científica familiarizada con el grado de acercamiento que posee la ciudadanía a la ciencia, esto siete componentes son:

- 1) Naturaleza de Ciencia
- 2) Conceptos en Ciencia
- 3) Procesos de la Ciencia
- 4) Valores
- 5) Ciencia-Sociedad
- 6) Interés
- 7) Habilidades

Continuando con los aportes de Shen (1975) quien señaló las dimensiones prácticas, cívicas y culturales que debería contener la Alfabetización Científica. A pesar de los valiosos aportes al planteamiento realizado en esta década, aún existían impedimentos para definir operacionalmente la Alfabetización Científica, encontrando en su mayoría, referencias a la diversidad de capacidades y habilidades que cada sujeto puede expresar (Pella, 1976).

Es en la década de 1980 donde se desarrollan diversas definiciones para la Alfabetización Científica, aportadas por la Asociación Nacional del Profesorado de Ciencias (NSTA, 1982), Miller (1983), y la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia

(AAAS, 1989). Así pues, Miller (1983) postula su modelo multidimensional de Alfabetización Científica, compuesto por tres dimensiones:

- 1) Comprensión de las normas y métodos de la ciencia, donde se da relevancia a la naturaleza de la ciencia.
- 2) Comprensión de los términos y conceptos claves de la ciencia, como, por ejemplo, los contenidos del conocimiento científico.
- 3) Comprensión del impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad.

Las dimensiones propuestas por el autor son consideradas como uno de los aportes más relevantes para la consolidación de la Alfabetización Científica. En este sentido la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (1989) propone una de las definiciones para la Alfabetización Científica más extensas e innovadoras en la historia de la educación científica, albergando la naturaleza e historia de la ciencia y de la tecnología, enfatizando en la conexión entre las distintas disciplinas y un amplio marco conceptual del conocimiento científico, de esta forma la institución se refiere a una persona alfabetizada científicamente como:

“Quien comprende que la ciencia, la matemática y la tecnología son interdependientes, que la ciencia es una empresa humana con fortalezas y limitaciones, y comprende los conceptos claves y los principios de la ciencia; está familiarizado con el mundo natural y reconoce en ambos la unidad y la diversidad, y utiliza el conocimiento y el razonamiento científico con propósitos individuales y sociales” (p.4).

Haciendo de esta década una instancia de evaluación crítica hacia los proyectos educativos de años anteriores y planteando reformas en los enfoques de la educación científica, empleando los propósitos de la Alfabetización Científica como referentes para políticas educativas en diversos países como Canadá, Reino Unido y Noruega (Bybee, 1997). Sin embargo, en estos años persiste la incertidumbre sobre el grado de participación del profesorado para producir los cambios requeridos en la práctica de aula (Tobin, 1988), emitiendo incluso duras críticas hacia el profesorado de ciencias acerca del rol de los/as docentes en el aprendizaje de los/as estudiantes. Respecto a lo anterior Vildósola (2009), en

su investigación cita una de las críticas dichas por Roberts (1988), haciendo referencia al descuidado rol del cuerpo docente en la época, pues se esperaba que el estudiantado aprendiera y desarrollará habilidades por ósmosis, es decir de manera espontánea sin considerar documentos curriculares adscritos a la educación.

En la década de 1990 se produce una amplia aceptación en la comunidad científica y en la educación científica sobre la necesidad de promover la Alfabetización Científica en el estudiantado y en la población en general (Bingle y Gaskell, 1994), como un importante desafío social (Sjøberg, 1997). Es así como tras diferentes controversias frente a la Alfabetización Científica, un informe publicado en 1996 por National Research Council (de sus siglas en inglés NRC) menciona una de las definiciones de Alfabetización Científica ampliamente aceptado por los/as especialistas en el área de la Enseñanza de las Ciencias. En esta definición se realizan aportes como los de DeBoer (2000), quien incorpora todos los objetivos de la educación científica que se han identificado a través de los años, haciendo de la definición una versión más amplia y completa, resaltando la importancia de las cuestiones sociales derivadas de la curiosidad acerca de las experiencias de la vida diaria, también menciona que las personas deben poseer habilidades para escribir, explicar y predecir fenómenos naturales, permitiéndole a la ciudadanía identificar problemas científicos subrayando decisiones nacionales y locales y expresando posiciones científicas y técnicas informadas, evaluando la calidad de la información científica en base a su origen y los métodos usados para generarla, así como evaluar argumentos basados en la evidencia y aplicar conclusiones sobre estos argumentos apropiadamente.

Por otra parte, Hand et al. (1999), añade el componente emocional a la definición, aludiendo a la importancia que adquiere el contexto personal en el aprendizaje de las ciencias, comprendiendo que el/la estudiante vive y se desarrolla en un espacio y tiempo único al interior de una comunidad con la cual interacciona de forma activa y permanente. Es en este escenario que cobra relevancia una interdependencia de las dimensiones de la naturaleza de la ciencia e investigación científica; el racionalismo y creencias epistemológicas en la construcción del conocimiento; y la difusión y aplicación del conocimiento científico, dimensiones que deben de alguna forma responder al contexto en el que se desarrolla la vida cívica del estudiantado.

De esta manera es posible evidenciar como emerge la Alfabetización Científica, estructurándose como un concepto dinámico y de constante evolución en la literatura especializada hasta los tiempos actuales. En este sentido Yacoubian (2015), se presenta como uno de los autores relevantes en cuanto a la Alfabetización Científica y su rol en la democracia, postulando en sus primeras obras el pensamiento crítico como un marco teórico para abordar cuestiones sociales basadas en la ciencia y en la ciencia escolar.

Haciendo de la Alfabetización Científica un componente indispensable para la ciudadanía, pues le permite acceder a los procesos democráticos en la toma de decisiones, mediante la exploración crítica en, las cuestiones sociales basadas en la ciencia como, sistemas políticos, sociales y económico en los que indiscutiblemente se moldean determinadas cuestiones sociales basadas en la ciencia (Yacoubian, 2017). La propuesta planteada tiene por finalidad empoderar a los/as futuros/as ciudadanos/as con conocimientos y habilidades que motiven su participación crítica sobre cuestiones sociales basadas en la ciencia sin dar por sentado el *status quo* subyacente. Sin embargo, para lograr este objetivo la Alfabetización Científica debe primar tanto en documentos curriculares como políticos, incorporando los principios de la educación democrática, fomentando experiencias de aprendizaje conscientes y consecuentes con la política contemporánea y animando a los/as futuros/as ciudadanos/as a reflexionar sobre ellas de manera crítica y explícita. En este sentido, los planes de estudio deben disponer de una amplia gama de posibilidades de experiencias de aprendizaje, permitiéndole a las personas desarrollar posicionamientos, competencias y actitudes mediadas por el pensamiento crítico, valores y la justicia social.

Por otra parte, Ballesteros-Ballesteros y Torres (2022), presentan dos posicionamientos desde la Alfabetización Científica, en su investigación determinan como primera postura la necesidad de clarificar qué tipo de ciencia se debe enseñar, dando origen a los planteamientos de la naturaleza de la ciencia yuxtapuestos a la necesidad de formar ciudadanos/as críticos/as y científicamente preparados/as para los desafíos actuales (Acevedo-Díaz et al., 2018; Niaz, 2016). La segunda postura está vinculada a la formación ciudadana, reconociendo la deuda con la ciudadanía en cuanto a la formación y desarrollo de habilidades para la vida y permitiéndoles participar desde su propio conocimiento científico en discusiones públicas. Cobrando relevancia no solo la ciencia, sino que también la

tecnología y la investigación en la sociedad actual (Sanmartí y Márquez, 2017). En este nuevo escenario en cuanto a ciencia y tecnología surgen nuevas posturas dialógicas tituladas como la comprensión pública de la ciencia, que al igual como la Alfabetización Científica busca que la ciudadanía se reconozca a sí misma como un ente activo, conocedor y capaz de desempeñar múltiples roles al interactuar con la ciencia y en la ciencia (Einsiedel, 2007; Alcívar, 2015). Emergiendo el interés y las actitudes hacia la ciencia y tecnología como nuevas demandas a considerar en la transición de la Alfabetización Científica a la actualidad.

Desde una perspectiva más actual autores como Busch y Rajwade (2024), apoyan lo expuesto anteriormente en su investigación acerca de la Alfabetización Científica a escala meso, es decir en escala de comunidad, la cual actúa en grupos de personas que interactúan entre sí para intercambiar sus conocimientos situados contextualmente, con el fin de socializar recursos y soluciones socialmente justas a problemas sociocientíficos compartidos y comúnmente identificados.

Las comunidades alfabetizadas científicamente se encuentran delimitadas de alguna forma, ya sea zona geográfica común, ubicación o una afinidad, interés o práctica compartida, con actores/as multigeneracionales que desempeñan diversos roles dentro de la comunidad, pudiendo incluir grupos y organizaciones estructuradas socialmente. En este sentido, los investigadores también resaltan la importancia del reconocimiento a las formas de conocimiento y Enseñanza de las Ciencias indígenas o no occidentales, ya que la riqueza del entendimiento se obtiene de diferentes saberes, distribuidos de manera heterogénea. Aquí los/as actores/as deben involucrarse unos/as con otros/as, considerando el grado en que existen oportunidades de colaboración, así como sentimientos de confianza, respeto y aprecio, donde los recursos y participantes están integrados/as dentro del entorno biofísico acoplado y el trasfondo sociocultural-histórico (Busch y Rajwade, 2024).

A pesar de setenta y cuatro años de estudio, hoy en día la Alfabetización Científica persiste como un desafío para la formación docente, presentando importantes carencias en la formación del profesorado para enseñar a los/as estudiantes habilidades científicas como la investigación y algunos de los métodos científicos más relevantes y actuales (Salazar-Cedeño et al., 2024). Esta vacuidad en la formación docente limita significativamente su rol de guía

en el proceso de enseñanza y aprendizaje, obstaculizando la adquisición de competencias fundamentales en los/as educandos.

Una de las propuestas que plantea Salazar-Cedeño et al. (2024), para promover la Alfabetización Científica es fomentar estrategias que contribuyan al desarrollo de habilidades investigativas en los estudiantes de educación superior, integrando las estrategias planteadas por el currículum de diversas asignaturas y programas de estudio, de esta forma los/as futuros/as docente pueden acceder al desarrollo de habilidades de búsqueda, análisis y generación de conocimiento desde el inicio de su formación académica, lo que fomentará a su vez la colaboración entre docentes y estudiantes, promoviendo la participación activa de los/as estudiantes en proyectos de investigación y estimulando el intercambio de ideas y conocimientos.

### **2.1.2 Naturaleza de la Ciencia**

Así como el extenso campo de estudio de la Alfabetización Científica la Naturaleza de la ciencia (NDC) por más de 100 años ha sido considerada en el estudio de las ciencias como un objetivo de investigación y considerado como un concepto relevante dentro del marco general de la Alfabetización Científica (Showalter, 1974). Este término también puede evidenciarse en literatura especializada como *Nature of Science*, con las siglas NOS, siendo este el acrónimo a utilizar en adelante para referirse a la Naturaleza de la ciencia, formando parte de la línea de investigación de la Historia y Filosofía de la Ciencia (HPS, de sus siglas en inglés *History, Philosophy of Science*) y como parte de uno de los siete componentes planteados por el investigador. Determinando que, una persona alfabetizada científicamente necesariamente debe comprender la naturaleza del conocimiento y los procesos científicos.

Sin embargo, a pesar de sus extensos años de estudio, persisten dificultades entre los/as autores/as para establecer una definición exacta acerca de la NOS. En este sentido uno de los aportes más completos hechos por los/as especialistas de la didáctica fue el realizado por Mc Comas et al., (1998) comprendiendo la NOS como un cimiento que recoge aspectos varios de estudios sociales de la ciencia, incorporando la historia, sociología y filosofía de la ciencia, de estos aspectos se derivan investigaciones desde las ciencias cognitivas como la

psicología, la cual aporta una vasta descripción de la ciencia, cómo se trabaja y cómo operan los/as científicos/a, tanto en grupos sociales como en la sociedad.

Otros aportes relevantes de la década son recopilados por Vildósola (2009) en su estudio de tesis doctoral, aquí se presentan diversas definiciones acerca de la NOS contando en primer lugar, con los aportes de Lederman y Zeidler (1987) autores que se refieren a la naturaleza de la ciencia desde la epistemología de la ciencia, entendiendo a la ciencia como una vía de conocimientos, valores y creencias inherentes al desarrollo del conocimiento científico. Años más tarde los aportes realizados por Ryan y Aikenhead (1992), incorporan a la definición de la NOS los métodos, consensos y las características del conocimiento que se produce, estableciendo las primeras delimitaciones del constructo. Ya en los años 2000 los aportes a la NOS se encuentran orientados a los fundamentos epistemológicos de las actividades de la ciencia (Bell et al., 2000) siendo reconocida como un metaconocimiento que surge tras la reflexión sobre la propia ciencia, sus conocimientos, valores, supuestos y creencias (Acevedo et al., 2004) pues se reflexiona desde aquellos aspectos que conforman y fundamentan la NOS, de la misma manera Adúriz-Bravo et al. (2005) agrega al metaconocimiento un conjunto de ideas metacientíficas orientadas hacia la valorización de la Enseñanza de las Ciencias naturales, sumado a esto los aportes de Vázquez et al. (2007) incluyen los procesos de reflexión para la validación del conocimiento científico, en las actividades de la ciencia, su relación con la tecnología y la naturaleza de la comunidad científica en cultura y sociedad. Finalmente, la NOS puede entenderse como un concepto que vincula varios aspectos del entendimiento metacientífico contemporáneo con la Educación Científica, con el objetivo de mejorar tanto la comprensión de la ciencia en sí, como de su enseñanza y aprendizaje (Vildósola, 2009).

De esta manera en la década de los 2000 la NOS, se consolida desde procesos reflexivos entorno a su rol en la enseñanza de la ciencia, estableciendo su comprensión como una de las tareas fundamentales a desarrollar por el profesorado especializado en ciencias, reconociendo que el principal desafío se encuentra en los procesos reflexivos en la profesión docente, pues como educadores/as nuestra labor debe estar mediada por una constante reflexión crítica relativa a la finalidad de la educación científica para la ciudadanía, percibiéndola desde una perspectiva y participación social.

Para indagar en los aportes más actuales a la NOS se realizó una revisión bibliográfica en tres revistas de investigación didáctica de corriente principal: *International Journal of science education* (en adelante I.J.S.E), *Journal of Research in Science Teaching* (en adelante J.R.S.T) y *Science education* (en adelante S.E) recopilando a partir del título publicaciones que hacen referencia a la Naturaleza de la ciencia, para el periodo 2010-2024. La tabla 1. expone los resultados del análisis en base al título y autores.

**Tabla 1**

*Publicaciones acerca de la Naturaleza de la ciencia recopiladas de las principales revistas de investigación en didáctica de las Ciencias Naturales, 2010-2024*

Década de Publicación	Revistas					
	International Journal of Science Education (I.J.S.E)		Journal of Research in Science Teaching (J.R.S.T)		Science Education (S.E)	
	Autor/es-Año	Título	Autor/es-Año	Título	Autor/es-Año	Título
2010-2015	X	X	McDonald (2010)	The influence of explicit nature of science and argumentation instruction on preservice primary teachers' views of nature of science.	Hanuscin et al. (2010)	Elementary teachers' pedagogical content knowledge for teaching the nature of science.
	X	X	Bell et al. (2010)	Impacts of contextual and explicit instruction on preservice elementary teachers' understandings of the nature of science.	Deng et al. (2011)	Students' views of the nature of science: A critical review of research.
	Ferreira y Morais (2011)	The Nature of Science in Science Curricula: Methods and concepts of analysis.	Walls (2011)	Third grade African American students' views of the nature of science.	X	X
	Eastwood et al. (2012)	Contextualizing Nature of Science Instruction in Socioscientific Issues.	Khishfe (2012)	Relationship between nature of science understandings and argumentation skills: A role for counterargument and contextual factors.	Allchin (2012)	Teaching the nature of science through scientific errors.
	Çakıcı y Bayir (2012)	Developing Children's Views of the Nature of Science Through Role Play.	X	X	X	X
	Khishfe (2012)	Nature of Science and Decision-Making.	X	X	X	X
	Wahbeh y Abd-El-Khalick (2013)	Revisiting the Translation of Nature of Science Understandings into Instructional Practice: Teachers' nature of science pedagogical content knowledge.	X	X	Herman et al. (2013)	Teachers' Nature of Science Implementation Practices 2-5 Years After Having Completed an Intensive Science Education Program.

Década de Publicación	Revistas					
	International Journal of Science Education (I.J.S.E)		Journal of Research in Science Teaching (J.R.S.T)		Science Education (S.E)	
	Autor/es-Año	Título	Autor/es-Año	Título	Autor/es-Año	Título
2010-2015	De la Rubia et al. (2014)	Cross-Cultural Comparisons of Undergraduate Student Views of the Nature of Science.	X	X	Van Dijk (2014)	Understanding the Heterogeneous Nature of Science: A Comprehensive Notion of PCK for Scientific Literacy.
	Hodson y Wong (2014)	From the Horse's Mouth: Why scientists' views are crucial to nature of science understanding.	X	X	Allchin et al. (2014)	Complementary Approaches to Teaching Nature of Science: Integrating Student Inquiry, Historical Cases, and Contemporary Cases in Classroom Practice.
	Khishfe (2015)	A Look into Students' Retention of Acquired Nature of Science Understandings.	Walls (2015)	Awakening a dialogue: A critical race theory analysis of U. S. nature of science research from 1967 to 2013.	X	X
2016-2019	Harrison et al. (2016)	Comparing Models of Nature of Science Dimensionality Based on the Next Generation Science Standards.	Abd-El-Khalick et al. (2016)	A longitudinal analysis of the extent and manner of representations of nature of science in U.S. high school biology and physics textbooks.	X	X
	Mulvey y Bell (2016b)	Making learning last: teachers' long-term retention of improved nature of science conceptions and instructional rationales.	Kampourakis (2016)	The "general aspects" conceptualization as a pragmatic and effective means to introducing students to nature of science.	X	X
	Ramnarain y Chanetsa (2016)	An analysis of South African Grade 9 natural sciences textbooks for their representation of nature of science.	Mulvey et al. (2016a)	Special education teachers' nature of science instructional experiences.	X	X
	Adibelli-Sahin y Deniz (2017)	Elementary teachers' perceptions about the effective features of explicit-reflective nature of science instruction.	Herman (2017)	Students' environmental NOS views, compassion, intent, and action: Impact of place-based socioscientific issues instruction.	X	X
	Maeng et al. (2018)	Supporting elementary teachers' enactment of nature of science instruction: a randomized controlled trial.	Brunner y Abd-El-Khalick (2019)	Improving nature of science instruction in elementary classes with modified science trade books and educative curriculum materials.	X	X
	Wheeler et al. (2019)	Teaching the teacher: exploring STEM graduate students' nature of science conceptions in a teaching methods course.	Summers et al. (2019)	Representations of nature of science in U.S. science standards: A historical account with contemporary implications.	X	X

Década de Publicación	Revistas					
	International Journal of Science Education (I.J.S.E)		Journal of Research in Science Teaching (J.R.S.T)		Science Education (S.E)	
	Autor/es-Año	Título	Autor/es-Año	Título	Autor/es-Año	Título
2016-2019	Khishfe (2019)	The transfer of nature of science understandings: a question of similarity and familiarity of contexts.	Nehring (2019)	Naïve and informed views on the nature of scientific inquiry in large-scale assessments: Two sides of the same coin or different currencies?	X	X
	Stadermann y Goedhart (2020)	Secondary school students' views of nature of science in quantum physics.	Gandolfi (2020)	"It's a lot of people in different places working on many ideas": Possibilities from global history of science to Learning about nature of science.	Höttecke y Allchin (2020)	Reconceptualizing nature-of-science education in the age of social media.
2020-2024	Kim y Alghamdi (2020)	Saudi Arabian secondary students' views of the nature of science within Islamic context.	Enderle et al. (2020)	Communicating about science and engineering practices and the nature of science: An exploration of American Sign Language resources.	Maeng et al. (2020)	The effect of professional development on elementary science teachers' understanding, confidence, and classroom implementation of reform-based science instruction.
	Khishfe (2020)	Retention of acquired argumentation skills and nature of science conceptions.	X	X	X	X
	Zhuang et al. (2021)	Comparison of nature of science representations in five Chinese high school physics textbooks.	Martínez y López (2021)	Development of a questionnaire for assessing Spanish-speaking students' understanding of the nature of models and their uses in science.	X	X
	Librea-Carden et al. (2021)	'Science is accessible for everyone: preservice special education teachers' nature of science perceptions and instructional practices.	X	X	X	X
	Hamza, Wojcik, et al. (2022)	Nature of science in students' discussions on disagreement between scientists following a narrative about health effects of the Fukushima Daiichi accident.	Alameh et al. (2022)	The Nature of Scientific Explanation: Examining the perceptions of the nature, quality, and "goodness" of explanation among college students, science teachers, and scientists.	Reinisch y Fricke (2022)	Broadening a nature of science conceptualization: Using school biology textbooks to differentiate the family resemblance approach.
	Nyarko y Rudge (2022)	Using the history of plate tectonics to teach the nature of science.	X	X	Duschl (2022)	Naturalizing the Nature of Science: A response to and acknowledgement of Klopfer y Aikenhead.

Década de Publicación	Revistas					
	International Journal of Science Education (I.J.S.E)		Journal of Research in Science Teaching (J.R.S.T)		Science Education (S.E)	
	Autor/es-Año	Título	Autor/es-Año	Título	Autor/es-Año	Título
2020-2024	Torrijos-Muelas et al. (2023)	Teachers and pre-service teachers' scientific competencies: a methodological development for a systematic review.	Abd-El-Khalick et al. (2023)	Development of VAScoR: A rubric to qualify and score responses to the views of nature of science (VNOS) questionnaire.	Leden et al. (2022)	Characteristics of book talks about Nature of Science.
	Erumit et al. (2023)	Promoting preservice teachers' global citizenship and 30ontextualized NOS views through role-play activities integrated into place-based SSI instruction on climate issues.	Khishfe (2023)	Connected learning: An approach for teaching nature of science aspects and argumentation components.	X	X
	Bächtold et al. (2024)	The relationships between the practice of different scientific activities and students' scientific knowledge, inquiry skills, view of the nature of science and attitude towards science: a study in primary school.	X	X	X	X
	Bosco et al. (2024)	Effect of explicit and reflective activity-based instruction on senior secondary physics students' views towards Nature of Science.	X	X	X	X

Nota. Fuente: Creación propia.

Respecto a la Tabla 1, se pueden identificar tres periodos y tres revistas de investigación didáctica. Se analizan las publicaciones emitidas durante primer periodo, abarcando los años 2010 a 2015 pudiendo identificar que a diferencia de las revistas J.R.S.T y S.E, la revista I.J.S.E realiza publicaciones a partir del 2011 acerca de la NOS.

En el período analizado la I.J.S.E analiza la NOS en el currículo de Ciencias Naturales de Portugal, revelando que la NOS se encuentra en un bajo nivel de representación exceptuando de la dimensión sociológica externa de la ciencia y las relaciones interdisciplinarias entre el conocimiento científico y metacientífico están ausentes en currículum escolar. Por su lado, la revista *Journal of Research in Science Teaching* en el año 2010 evalúa el efecto de un curso que incorpora de explícitamente la NOS y las pautas para incorporar la argumentación en las opiniones de futuros/as maestros/as de primaria, demostrando su eficacia para aprender y mejorar las opiniones sobre NOS con la contextualización de la Enseñanza de las Ciencias. En el mismo año *Science Education*

discute los desafíos para enseñar la NOS efectivamente la NOS destacando la necesidad del desarrollo profesional específico del Conocimiento del Contenido Pedagógico (PCK).

Es en el año 2011 que la revista J.R.S.T y S.E publican estudios sobre las opiniones acerca de la NOS revelando perspectivas diversas y estereotipadas acerca de los científicos y un gran entusiasmo desde los/as estudiantes al descubrir su propia relación con la ciencia dentro y fuera de sus aulas formales.

Khishfe (2012), publica en la I.J.S.E aportes a la NOS considerando el efecto del contexto en el que se desarrolla el aprendizaje para la enseñanza de la naturaleza explícita-reflexiva de las ciencias, fomentando el uso de cuestiones sociocientíficas y las concepciones de NOS de los/as estudiantes, implementando el juego de roles como estrategia de aprendizaje y considerando frente a estas cuestiones la toma de decisiones por parte de los/as estudiantes. La misma autora publica en la J.R.S.T un trabajo con el cual continúa desarrollando la relación entre la comprensión de los/as estudiantes de secundaria sobre aspectos de la Naturaleza de la ciencia (subjetivos, tentativos y empíricos) y sus habilidades de argumentación (argumento, contraargumento y refutación). Desde la revista S.E se publica para el año 2012 el trabajo de Allchin (2012) quien propone al error como una oportunidad para enseñar la Naturaleza de la ciencia.

Durante el año 2013, la *International Journal of Science Education* nuevamente enfatiza en la importancia de implementar cursos intensivos sobre la NOS para profesores/as de educación secundaria coincidiendo con la revista *Science Education* desde la implementación de programas de formación profesional en profesores/as de ciencia como una medida eficaz para la comprensión de la NOS.

Durante el año 2014, en la revista I.J.S.E encontramos dos artículos que aportan al estudio de la NOS, el primer artículo propone instrumentos multidimensional para medir la comprensión de la NOS en estudiantes y el segundo artículo continúa desarrollando la idea del año anterior por medio de un programa de desarrollo profesional en el profesorado, resultando en una mejora sustancial en los conceptos de la NOS y su retención a largo plazo. En este mismo periodo de tiempo S.E divulga dos artículos, el primero coincide con el artículo publicado en la misma revista hace cuatro atrás, respecto al Conocimiento

Pedagógico del Contenido (PCK) para la enseñanza sobre la naturaleza de la ciencia y el segundo artículo incluye en la investigación sobre la NOS a los/as estudiantes, considerando las necesidades, estrategias y modos de evaluación del profesorado.

Finalmente, en 2015 la I.J.S.E evidencia una mejora en la comprensión de la NOS después de instrucción reflexiva explícita, sin embargo, señala una limitada retención de estos conocimientos. Durante el mismo año la J.R.S.T por de la Teoría Crítica de la Raza (CRT) evidencia brechas de inclusión en cuanto a la representación de participantes de tez negra, latinoamericanos/as, nativos/as americanos/as entre otras personas de color en investigaciones acerca de la NOS.

En el periodo que abarca del año 2016 a 2019, la I.J.S.E continua con propuesta de instrumentos que midan la comprensión de la NOS desde modelos multidimensionales, de la misma forma indaga en la mejora y retención de las concepciones de la NOS a largo plazo en los/as docentes por medio de enfoques explícitos y reflexivos considerando un contexto continuo en el contenido científico aplicando nuevamente programa de desarrollo profesional, junto a estos aportes en 2016, vuelven a estudiarse libros de textos de Ciencias Naturales pero esta vez de Sudáfrica para determinar que la forma en la que estaba siendo representada la NOS era incorrecta presentando un escasa atención a la dimensión social de la ciencia, la ciencia versus la pseudociencia y el “mito del método científico”. Estos resultados coinciden con los publicados por la J.R.S.T durante el mismo año donde en promedio menos del 2,5% de las páginas de los libros de texto analizados estaban dedicadas a abordar los constructos NOS, otros aportes sugieren a los/as educadores/as iniciar con los aspectos generales de la NOS para enseñar sobre NOS y abordar las ideas preconcebidas de los estudiantes sobre la ciencia y posteriormente incluir aspectos más complejos junto a sus múltiples contextos, se instaura como una necesidad la investigación de las creencias y prácticas de los/as docentes de educación especial entorno a la NOS junto a un mayor desarrollo profesional en cuanto a la atención explícita a la planificación y estrategias para ayudar a satisfacer las necesidades específicas de los/as estudiantes.

Ya en el 2017, la I.J.S.E se centra en la exploración de las percepciones de los/as maestros/as es primaria sobre características efectivas de la enseñanza de la naturaleza explícita-reflexiva de las ciencias siguiendo los lineamientos del desarrollo profesional

entorno a la NOS, desde la J.R.S.T nuevamente es evaluado el efecto de las cuestiones sociocientíficas en las opiniones de los/as estudiantes, siendo un antecedente relevante en las implicancias pedagógicas para la comprensión de la NOS con una conciencia sociocultural contextualizada.

Durante los años 2018 y 2019, la I.J.S.E continúa focalizando sus investigaciones en el profesorado de ciencias y el efecto de programas de desarrollo profesional contextualizados en la instrucción de la NOS explícita, por medio de métodos de enseñanza como Aprendizaje Basado en Problemas o STEAM. En estos años la J.R.S.T evalúa el efecto de incluir contenido explícito sobre la naturaleza de la ciencia (NOS) en lecturas en voz alta de libros comerciales de ciencias elementales sobre la enseñanza y el aprendizaje de NOS, reconociendo el papel que desempeñan tanto los libros de texto como los estándares científicos estatales en la configuración de la enseñanza de la ciencia y opiniones del estudiantado acerca de la misma al interior del aula.

A diferencia de las dos revistas señaladas en la S.E no se encuentran publicaciones referentes a la NOS durante el periodo que contempla desde el año 2016 a 2019.

Finalmente, el periodo 2020 a 2024 la revista I.J.S.E incorpora la física cuántica al estudio de la NOS en estudiantes de secundaria sobre su comprensión de la dualidad onda-partícula y sus puntos de vista en aspectos de NOS, en el año 2020 se explora la comprensión de la NOS en estudiantes de secundaria en Arabia Saudita en el contexto islámico, concluyendo una falta de alfabetización científica, también en este año se publica un estudio acerca de la habilidad de argumentación y su retención junto a las concepciones de NOS como una herramienta metacognitiva para el aprendizaje y retención a largo plazo. Desde la J.R.S.T se propone ampliar el aprendizaje acerca de la NOS por medio de la Historia Global de la Ciencia, considerando planes de enseñanza y aprendizaje desde un marco histórico, esto resulta en un mayor desarrollo de las opiniones de los/as estudiantes en cuanto a NOS y sus aspectos sociales, la diversidad y colaboración intercultural, aspectos económicos, éticos y políticos entorno al conocimiento científico, pues se ha evidenciado que las aulas de ciencias son contextos educativos con demandas lingüísticas únicas y desafiantes para el profesorado frente a la capacitación para apoyar a los/as estudiantes con diferentes habilidades lingüísticas. Frente a lo anterior desde la revista S.E se propone incluir a la NOS la

comunicación, su mediación, mecanismos y manipulación, en donde los/as estudiantes aprendan acerca de la epistémica de las prácticas comunicativas, tanto dentro de la ciencia (como modelo) como en la sociedad, la revista continúa destacando la importancia de programas de desarrollo profesional para el profesorado de ciencias siendo esta una vía para aumentar la confianza, la comprensión y la intención de los/as docentes al incorporar la NOS.

En el 2021 solo las revistas I.J.S.E y a J.R.S.T publican artículos relacionados a la NOS, por medio de una evaluación a los libros de texto de física en China y las representaciones de la NOS, obteniendo resultados desalentadores, identificando una distribución desigual e inconsistente de la NOS a lo largo de los textos escolares, durante este periodo se realiza un nuevo aporte a las necesidades educativas especiales y su relación con la NOS en futuros/as profesores/as de educación especial. Para este periodo se evidencia una ausencia de publicaciones en la revista S.E.

Para el año 2022 encontramos una gran riqueza de publicaciones en las tres revistas investigadas, por parte de la I.J.S.E se enfatiza en la capacitación del estudiantado para comprender la naturaleza del trabajo científico, promoviendo su interés, participación, conciencia y la ética, también se explora aún más el potencial de la narrativa histórica en los acuerdos y desacuerdos en temáticas socio científicas. Desde la J.R.S.T se profundiza en las explicaciones científicas de estudiantes universitarios de primer año en ciencias, en profesores/as de ciencias de secundaria y los/as científicos/as en ejercicio y sus puntos de vista sobre las explicaciones científicas, revelando que los/as científicos/as, profesores/as y estudiantes comparten muchas similitudes en la forma en que construyen sus explicaciones en ciencia difiriendo en algunas dimensiones claves de la Naturaleza de la Explicación Científica. Por último, desde la revista S.E evidencia un enfoque de semejanza familiar de la NOS que da cuenta de elementos conceptuales cognitivo-epistémicos y socio-instruccionales que representan de manera más auténtica la ciencia, estos elementos se encuentran en diferentes proporciones en los libros de texto, enfatizando en los sistemas cognitivo-epistémicos, la misma revista explora libros comerciales de ciencia determinando que el profesorado utiliza estos recursos para resaltar diversos aspectos de NOS durante charlas, por lo tanto sobre relevancia la presencia y/o ausencia de elementos conceptuales cognitivo-epistémicos y socio-instruccionales de la ciencia.

Finalmente, para los años 2023 y 2024 nuevamente se evidencia una disminución en la publicación de artículos relacionados a la NOS tanto de la revista J.R.S.T como de la revista S.E, contando únicamente con los aportes de I.J.S.E desde las prácticas autoinformadas de profesores de escuela primaria en Francia y sus estudiantes en cuanto al conocimiento científico, habilidades de investigación, puntos de vista sobre la NOS y actitudes hacia la ciencia, incorporando más tarde un estudio acerca del efecto de actividades explícitas y reflexivas (ERABI) en las opiniones de estudiantes de física en secundaria de una escuela rural en Ruanda, dilucidando que la comprensión de la NOS por parte de los estudiantes no se ve afectado por la ubicación de la escuela (rural o urbana), el estado de la escuela (diurna o internada) y el género. Determinando la ERABI como una potencial estrategia para promover la comprensión estándar de NOS.

De este modo , durante la década del 2010 al 2015 los principales aportes de las revistas I.J.S.E, J.R.S.T y S.E se encuentran direccionados hacia la implementación de cursos o programas de desarrollo profesional que incorporen explícitamente la NOS, desde un contexto continuo en la Enseñanza de las Ciencias, siendo una medida eficaz para la comprensión y mejora de las opiniones acerca de la NOS. También se nombran otras estrategias, que como el juego de roles o el aprendizaje mediante el error. Sin embargo la retención del conocimiento adquirido no es retenido a largo plazo. Otro aspecto relevante para destacar de la década son las brechas de inclusión en la forma de representación de la NOS, donde personas de tez negra, latinoamericanos/as, nativos/as americanos/as entre otras quedan marginadas o aisladas en investigaciones acerca de la NOS. En década del 2016 al 2019 se proponen instrumentos que midan la comprensión de la NOS desde modelos multidimensionales, continuando con los enfoques explícitos y reflexivos en un contexto continuo del contenido científico para enseñar la NOS en la educación escolar y en la Formación Inicial Docente en ciencias y educación especial. Por último, en la década del 2020-2024 se realizan importantes aportes al estudio de la NOS incorporando la física cuántica, la comprensión de la NOS en el contexto islámico, también la Historia Global de la Ciencia se presenta como una estrategia de enseñanza y aprendizaje de las ciencias que incorpora aspectos sociales, la diversidad y colaboración intercultural, aspectos económicos, éticos y políticos entorno al conocimiento científico. Se realizan nuevos aportes a las necesidades educativas escolares desde el desarrollo profesional de futuros/as profesores/as

de educación especial y se determina que la comprensión de la NOS no se debería ver afectada por la ubicación de la escuela (rural o urbana), el estado de la escuela (diurna o internada) o el género de los/as estudiantes.

De esta manera se recopilan los aportes teóricos publicados en las principales revistas de educación científica durante las últimas décadas, configurando una noción actual de la Naturaleza de la ciencia estructurada desde las metaciencias, que emergen desde la naturaleza misma de la actividad humana, sus procesos reflexivos, necesidades, comprensión, comunicación y desarrollo sobre la ciencia, que de ser contextualizados a la educación presentan adaptaciones y desafíos correspondientes a la propia mutabilidad de la sociedad, política y tecnología.

En síntesis, la NOS se postula y expone como un componente vital para comprender qué es y cómo se hace ciencia, considerando las metaciencias y la reflexión crítica como elementos centrales de los/as profesionales de la educación para fomentar la alfabetización científica en los/as estudiantes mientras comprenden la ciencia, la actividad científica, la construcción del conocimiento científico e identifican su rol cívico y democrático como ciudadanos/as en sociedad.

### **2.1.3 Competencias Científicas**

En este mismo panorama la sociedad se configura como un medio de desarrollo para los/as estudiantes, el cual únicamente puede ser concebido al poseer conocimientos y habilidades científicas aplicables a su diario vivir, esta posibilidad comprende a las Competencias Científicas, un término polisémico y complejo en el ámbito educativo, al englobar aspectos educativos, sociales, culturales, factores del aprendizaje y aquellos componentes asociados al mismo (Chona et al., 2006).

Para realizar un acercamiento a las definiciones más actuales acerca de las Competencias Científicas se elabora la Tabla 2. A partir de los aportes realizados por Zompero et al. (2022) en su trabajo acerca de las Competencias Científicas en los currículos de Brasil, Chile y Colombia respecto a Ciencias Naturales, finalmente el equipo de investigadores propone también una serie de categorías de análisis para la noción de Competencias Científicas en base a las investigaciones señaladas.

**Tabla 2**

*Definiciones y algunos aportes relevantes del concepto Competencias Científicas*

<b>Autor/es</b>	<b>Año</b>	<b>Definición y/o Aspectos relevantes</b>
Ministerio de Educación Nacional (MEN).	2004	Establecer lo que nuestros niños, niñas y jóvenes deben saber y saber hacer en la escuela y entender el aporte de las ciencias naturales a la comprensión del mundo donde vivimos. Por eso buscan que, paulatinamente: I. Comprenan los conceptos y formas de proceder de las diferentes ciencias naturales (Biología, física, química, astronomía, geografía...) para entender el universo. II. Asuman compromisos personales a medida que avanzan en la comprensión de las ciencias naturales. III. Comprenan los conocimientos y métodos que usan los científicos naturales para buscar conocimientos y los compromisos que adquieren al hacerlo.
European Comission.	2007	La competencia en ciencia se refiere a la capacidad y voluntad de utilizar el conjunto de conocimientos y metodología empleados para explicar el mundo natural, con el fin de identificar preguntas y sacar conclusiones basadas en evidencia. La competencia en tecnología se considera la aplicación de ese conocimiento y metodología en respuesta a los deseos o necesidades humanas percibidas. La competencia en ciencia y tecnología implica una comprensión de los cambios causados por la actividad humana y la responsabilidad como ciudadano individual.
Jaurilaritza y Vasco.	2012	Entendemos por competencia en cultura científica, tecnológica y de la salud el conocimiento científico y el uso que se hace de ese conocimiento para identificar cuestiones, adquirir nuevos conocimientos, explicar los sistemas y fenómenos naturales más relevantes, la forma en que el entorno condiciona las actividades humanas, las consecuencias de esas actividades en el medio ambiente, las aplicaciones y desarrollos tecnológicos de la ciencia, actuar consciente y eficazmente en el cuidado de la salud personal y extraer conclusiones basadas en pruebas sobre temas relacionados con las ciencias y su aplicación práctica en la vida cotidiana en la toma de decisiones.
Sousa.	2012	El estudiante debe “construir” su conocimiento, entonces las actividades experimentales son decisivas, ya que permiten estimular al estudiante respecto del conocimiento científico, ya que crean conflictos cognitivos, posibilitan la predicción, la observación, la comparación y la reflexión que inducen al cambio conceptual y la construcción del conocimiento científico “verdadero”, orientando al estudiante hacia la adquisición de niveles de conocimiento de creciente complejidad y alcance... Es a través del desarrollo de las habilidades antes mencionadas, como la experimentación, el cuestionamiento, el control de variables, la abstracción, las actitudes y valores, la curiosidad, la responsabilidad, la autonomía, entre otras, que favorece la construcción de la alfabetización científica en los estudiantes. El docente es responsable de utilizar medios y procesos para que los estudiantes alcancen estos y conocimientos.
Sánchez y Gómez.	2013	Se concibe que las Competencias Científicas se refieren a la capacidad para apropiarse y generar conocimientos y que el desarrollo de Competencias Científicas invita a la exploración de hechos y fenómenos naturales, al análisis de problemas, la observación, la utilización de diferentes métodos de análisis y recolección de información; estos son algunos de los procesos que se deben iniciar para comprender la ciencia y poder de esta manera, transformarla y reconstruir conocimientos que den sentido a la Enseñanza de las Ciencias naturales.
Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD]	2016	Una persona científicamente alfabetizada está dispuesta a participar en un discurso razonado sobre ciencia y tecnología, que requiere las competencias para: I. Explicar los fenómenos científicamente: reconocer, ofrecer y evaluar explicaciones para una variedad de fenómenos naturales y fenómenos tecnológicos. II. Evaluar y diseñar investigaciones científicas: describir y evaluar investigaciones científicas y proponer formas de abordar las cuestiones científicamente. III. Interpretar datos y evidencia científicamente: analizar y evaluar datos, afirmaciones y argumentos en una variedad de representaciones y sacar conclusiones científicas apropiadas.
Lupión-Cobos et al.	2017	El desarrollo de Competencias Científicas estuvo influido por dos amplios conjuntos de factores: I. Factores relacionados con su identidad profesional, tanto en términos de creencias personales como su relación con el profesional interno (nivel escolar) y externo (sistémico) ambiente. II. Factores relacionados con su desarrollo profesional y la tarea de diseño, implementación y evaluación de unidades didácticas. En este sentido, es importante recordar que la introducción de competencias clave en el currículo y el uso de la Enseñanza de las Ciencias basada en el contexto requiere un cambio de enfoque por parte de los docentes.
Nutbean et al.	2017	La alfabetización en salud describe habilidades de nivel básico que son suficientes para que las personas obtengan información de salud relevante (por ejemplo, sobre riesgos para la salud y sobre cómo utilizar la información del sistema de salud), y poder aplicar esos conocimientos a una serie de actividades prescritas para mejorar, por ejemplo, las competencias en la comprensión de las etiquetas de los alimentos.
Fernández et al.	2018	Es necesario, por tanto, que la Enseñanza de las Ciencias posibilite el desarrollo en los estudiantes no sólo de habilidades cognitivas, sino también de habilidades ciudadanas, actitudes y normas de conducta responsable, que les permitan convertirse en ciudadanos activos, implicados en el mundo que les rodea, conscientes y conocedores de sus derechos y deberes, y esto se puede lograr a través del enfoque de enseñanza de Ciencias con la orientación Ciencia Tecnología Sociedad y Medio Ambiente (CTSA).

Autor/es	Año	Definición y/o Aspectos relevantes
Pérez y Villagrà	2020	Es importante analizar en qué medida las actividades propuestas en los libros de texto contemplan las dimensiones que conforman la competencia científica, especialmente la metodológica, que permite el desarrollo de las principales estrategias de la metodología científica, tales como la indagación que permitan a los estudiantes mejorar el desarrollo de estrategias de la metodología científica y la comprensión de la naturaleza de la ciencia.
Turpo.	2021	El desarrollo de la competencia científica es vital, a fin de forjar una masa crítica para la producción de conocimientos. En ese entender, el currículo de ciencias cumple un doble rol: 1) Posibilitar el acceso ciudadano a la cultura científica y de sus implicaciones en la sociedad y 2) Disposición para hacer de la ciencia una actividad de desarrollo profesional futuro. Consiguientemente, el currículo debe recuperar la historicidad de las ciencias en cada realidad y, a su vez, promover su interrelación con los saberes globales.
Ortiz-Revilla et al.	2021	La educación basada en competencias ha implicado un cambio profundo en la forma de entender la educación, lo que debería conllevar necesariamente un cambio metodológico, bajo nuestro punto de vista más encaminado a propuestas multi, inter y transdisciplinares... Para garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos, reforzando la idea de la necesidad de una educación básica como pasaporte para toda la vida. Aunque es evidente su papel evolutivo, todavía se encuentra en la literatura una visión poco meditada del constructo, adoptándose y repitiéndose ideas construidas.
Rodríguez y Blanco.	2021	Este trabajo hace algunas aportaciones a la propia metodología de investigación utilizada y a la teorización sobre la enseñanza para el desarrollo de Competencias Científicas en el contexto de problemas de la vida diaria. Además, la inclusión de la competencia científica en los currículos oficiales permite que los estudiantes integren los aprendizajes y los relacionen con distintos tipos de contenido, expliquen fenómenos científicamente, evalúen y planeen experimentos científicos e interpreten datos y evidencias científicamente.

Nota. Fuente: Creación propia.

Es por medio de los aportes realizados por los/as autores señalados/as (Tabla 2) que son elaboradas categorías de análisis deductivas o teóricas e inductivas o empíricas para las Competencias Científicas (Zompero et al., 2022, p.6):

- I. Competencias procedimentales.
  - II. Competencias epistemológicas.
  - III. Competencias tecnológicas digitales.
  - IV. Competencias para las implicaciones CTSA.
  - V. Competencias para la promoción de la salud.
  - VI. Competencias ciudadanas.
- Competencias cognitivo-conceptuales.

Estas competencias dotan a los/as ciudadanos/as de capacidades tales como el planteamiento de preguntas, técnicas de indagación, análisis, comparación de fuentes de información y la posibilidad de construir conclusiones basadas en la relación que establecen con su entorno (Valencia, 2017).

Hernández (2005) propone que el desarrollo de las Competencias Científicas se encuentra dos horizontes analíticos, el primero hace referencia a las Competencias Científicas requeridas para hacer ciencia y el segundo se trata de las Competencias Científicas deseables de desarrollar en todos/as los/as ciudadanos/as independiente de la tarea

social que desempeñen. Si bien ambas perspectivas no son excluyentes, el autor considera que el segundo horizonte se refiere especialmente a la educación básica y media porque tiene relación con la vida de todos/as los/as ciudadanos/as. Por otro lado, la primera perspectiva hace referencia a la comunidad científica y cómo elabora su conocimiento científico mediante la resolución de problemas, la construcción de modelos, comprensión de fenómenos, elaboración de teorías, conceptos y métodos de trabajos propios de la disciplina.

De este modo, se establecen vínculos que permiten a la ciudadanía interactuar con el conocimiento científico, por medio del desarrollo de un conjunto de capacidades, actitudes y conocimientos, que otorgan la posibilidad de interactuar en contextos en los que se necesita elaborar, apropiarse o aplicar responsablemente los conocimientos científicos (Hernández et al., 2010). Comprender la importancia de este nexo entre los dos contextos del conocimiento se ha vuelto una tarea y desafío para el cuerpo docente, pues estamos transitando en una realidad de constantes transformaciones, ya sea por la tecnología, las formas de comunicación o por la urgencia de solventar nuestras necesidades a la inmediatez, ya no es posible designar estas tareas únicamente a la comunidad científica, sino que actualmente se ha instaurado como una responsabilidad social de todos/as los/as ciudadanos/as. Sin embargo, esta participación demanda cada vez más la comprensión de lenguajes elaborados que permitan juzgar sobre la legitimidad de las propuestas de solución a problemas compartidos, exigiéndole a la comunidad educativa una reinvención tanto del contenido como las metodologías empleadas para educar, reconociendo al conocimiento como una fuerza productiva esencial en formación básica en ciencias si aspira a comprender su entorno y a participar en las decisiones sociales (Hernández, 2005).

Continuando con los aportes teóricos a las Competencias Científicas se presenta el trabajo de Chona et al. (2006), el cual expone la progresiva evolución del concepto y su propia conceptualización de las Competencias Científicas, entendidas como la capacidad de un/a sujeto/a, expresada en desempeños observables y evaluables que evidencia formas sistemáticas de razonar y explicar el mundo natural y social, a través de la construcción de interpretaciones apoyadas por los conceptos de las ciencias, la autora señala también Competencias Científicas básicas como reconocer el lenguaje científico, desarrollar habilidades experimentales, organizar información y trabajar en grupo.

Reconocer el lenguaje científico se refiere a identificar características o propiedades de un fenómeno, esto permite configurar y establecer procesos de comunicación por medio de códigos lingüísticos relativos al campo de las ciencias experimentales, el desarrollo de habilidades experimentales hace referencia principalmente a la manipulación de material de laboratorio, como un mecanismo que eventualmente permitirá la adecuada utilización de estos instrumentos al seguir instrucciones para ejecutar tareas sencillas en relación con habilidades procedimentales propias de las ciencias. La organización de la información principalmente hace alusión a la capacidad de interpretar, clasificar y presentar mediante textos, tablas, gráficas, diagramas, dibujos y esquemas, datos e ideas en relación con características de objetos, eventos y fenómenos naturales, haciendo posible su comunicación e interacción con los otros. Por último, el trabajo en grupo es postulado por la autora como una posibilidad valiosa y genuina que tienen los/as estudiantes para confrontar sus ideas, establecer acuerdos y desarrollar tareas de forma conjunta y efectiva.

De manera muy similar en Chile el Ministerio de Educación (MINEDUC) declara en sus bases curriculares del año 2018 y 2019 las Competencias Científicas que debe desarrollar la educación chilena en los/as estudiantes desde 1° básico a 6°, de 7° a 2° medio y 3° y 4° medio básico cómo reconocer y observar por medio de la exploración, identificar y describir, comunicar y comparar, analizar, formular preguntas, investigar, medir, observar, planificar, predecir, registrar, usar instrumentos y usar modelos. Por lo tanto, se crea una igualdad de propósitos desde la teoría y los principales documentos educacionales propuestos e implementados por el Estado chileno. Sin embargo, desde programas de evaluación internacionales acerca del desarrollo de competencias en los/as estudiantes escolarizados como el implementado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) llamado Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA), implementado desde 1997 y obteniendo la primera evaluación en los años 2000. Esta evaluación PISA, se presenta como instrumento elaborado para estudiantes entre los 15 y 16 años alrededor del mundo con el objetivo de evaluar la adquisición y desarrollo de conocimientos y habilidades esenciales para desenvolverse como ciudadanos/as en sociedad.

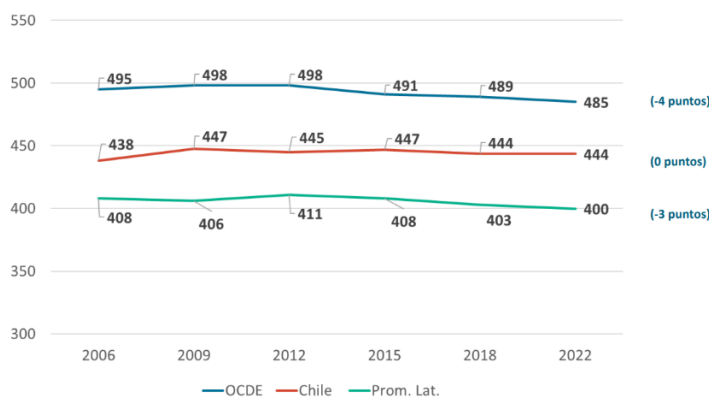
Los resultados más recientes de PISA, año 2022, publicados el 2023, con una amplia cobertura de 37 países miembros de la OCDE y 44 países economistas socios. Debido a la

pandemia mundial del COVID-19, no fue posible realizar la evaluación designada para el año 2021. De este modo, en el año 2022 la encuesta PISA fue aplicada a un total de 690.000 estudiantes, lo que equivale a unos 29 millones de jóvenes en un rango de edad entre los 15 años y 16 años (que al menos hayan completado 6 años de educación formal). El aspecto que capta principalmente la atención desde la evaluación PISA es el concepto referente a *innovative concept of student competency* o en español el concepto innovador de competencia estudiantil. Este criterio se refiere a la capacidad de los/as estudiantes para aplicar sus conocimientos y habilidades en áreas claves, tales como el análisis, racionalismo, comunicación, observación, interpretación y resolución de problemas. En este sentido, los resultados revelados por PISA (2023) en cuanto a la Competencia científica, Chile destaca dentro de los países de Latinoamérica referente a la explicación de fenómenos científicamente, diseñar y evaluar investigaciones científicas e interpretar científicamente datos y evidencia con una puntuación de 444 puntos, 44 puntos sobre el promedio general en Latinoamérica y 41 puntos por debajo del promedio de los países miembros de la OCDE, Hungría y España.

Desde una perspectiva nacional la Agencia de Calidad de la Educación (2023) afirma que Chile, muestra una tendencia bastante estable entre los años 2006 y 2022, en torno a las Ciencias Naturales, obteniendo dentro de sus puntajes una máxima de 447 puntos y como mínima de 438, evidenciando un rendimiento que no ha fluctuado significativamente desde que el país inició con la medición de este dominio en el año 2006 (Figura 1).

**Figura 1**

*Agencia de Calidad de la Educación (2022)*

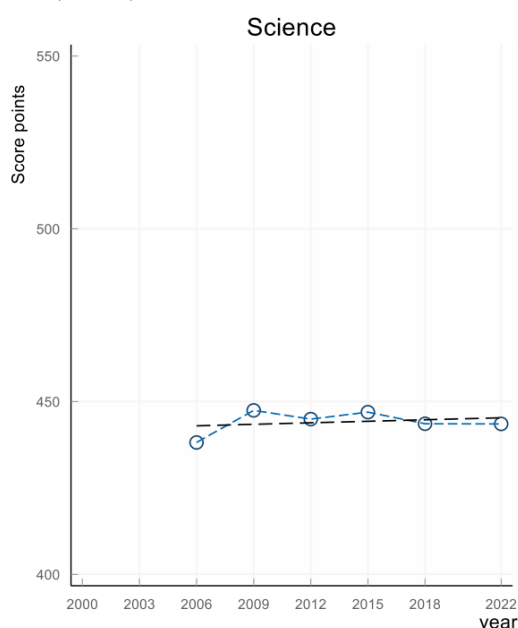


Nota. Adaptado de *Ciencias Naturales: tendencia Chile 2006-2022*, de la Agencia de Calidad de la Educación, 2023. Fuente: <https://s3.amazonaws.com/archivos.agenciaeducacion.cl/PISA+2022+Entrega+de+Resultados+final+final.pptx.pdf>

Al mismo tiempo, la Agencia de Calidad de la Educación (2023), muestra la relación entre los puntajes obtenidos en la prueba de Ciencias por estudiantes chilenos entre el periodo 2000 y 2022 (Figura 2). En este sentido, se observa que el porcentaje de estudiantes que no alcanza el nivel mínimo de desempeño solo se trataría de un 36,4% en el año 2022, evidenciando que el desempeño ha sido relativamente estable en el tiempo lo cual coincide también con la evaluación PISA del mismo año para ciencias (Figura 2).

**Figura 2**

*PISA 2022 Results, Volume I (2023)*



*Nota.* Adaptado de “Resultados PISA 2022 (Volumen I): El estado del aprendizaje y la equidad en la educación”, por OCDE, 2023, PISA, OECD Publishing, París, <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>

A pesar de la existencia de programas de estudio y desarrollo profesional orientados a las Competencias Científicas, la literatura señala que este es un campo poco investigado en educación secundaria. Como consecuencia, la educación superior se presenta como un escenario aún más propicio para investigar el desarrollo de estas competencias, especialmente en el contexto de la formación inicial del profesorado de ciencias.

#### **2.1.4 Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje**

En relación con el aspecto nombrado anteriormente emergen las nociones de método, técnica y otros procedimientos curriculares que se encuentran estrechamente relacionados

con la enseñanza de la ciencia, con el desarrollo de Competencias Científicas y por ende con las estrategias de enseñanza y aprendizaje. Uno de los primeros aportes realizados al concepto fueron los postulados de Weinstein y Mayer (1986), quienes propusieron que las estrategias de aprendizaje son conductas y pensamientos que el alumno/a emplea durante el mismo aprendizaje con el propósito de contribuir en su proceso de codificación.

Monereo (1994), por su parte define a las estrategias de aprendizaje como un proceso de toma de decisiones (consciente e intencionales), en los que el aprendiz elige y recupera de forma coordinada los conocimientos que necesita para cumplir un fin, y que tal proceso depende de las diversas situaciones educativas en las que se presente la acción. Los aportes del autor marcan un hito, pues aparece por primera vez el contexto en el que se produce el proceso de aprendizaje. Posteriormente, en 1990 a la definición de Estrategias de aprendizaje se integra el conjunto de comportamientos que el/la alumno/a demuestra durante su proceso de aprendizaje (Genovard y Gotzens, 1990), siendo ésta una consideración relevante desde el campo de la psicología de la educación en la obtención del conocimiento y así se reconoce su implicancia en el proceso de codificación de la información.

Evidentemente, existe una vasta cantidad de aportes al concepto de estrategias de aprendizaje, en que se destaca el trabajo realizado por el equipo Del Carmen Campos Gómez et al. (2021), quienes realizan un análisis documental del concepto de estrategias de aprendizaje y por lo tanto ha servido como inspiración para recopilar información bibliográfica relevante en torno al concepto.

En la década de los 2000, una de las definiciones aportadas por la literatura hacia este concepto es la realizada por Campos (2000), postulando que las estrategias de aprendizaje hacen referencia a una serie de operaciones cognitivas que el/la estudiante lleva a cabo para organizar, integrar y elaborar información, pudiendo entenderse como procesos o secuencias de actividades que sirven de base para la realización de tareas intelectuales desafiantes y que se eligen con el propósito de facilitar la construcción, permanencia y transferencia de la información o conocimientos. De manera general, la autora también realiza una distinción entre las estrategias de aprendizaje y las estrategias de enseñanza, las primeras entendidas como una serie de operaciones cognoscitivas y afectivas que los/as estudiantes llevan a cabo para aprender, con ellas pueden planificar y organizar las actividades que medien su proceso

de aprendizaje. Por otro lado, las estrategias de enseñanza son respectivas a las funciones docentes para medir, promover, organizar aprendizajes, en el proceso de enseñanza (Campos, 2000). En este sentido, las estrategias de enseñanza y aprendizaje se transforman en un conjunto de instrumentos y herramientas de los que se vale el docente para contribuir a la implementación y el desarrollo de competencias de los/as estudiantes (Pimienta, 2012) que en el contexto de la educación tiene por principal objetivo facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

El uso de estas estrategias de aprendizaje debe necesariamente demostrar una adaptación continua de los/as estudiantes a los cambios y variaciones que emergen del mismo proceso de enseñanza, teniendo como principal propósito alcanzar los objetivos propuestos por el/la profesor/a, resguardando que sea un desarrollo lo más eficaz posible (Monereo et al., 2000), por lo tanto, necesitan además un sistema que supervise continuamente el desarrollo de los acontecimientos que surgirán en medida que sean definidas las decisiones, conocimientos declarativos o procedimentales y la coordinación ambos conocimientos.

Posteriormente, Monereo et al. (2000) construye una definición de estrategias de aprendizaje como procesos de toma de decisiones (conscientes e intencionales) en los cuales el/la alumno/a elige y recupera de manera coordinada, los conocimientos que necesita para cumplimentar una determinada demanda y objetivo, dependiendo de las características de la situación educativa en que se produce la acción. Por lo tanto, dentro de la perspectiva del autor tiene lugar la situación concreta en la que se desarrolla el proceso de enseñanza y aprendizaje.

De esta manera la enseñanza está a cargo del enseñante como su originador/a, pero sí misma la enseñanza es una construcción conjunta como producto de los continuos y complejos intercambios de los/as alumnos/as y el contexto instruccional (Gudiño, 2008). En este sentido las estrategias de enseñanza y aprendizaje son procedimientos o recursos utilizados por el/la docente a fin de promover aprendizajes de sus alumnos/as (Anijovich y Mora, 2009) y para que el desarrollo del alumno/a sea integral, se debe tener en cuenta los estilos y estrategias de aprendizaje (Camarero et al., 2000).

En años más próximos a la actualidad se han incorporado a la definición las TIC, considerándolas junto a sus métodos, pues se plantean como un set de herramientas novedosas y atractivas tanto para los/as docentes como para los/as estudiantes, integrando las tecnologías de la información y las comunicaciones a los procesos educativos. Además, Esteban-Albert y Zapata-Ros (2016) le otorgan a esta definición una connotación finalista e intencional, estableciendo como protagonista al estudiantado, son los/as estudiantes quienes poseen las técnicas, habilidades y destrezas para aplicarlas en función a los objetivos y tareas planteadas por el profesorado. Los autores también destacan dos factores que se requieren en torno a las estrategias, en primer lugar, se requiere la intencionalidad de aprender, siendo necesario un racionalismo consciente de la situación a resolver, y, en segundo lugar, la adquisición de esta consciencia debe ser en esencia propio/a del estudiante, poseyendo la capacidad de generar y reestructurar nuevos conocimientos y habilidades a partir de los preexistentes.

Como es posible comprender las nociones del concepto de estrategias de enseñanza y aprendizaje no han tenido grandes adaptaciones dentro de estos últimos años, sin embargo, si se reconoce una transformación continua del contexto en el que se producen, pues hoy en día es innegable destacar los avances tecnológicos que se encuentran al alcance de los/as estudiantes, esto supone un nuevo desafío para los/as docentes, ya que la información parece estar siendo cada vez más accesible, inmediata e ilimitada. Lo cual de ser correctamente monitoreado puede ser una herramienta que promueva el interés y motivación de los/as estudiantes, pues estos/as deben ser los/as actores/as intelectuales de su formación, el/la docente debe guiar este proceso cumpliendo un lugar secundario, que, más que participar, modera y orienta el camino hacia el conocimiento (Campos Gómez et al., 2021).

### **2.1.5 Evaluación de los Aprendizajes Científicos**

La evaluación a lo largo de los años ha recibido diversos significados, permitiendo direccionar los cambios alrededor de los aprendizajes, donde autores presentan sus aportes teóricos al concepto de evaluación. Para Tyler (1950) la evaluación es un método para verificar qué cambios de conducta observables se han producido en los/as alumnos/as. En 1967 se sitúa la distinción de mayor impacto en la historia de la evaluación (González, 2000)

pues Scriven (1967), propuso diferenciar las funciones de la evaluación en formativa y sumativa.

La función formativa de la evaluación fue considerada por Scriven (1967), como una parte integral del proceso de desarrollo, esta proporciona información continua para planificar y para producir algún objeto, siendo empleada para ayudar al personal implicado a perfeccionar cualquier aspecto que esté realizando o desarrollando. Por otro lado, la función sumativa “calcula” el valor del resultado y puede servir para investigar los efectos de los mismos resultados, siendo posible examinarlos y compararlos con las necesidades que los sustentan (González, 2000).

Continuando con Santos Guerra (1996), el autor concibe la evaluación como un instrumento de diagnóstico, de aprendizaje y de comprensión orientada hacia la mejora. Respecto a ello, Marchesi y Martín (1998), incorporan a la actividad evaluativa la finalidad de determinar si los/as estudiantes están aprendiendo de manera adecuada, proporcionando información acerca de los servicios educativos y su eficacia, esto conlleva a emitir un juicio respecto de uno o más atributos de algo o alguien, fundamentado en la información obtenida, procesada y analizada correctamente (Himmel et al., 1999).

Para Sanmartí (2004), la evaluación comprende un proceso multifactorial y multisensorial, con diversas finalidades y a través de medios muy variados, la autora también postula que toda actividad evaluativa se puede reconocer como un proceso en tres etapas (Jorba y Sanmartí, 1996). La primera etapa corresponde a la recogida de datos, la segunda etapa análisis de datos y la tercera etapa la toma de decisión. En concordancia, Miller (2012) comprende la evaluación como un término genérico que incluye un rango de procedimientos para adquirir información sobre el aprendizaje del estudiante y la formación de juicios de valor, conformando un proceso sistemático para recopilar información mediante el uso y aplicación de diversos instrumentos, tales como exámenes escritos u orales, esta información será analizada con un rigor metodológico siendo fundamental para la toma de decisiones (Mendiola y González, 2022).

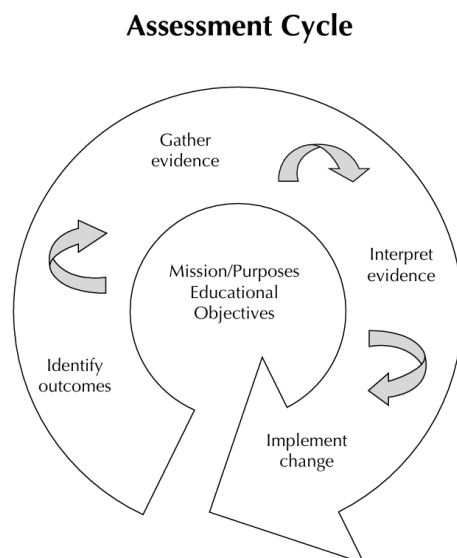
Miller (2012), también destaca la distinción entre evaluación y medición, ya que medición es la asignación de una descripción numérica a los resultados de un instrumento evaluativo tales como, una prueba, examen o test, instrumentos que consisten en un conjunto de preguntas o retos administrados en un periodo de tiempo fijo y bajo condiciones y reglas razonablemente comparables para el estudiantado. En este sentido, el autor suscita el enfoque limitado y cuantitativo de la medición, mientras que postula a la evaluación le otorga un sentido más amplio e incluyente, incorporando elementos cuantitativos, cualitativos y juicios de valor sobre el proceso y resultados. Proponiendo, además, cinco principios generales en la evaluación educativa:

- 1) Es prioritario especificar claramente lo que se va a evaluar.
- 2) La evaluación es un medio para un fin, no un fin en sí mismo.
- 3) Los métodos de evaluación deben elegirse con base en su relevancia, tomando en cuenta las características que se van a evaluar.
- 4) Se requiere una variedad de procedimientos e instrumentos para que la evaluación sea útil y efectiva.
- 5) Su uso adecuado requiere conocimiento sobre las bases técnicas de la evaluación y sus instrumentos, así como sobre las bondades y limitaciones de cada método.

La evaluación y aprendizaje configuran un todo que, para Maki (2023) forman un ciclo, siendo un proceso que desde su planificación debe ser colaborativo, reflexionando desde lo que se pretende descubrir sobre el/la estudiante se logra obtener resultados útiles y sólidos que informen acerca del dialogo sobre los patrones de desempeño de los/as estudiantes y su aprendizaje.

### Figura 3

*El ciclo de la evaluación (Maki, 2010)*



*Nota.* Adaptado de *Assessing for Learning Building a Sustainable Commitment Across the Institution* (p.7), por Peggy L. Maki, 2023, Routledge

De esta manera, la evaluación se convierte en una oportunidad para explorar la eficacia de la pedagogía, diseño instruccional, uso de tecnologías actuales y emergentes (como entornos de aprendizajes virtuales) y otras experiencias educativas situadas en diversos contextos de aprendizaje. Esta exploración promueve el proceso de evaluación, pues supone comprender cómo aprenden los/as estudiantes, la incidencia de los diferentes contextos en el aprendizaje más allá de un curso (Maki, 2023).

Desde una perspectiva tradicionalista, la clasificación educativa desde su objetivo es diagnóstica, sumativa y formativa. La evaluación diagnóstica es aquella que se realiza al principio de un curso, asignatura o actividad académica, esta tiene por finalidad determinar el nivel de conocimiento, habilidad, actividad o actitud del educando (Sánchez-Mendiola, 2018) favoreciendo que el/la estudiante conozca sus alcances y limitaciones, permitiendo el desarrollo de estrategias de autorregulación respecto a la calidad de su proceso de aprendizaje y acciones correlativas a la mejora de dicho proceso (Martínez-González et al., 2022). Además, la evaluación diagnóstica otorga una valiosa información acerca de los conocimientos previos que poseen los/as estudiantes en sus estructuras cognitivas previas, siendo ideas que un/a individuo/a posee en un determinado campo del conocimiento, así como su organización (Ausubel, 1983) previo a los conceptos disciplinares. Lo anterior no

solo proporciona un panorama sobre los materiales de aprendizaje que deberían conocer y su nivel de dominio real (Martínez-González et al., 2022) sino que también un aprendizaje significativo, es decir, la interacción entre los conocimientos más relevantes de la estructura cognitiva y las nuevas informaciones (no es una simple asociación), de tal modo que éstas adquieran un significado y son integradas a la estructura cognitiva (Ausubel, 1983).

La evaluación sumativa es utilizada para determinar el aprendizaje del estudiante, siendo parte de la llamada “evaluación del aprendizaje”, su adquisición de habilidades y logro académico al concluir una actividad instruccional específica (Sánchez-Mendiola y Delgado, 2022), la cual puede ser el final de una unidad, curso, programa, año académico o semestre (UNESCO, 2021). Siendo la suma de valoraciones efectuadas durante el trayecto de aprendizaje planificado, para determinar los objetivos alcanzados y asignar calificaciones mediante tres criterios principales:

- 1) Se determina a través de exámenes, pruebas, tareas o proyectos, que se usan para establecer que los estudiantes han aprendido, lo que deberían haber aprendido de acuerdo con las metas del curso y del plan de estudios.
- 2) Se realizan al concluir periodos instruccionales específicos, y cubren el temario de ese periodo de tiempo.
- 3) Se registran como puntuaciones o calificaciones que se incluyen en el registro académico del estudiante, esto puede ser individual por parte del profesor o institucional por la universidad.

Además, la evaluación sumativa se ha catalogado como meramente cuantitativa, siendo este resultado de una medición, más no de una evaluación, siendo demasiado estandarizada para ayudar a los/as estudiantes en lo individual. Por otro lado, la evaluación formativa es un proceso de acompañamiento que conduce al desarrollo de las competencias del estudiante, con el propósito de obtener información sobre su progreso, permitiendo identificar las necesidades de aprendizaje o limitaciones que presenta en el desarrollo de sus capacidades para implementar oportunamente una retroalimentación valiosa (UNESCO, 2021).

En la evaluación formativa, los docentes deben llevar a cabo un balance continuo del aprendizaje, centrando su atención en el desarrollo de la comprensión y las habilidades de los/as estudiantes durante el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje (Erickson, 2007), manteniendo un registro sistemático de la información recabada, pues se trata de una evaluación en la que el profesorado puede obtener datos en cualquiera momento de la clase, mediante técnicas e instrumentos como observaciones, entrevistas, conversaciones espontáneas, etc. (Moreno y Ramírez, 2022). Entre sus principales propósitos se encuentra proporcionar información sobre los actuales niveles de rendimiento de los/as estudiantes en el presente, para Torrance y Pryor (2001) este propósito se centra en descubrir si el/la estudiante sabe, comprende, o puede hacer una cosa predeterminada, otro propósito de esta evaluación es informar los pasos futuros que los/as profesores/as necesitan dar en las aulas para asegurar que el estudiantado progrese hacia los objetivos o resultados deseados, esto supone descubrir lo que el/la estudiante sabe, comprende y puede hacer, mediante tareas y cuestionarios abiertos.

Uno de los principales componentes de la evaluación formativa es la retroalimentación, la cual según Moreno y Ramírez (2022) puede ser tradicional o convencional, entendida como un acto de transmisión de información o datos unidireccionalmente del profesor/a al estudiante, el receptor actúa de forma pasiva a los comentarios de retroalimentación, sin comprender realmente cómo usarlos para mejorar su aprendizaje actual o futuro. En contraste, emerge la retroalimentación dialógica, esta consiste en establecer un diálogo abierto, pero constructivo entre el profesorado y el estudiantado, caracterizado por la participación activa del estudiante mediante la formulación de preguntas, solicitud de datos adicionales, la aclaración de dudas y análisis de comentarios que recibe, con el fin de comprender efectivamente sus errores y cómo puede utilizar esta retroalimentación para mejorar su actuación o desempeño en próximas instancias evaluativas (Moreno, 2021). Finalmente, la retroalimentación formativa, definida como la información comunicada al estudiante con la intención de modificar su pensamiento o comportamiento con el fin de mejorar su aprendizaje, debe ser multidimensional, no evaluativa, de apoyo, oportuna, específica, creíble, infrecuente y genuina (Shute, 2008).

### **2.1.6 Resolución de Problemas Científicos**

Para abordar la resolución de problemas científicos, en primer lugar, se debe definir teóricamente lo que se entiende por problema. Según Perales Palacios (1993), un problema es cualquier situación prevista o espontánea que produce, por un lado, cierto grado de incertidumbre y por el otro, una conducta tendiente a la búsqueda de su solución, Gil et al (1988) añade que en esta situación no existen soluciones evidentes, dado que en el momento de encontrar una solución, esta situación deja de constituir un problema, donde cada individuo/a dependiendo de su conocimiento personal, personalidad y de las estrategias o recursos que disponga, verá una determinada situación como un problema (Garrett, 1986).

Lo anterior revela la subjetividad en la identificación de lo que puede o no ser un problema, respecto a ello Molina y Sáez (1990) añaden que el/la profesor/a basa la elección de una determinada situación problema cuando conoce si esta puede ser utilizada como una herramienta de acceso al conocimiento, basando la definición del problema en hecho totalmente subjetivo, los autores postulan que la ambigüedad de dicho acto puede originar conflictos en de difícil solución en el contexto educativo, para prevenir esto es necesario definir al problema como una estrategia de enseñanza constituida por etapas y no por la complejidad que presente para la persona que afronta tal situación.

Es así como en el contexto de aula, el problema constituye en sí mismo una estrategia de enseñanza que requiere de una solución, para ello el/la estudiante debe analizar hechos y desarrollar estrategias razonadas para obtener datos (numéricos o no), que tras su procesamiento e interpretación les permitirá llegar a una respuesta (Molina y Sáez, 1990).

En nuestra sociedad y panorama educativo, la resolución de problemas es fundamental y constituye un objetivo básico para el mismo aprendizaje de las Ciencias (Couso et al., 2008). En este contexto, la resolución de problemas en diferentes disciplinas como la Química, Biología, Matemáticas se basa principalmente en la aplicación de fórmulas y relaciones algorítmicas, es así que los conocimientos científicos se generan a partir de la necesidad de resolver estas situaciones problemáticas que requieren planteamientos nuevos y desconocidos hasta ahora, pues la actividad científica es un proceso continuo (Jara et al., 2010). Esta necesidad resolutoria es inherente a la adquisición de conocimientos en el proceso

de formación, por ello es esencial que los/as estudiantes tengan enfrentamientos auténticos a problemas científicos con la ayuda del profesorado, lo cual no solo contribuye a ampliar sus conocimientos, sino que también desarrolla en los/as estudiantes el pensamiento creativo (Garrett, 1988).

Respecto a lo anterior, Couso et al. (2008, p.41) postulan tres consideraciones para elaborar problemas científicos que promuevan el aprendizaje, la finalidad docente del problema, la pertinencia de su contenido y la aportación específica que hace su formato a la finalidad de aprendizaje que se persigue y la estrategia de resolución que se quiere potenciar. Los autores elaboran las siguientes preguntas que orientan las tres consideraciones.

### **1) La Finalidad (docencia)**

- ¿Cuál es la finalidad docente?
- ¿De qué va el problema y qué tiene que ver con el programa de curso?
- ¿Cuál es el problema que se quiere plantear a los estudiantes? (¿un fenómeno nuevo?, establecer nuevas relaciones entre conceptos? ¿solucionar conflictos mediante el sentido común?, otros)
- ¿Qué conocimientos previos se necesita tener?

### **2) Enunciado del problema (contenido científico)**

- ¿Cuál es la buena pregunta que ha de orientar hacia la solución?
- ¿La consigna que se da al estudiante, es la adecuada?
- ¿Cuál es el formato del problema? (abierto/cerrado; practico/de aula; cuantitativo/cualitativo; ejercicio/problema; “problema” /test)
- ¿Cómo está redactado? ¿Se puede comprender? ¿Hay muchos /pocos datos? ¿Queda clara la pregunta o es que no ha de quedar?
- ¿La consigna que se da al estudiante, es la adecuada?

### **3) Estrategias de resolución de problemas implícitos (aprendizajes esperados)**

- ¿Qué respuesta se espera obtener?
- ¿Cómo se resolverá el problema? (¿mejorando la representación teórica? ¿Generando un nuevo lenguaje? ¿Con nuevas estrategias experimentales?) ¿Qué estrategias de resolución se habrían de enseñar o de desarrollar?

- ¿Qué instrumentos didácticos se utilizarán? (bases de orientación, diagramas, mapas conceptuales, V de Gowin).

Otros aspectos relevantes acerca de la resolución de problemas científicos son postulados por Oñorbe (2003), quién señala que los problemas científicos llevan implícitos objetivos de aprendizajes, aceptados por los/as docentes de forma consciente o inconsciente direccionados a:

- **Conceptos:** dirigidos a profundizar y comprender leyes y teorías científicas.
- **Procedimientos:** dirigidos a aprender cierta habilidad, junto a desarrollar la comprensión y utilización de métodos de investigación.
- **Actitudes:** dirigidos a fomentar la detección de cuestiones problemáticas a partir de la creatividad personal, la adopción de decisiones razonadas y la comprensión de la importancia de los conocimientos científicos en el desarrollo actual.

La autora también menciona que existen diferentes tipos de problemas dependiendo del contenido, identificando por ejemplo aquellos problemas ricos, estos atienden una disciplina en particular como Biología y los problemas que poseen una carga semántica pobre, denominados como pasatiempos. También se puede distinguir a los problemas es mediante sus respuestas, cuando existe una única respuesta se les denomina problemas cerrados y aquellos que cuentan con más de una respuesta problemas abiertos. Del mismo modo se pueden identificar los problemas según el formato de trabajo en el aula, contando con el trabajo de lápiz y papel y los experimentales. Garrett (1988), distingue entre problemas y ejercicio (puzzle) en función al individuo/a que pretende resolver el problema, pues este/a sitúa el umbral de problematicidad, si la persona domina por completo los conceptos y procedimiento se enfrentara a un ejercicio, dado que para constituir un problema la persona en cuestión debe desconocer los conceptos y procedimientos.

En cuanto a la resolución de problemas de Biología, la investigación ha logrado señalar que la mayor parte de los problemas tienen relación con la enseñanza de la genética (Couso et al., 2008). Entre los autores, destaca Stewart (1988), quién analiza cómo diferentes tipos de problemas pueden contribuir a los resultados del aprendizaje, identificando dos tipos de razonamientos principales que intervienen en la resolución de problemas en genética:

Razonamiento de las causas a los efectos y Razonamiento de los efectos a las causas, pues el autor sostiene que la mayor parte de los problemas planteados corresponde los del tipo causa-efecto, lo que contribuye a comunicar una visión distorsionada de la naturaleza de la Biología. Como una alternativa Stewart (1988), propone el uso de simulaciones computarizadas, para presentar a los/as estudiantes problemas genéticos del tipo causa-efecto potenciando la comprensión de la ciencia como una actividad intelectual y un proceso sistemático.

La resolución de problemas científico es una práctica pedagógica frecuente y tradicional, que debe migrar desde problemas no problemáticos, cerrados a problemas científicos auténticos y contextualizados en entornos cercanos a los/as estudiantes, relacionando sus conocimientos reales, lenguaje con la experimentación científica y procesos de modelización, caracterizada por la construcción de significados a través de mediaciones que acerquen los modelos iniciales de los/as estudiantes a los modelos científicos escolares prescritos en el currículum (Izquierdo y Aduriz-Bravo, 2003; Aduriz-Bravo et al., 2005) o los modelos científicos correspondientes a las mallas curriculares de las carreras profesionales, como una de las principales formas de acercar al estudiantado a la actividad científica escolar y universitaria.

## **2.2 FILOSOFIA DE LAS CIENCIAS NATURALES**

En este apartado se presentan los fundamentos teóricos centrales al origen de las racionalidades científicas y las corrientes filosóficas que han permitido conocer y construir el conocimiento científico y dan cuenta de la apropiación epistemológica acerca de la naturaleza de la ciencia en el estudio de las representaciones epistemológicas.

### **2.2.1 Racionalismo Positivista**

El estudio de las representaciones epistemológicas de la ciencia clásica se sustenta desde la filosofía de la ciencia. Entre las teorías del conocimiento y su construcción se encuentra el racionalismo en su concepción de positivismo lógico según su consolidación en el siglo XIX denominado para fines de la investigación Racionalismo Positivista, por otro lado, también se sitúa el Racionalismo Moderado, fundamentado en las corrientes

constructivistas del conocimiento científico con una perspectiva humana de la ciencia (Toulmin, 1972; Giere, 1990).

El Racionalismo Positivista (en adelante RP), se ubica en modelos categóricos o absolutistas del conocimiento científico, entre las corrientes empiristas positivistas y el racionalismo, situado en el plano de la justificación del conocimiento científico, desde la idea de que el contexto del descubrimiento es tarea de los psicólogos y sociólogos (Quintanilla, 1999) obviando cómo se genera o surge este conocimiento científico. Para esta corriente filosófica, en la construcción y reconstrucción de las teorías científicas existen una clara distinción de los términos o conceptos experimentales de los términos o conceptos teóricos (Ayer, 1965), donde los empiristas más estrictos postulan que es posible prescindir de las teorías, pues afirman que el conocimiento científico se construye y se valida mediante la contrastación empírica de los enunciados científicos (Ramírez, 2003), promoviendo la idea de que se pueden relacionar los hechos experimentales entre ellos, más no las teorías (Quintanilla, 1999).

El positivismo lógico surge en las primeras décadas del siglo XX, en el Círculo de Viena. Este movimiento científico y filosófico postula al empirismo lógico como la unificación del empirismo, en tanto que los juicios no pueden tener otro fundamento que la experiencia y el racionalismo, en tanto que establece la necesidad de trabajar la ciencia dentro de ellos límites de lógica formal (Hanfling, 2004). De esta manera, la distinción entre ciencia y no ciencia para los racionalistas positivistas es clara, definiendo que para dotar de carácter científico a una disciplina se deberán tomar decisiones rigiéndose únicamente por el criterio de la racionalidad.

En este sentido se plantea un análisis sincrónico del hecho científico, en un momento concreto de la historia de la comunidad científica (Quintanilla, 1999), es decir la ciencia estaba exenta de evolución, dotada de estructuras rígidas, acentuada en la lógica del saber científico y formalizada fundamentalmente mediante el lenguaje matemático, donde el investigador se encontraba aislado de la realidad, la realidad objetiva existe más allá de la mente humana, el objeto de investigación tiene sus propias cualidades y estas son independientes del investigador, aceptando que la realidad solo puede ser conocida a través de las teorías, marcos, constructos, entre otros. Como métodos de investigación los

positivistas tienden a utilizar experimentos de laboratorio, de campo y encuestas, dado que buscan grandes cantidades de datos empíricos que puedan analizar estadísticamente para detectar regularidades subyacentes, en busca de una afirmación que veraz únicamente si tiene correspondencia uno a uno con la realidad que existe más allá de la mente humana, siendo esta la teoría de la correspondencia, en medida que esto sea logrado, los datos recopilados serán considerados válidos, en la tradición positivista existen diferentes tipos de validez, validez de constructo, validez interna y externa y validez de conclusión estadística. Finalmente, en cuanto a la confiabilidad de la investigación, esta solo es conseguida si los resultados pueden ser reproducidos tanto por el propio investigador como por otros, tal que, la falta de confiabilidad se atribuye a factores como los sesgos del investigador, las inconsistencias en los procesos de investigación, diferencias en el contexto en el que se llevó a cabo la investigación o a errores de medición (Weber y Sandberg, 2004).

Los positivistas lógicos postulaban que el conocimiento sensorial es el tipo de conocimiento confiable, dado que su verificación podría ser mediante la observación directa, entonces, todos/as podían llegar a las mismas conclusiones a partir de la misma experiencia sensorial, aquellos conceptos que no pudieran alinearse a lo anterior, se les consideraba como carentes de significado (Hjørland, 2005). Esto conduce a una visión dualista de la ciencia, con una porción observacional y otra teórica, incorporando una visión racionalista y empirista.

Sin embargo, el filósofo francés August Comte (1798-1857) se encuentra en desacuerdo con lo anteriormente nombrado, dado que ninguna observación empírica aislada y pura puede ser cierta, pues el conocimiento es relativo a las condiciones biológicas, históricas y sociales, donde la teoría posee un rol central (Comte, 2002).

Para Haakonsen (1953) los principios del positivismo lógico pueden ser resumidos en:

- 1) Todo conocimiento humano puede ser formulado en lenguajes.
- 2) Tal como el conocimiento puede reducirse a experiencias privadas inmediatas (oraciones elementales) que son informes verbales sobre la experiencia inmediata,

todo conocimiento puede ser construido a partir de informes verbales la experiencia inmediata.

- 3) La reducción o construcción se ve facilitada por principios descubiertos por la ciencia moderna, es decir la lógica simbólica.
- 4) Cualquier discurso que no pueda ser reducido a oraciones elementales carece de sentido, dado que el significado de cualquier oración es el método por el cual puede ser verificado. Si no se conoce en qué circunstancia una frase es verdadera o falsa, el discurso carece de fundamento, a esto se le conoce como el criterio de verificabilidad del significado.
- 5) Es posible definir si el discurso y su sentido es verdadero o falso. Es verdadero (verificado) cuando las oraciones elementales a las que puede reducirse corresponden a la realidad comprobada y en caso contrario es falso (falsificado), siendo posible resolver todos los problemas de forma definitiva.
- 6) Solo el conocimiento de las ciencias puede ser verificado, las ciencias representan, por lo tanto, el único tipo de conocimiento existente.

Por lo tanto, el positivismo lógico es un intento de configurar la idea básica de que las ciencias sean como las matemáticas, en el sentido, de que exista una relación entre los términos teóricos y los términos empíricos, tal que, cada término quede relacionado perfectamente a través de un lenguaje sin ambigüedades, similar al lenguaje matemático (Quintanilla, 1999), un lenguaje de este tipo formaría una base para la unidad de la ciencia, resolviendo todo problema mediante el mero cálculo (Smith, 1994). Del mismo modo, los positivistas lógicos proponían como un objetivo importante la unificación de las ciencias, dado que se pensaba que existía un método científico común para todas las ciencias, incluyendo a las ciencias sociales, mediante su reducción a la física (Hjørland, 2005). Esto evidentemente fue un fracaso, dado que no es posible crear un lenguaje universalmente claro y preciso para las ciencias que no tengan una base matemática, debido a las diferencias en la naturaleza de las disciplinas. Es decir, las ciencias no matemáticas (como las ciencias sociales o ciencias biológicas) no se pueden describir con un lenguaje lógico formal tan riguroso y universal como el de las matemáticas, ya que tal como sugiere Bunge (2000) y Giere (2006) las ciencias sociales y las ciencias biológicas involucran fenómenos complejos y muchas veces subjetivos que no pueden ser descritos de manera precisa y sin ambigüedades con el

mismo tipo de lógica que utiliza la matemática, pues estas ciencias están vinculadas a contextos interpretativos y normativos que las ciencias matemáticas, lo cual dificulta la formalización de su lenguaje.

Lo anterior se alinea con los planteamientos asociados al paradigma conductivista en educación, fundamentado específicamente en un proceso de aprendizaje acompañado de estímulos y refuerzos para así obtener respuestas positivas por parte del estudiante (Pacheco et al., 2020), conformando un proceso de aprendizaje rígido y estructurado, que ha de ser medible y cuantificado. En este proceso de enseñanza y aprendizaje el/la profesor/a asume una postura de planificador de objetivos conductuales y controlador del proceso, el cual se encarga de proporcionar estímulos hasta lograr el objetivo, es así que el/la docente constituye un/a individuo/a activo en el proceso, con funciones tales como diagnosticar las necesidades instruccionales, diseñar y crear condiciones para la instrucción, mantener y conducir la instrucción y manejar las técnicas de evaluación (Cháves, 2011) durante todo este proceso el/la estudiante es considerado como un/a alumno/a, ya que es un receptor de información y su rol es netamente aprender lo que se le enseña (Hernández Rojas, 2010) por medio del aprendizaje memorístico, esperando que estos conocimientos sean aplicados en condiciones similares a las que plantean los/as profesores/as en los exámenes (Cabrera, 2021), por ello el conocimiento es considerado como lineal y a corto plazo, por lo cual siempre está en proceso de reforzamiento para no ser olvidado. Los contenidos son organizados en función a los objetivos, por lo cual son fragmentados, memorísticos y mecánicos, la evaluación se centra en el producto, utiliza repeticiones mecánicas que no dan cabida a la reflexión (Cháves, 2011).

Finalmente, el proceso de aprendizaje se logra cuando se sucede un cambio en la conducta del estudiante, sin importar todos los procesos internos que éste tiene que seguir para conseguirlo, pues la evaluación parte del supuesto de que todos/as los/as alumnos/as son iguales, por lo cual todos/as reciben la misma información, evaluándose generalmente de la misma manera, con los mismos instrumentos y pautas establecidas para obtener la calificación (Hernández Rojas, 2010) sin contemplar aspectos tales como actitud, participación, asistencia, trabajo colaborativo o aplicación del conocimiento a problemáticas reales y contextualizadas (Cháves, 2011).

De esta manera, la racionalidad positivista fue declarada insuficiente, pues no explicaba la discontinuidad y ambigüedad de la realidad, comenzando entonces la búsqueda de una explicación diferente para el conocimiento científico.

### **2.2.2 Racionalismo Moderado**

El Racionalismo Moderado (en adelante RM) tiene su fundamento en el modelo cognitivo de la ciencia de Giere (1992), quien utiliza este modelo de ciencia para los científicos proponiendo que, para saber cómo es una teoría científica es necesario saber cómo ellos/as la utilizan. Esta postura es definida por el autor como realismo naturalista o realismo pragmático, realista al considerar la ciencia como un medio para representar e interpretar el mundo con determinadas ideas, y naturalista porque pretende explicar juicios y decisiones científicas a partir de criterios propios de los científicos, y no desde principios racionales de carácter general (Quintanilla, 1999). La obra de Giere está dirigida a comprender y caracterizar cómo se produce el largo y complejo proceso de aprendizaje que culmina cuando la maestra o el maestro consigue transformar a su discípulo en un colega con el que finalmente se comparte conocimiento, es decir, maneras de pensar, hacer y hablar (Izquierdo y Aduriz-Bravo, 2021).

Es por medio de la obra de Thomas Kuhn (1962) *La estructura de las revoluciones científicas* que Giere se ve dirigido hacia el estudio de la naturaleza de la ciencia con las ciencias cognitivas, según la cual los científicos son considerados “agentes cognitivos” que piensan con representaciones (modelos científicos), establecen juicios y toman decisiones, al igual que todas las personas (Izquierdo y Aduriz-Bravo, 2021). Es así como surge una propuesta epistemológica más apropiada para la Enseñanza de las Ciencias en las aulas, fundamentada en el fenómeno cognitivo humano, en las teorías como un medio para interpretar el mundo, donde el método de interpretación es evolutivo, natural y diverso, considerando siempre el sentido humano, tanto en el modelo como la interpretación.

Ronald Giere (1992), propone que el conocimiento científico es una construcción cognitiva que tiene su origen en los modelos mentales de las personas, por medio de los cuales se reconstruye e interpreta la realidad, elaborando teorías o modelos teóricos (Jara et al., 2012). Los Modelos teóricos son definidos por el autor como representaciones mentales

y simbólicas que los científicos usan (tanto para sí mismos como para los demás) para comprender y explicar el mundo natural, dado que los científicos utilizan una gran diversidad de modelos para representar el mundo, Giere postula que estos pueden ser ordenados en “familias de modelos” dentro de las cuales se articulan entre sí dado que comparten ciertos principios rectores (características básicas), además se vinculan con los sistemas reales a los que se pretende modelizar por medio de relaciones de similitud (Giere, 1999), sin embargo son aplicados en contextos específicos o con variaciones que mejoren su precisión en diferentes circunstancias.

Son las hipótesis teóricas, las encargadas de otorgar esta relación de similitud, dado que es concebida como una entidad lingüística (Giere, 1992), pues se afirma un tipo concreto de relación de semejanza entre el modelo y el sistema real modelizado, y son ciertas o falsas, según se dé o no se dé esa relación, a juicio de los científicos (Izquierdo y Aduriz-Bravo, 2021). Una hipótesis teórica es verdadera cuando esta indica lo que la comunidad científica acepta como válido, existiendo un tipo y grado de semejanza entre el modelo y sistema real. Esto, dado que, según las neurociencias, la cognición y percepción del hombre/mujer operan con base en cierto tipo de métrica de la semejanza (Giere, 1992), considerando la construcción mental de estructuras complejas, denominadas representaciones mentales. Estas son similares a las usadas en el diario vivir, fundamentadas en la representación de fenómenos y principios que, por medio de articulación de conceptos científicos y la subjetividad actúan como mapas internos del mundo exterior, distinguiéndose de las representaciones científicas al no utilizar un lenguaje axiomatizado (Quintanilla, 1999).

Al respecto, Izquierdo (1995) añade, que los modelos de racionalidad moderada, llamados también racionalismo moderado o contextualizado, se encuentran fundamentados en una propuesta didáctica constructivista. Según ello, la teoría de los Modelos planteada por Giere coincide adecuadamente con el campo educativo y la Enseñanza de las Ciencias Naturales, pues resulta apropiado para la transposición del saber, para establecer conexiones prudentes entre los modelos teóricos (mundo de las ideas) y el sistema real (trabajo experimental, manipulación de la realidad), mediante entidades lingüísticas que los relacionan llamadas hipótesis teóricas (Llorens, 1987; Copello, 1995; Sanmartí y Jorba, 1995). De este modo se piensa, hace y expresa la Ciencia, transitando de forma permanente

y dinámica entre estos tres elementos, sin separar la teoría de lo empírico, los instrumentos y reconociendo la intervención de la humanidad sobre el mundo real, comprendiendo la Ciencia que conocemos y queremos enseñar, contemplando y considerando las variaciones que existan a medida que se intenta explicar el conocimiento científico (Izquierdo, 1992).

### **2.3 REPRESENTACIONES EPISTEMOLÓGICAS DEL PROFESORADO EN EJERCICIO Y FORMACIÓN INICIAL DOCENTE**

En este subapartado se presentarán los aportes de la literatura acerca del concepto de representaciones en la investigación en la didáctica de las ciencias naturales, en segundo término, se presentan los aportes acerca de las representaciones epistemológicas en los/as estudiantes universitarios desde la investigación en la didáctica de las ciencias naturales, por último, se exponen los constructos centrales aportados por la literatura acerca de la investigación sobre las representaciones epistemológicas del profesorado en formación inicial acerca de la Enseñanza de las Ciencias.

#### **2.3.1 Representaciones epistemológicas en las Ciencias Naturales**

Las representaciones en el contexto de la didáctica de las ciencias se refieren a las concepciones, ideas y creencias que los/as docentes y estudiantes poseen sobre el conocimiento, su naturaleza, origen y cómo debe enseñarse y aprenderse, siendo portadoras de significados sociales, sean individuales o colectivas son respectivas al significado, siendo símbolos que van a configurar la realidad, formando parte de vital y funcional en la interpretación de nuestra realidad, estas son portadores de significados sociales derivados del mundo de significados: normativos, cognitivos, expresivos, etc. (Berriain, 1990). Además, estas representaciones son dinámicas y se transforman en función a la relación que se tenga con el mundo que nos rodea, influyendo en la manera de pensar y la realidad que se está conociendo. Para Ramírez (2003) esto da origen a una transformación continua de la relación entre el sujeto y el objeto. Donde el sujeto se plantea cuestiones, crea o recrea problemas nuevos a medida que adquiere nuevas interrogantes sobre el mundo natural, por ello el autor atribuye características al individuo/a tales como, proactivo/a, constructivo/a y dinámico/a y el objeto se presenta como un medio para la construcción de conocimientos mediante la reestructuración y transformación de las estructuras cognitivas y/o conceptuales, lo que finalmente da como resultado representaciones individuales del mundo.

De este modo, las representaciones se transforman en un lenguaje decantado de diversas formas de vida (cultura) que necesariamente deben posibilitar la comunicación humana (Beriain, 1990). Esta comunicación puede estar mediada por concepciones, imágenes mentales, ideas o visiones que aluden a los significados propios de un/a individuo/a. Al respecto, Fourez (2008) añade que la representación según nuestro punto de vista “representa” una situación, siendo este un símbolo que reemplaza a la realidad. En ciencias por ejemplo estas representaciones surgen a partir de la observación, permitiendo declarar que una representación no es un espejo del mundo, ni la expresión de lo real, sino que corresponde a una fracción del objeto real que debe considerarse en discusiones, situaciones y decisiones.

Es importante señalar que estas representaciones no son accesibles de otro modo que no sea observando, con un sentido crítico que cuestione la congruencia de las descripciones de los acontecimientos y de los conceptos que configuran dichos acontecimientos y saberes del profesor (Ramírez, 2003). Por lo tanto, las representaciones epistemológicas que posea un/a profesor/a sobre las ciencias naturales revelan matices que articulan diferentes posicionamientos epistemológicos, otorgándole ciertas predominancias según la formación docente.

Por último, para efectos de esta investigación, las representaciones epistemológicas serán analizadas en la línea de investigación relacionada a las creencias epistemológicas, considerando que existe una gran variedad terminológica al origen de las investigaciones realizadas por diversas disciplinas, donde a pesar de la popularidad de ambos términos, el concepto no parece estar clarificado y no existe un acuerdo que establezca límites, en términos de qué pueden incluirse o ser excluidos (Rodríguez, 2005). Por lo tanto, en esta investigación las representaciones integran las creencias epistemológicas, estas reflejan las concepciones, imágenes mentales, ideas o visiones que poseen los/as docentes y estudiantes sobre el conocimiento y la práctica profesional.

### **2.3.2 Representaciones epistemológicas en los/as estudiantes universitarios**

Las investigaciones más relevantes sobre el estudio de las representaciones epistemológicas se sitúan cercano a los años 1980, donde el término es definido como

*Epistemological Beliefs* que en su traducción comprenden las representaciones epistemológicas. Sin embargo, autores como Perry (1968), ya habían realizado aportes teóricos al estudio de la epistemología personal acerca del impacto de las representaciones epistemológicas en las experiencias educativas de estudiantes universitarios. Este autor realizó entrevistas semiestructuradas, centrándose principalmente en las experiencias de aprendizajes de los estudiantes, donde los estudiantes albergaban conocimientos en sus esquemas conceptuales derivados de las autoridades, padres o profesores/as, el autor incluso establece nueve etapas de complejidad progresiva, lineal y jerárquica:

- 1) Reconocimiento de la existencia de verdades y falsedades de manera absoluta.
- 2) Aceptación de que las diferencias de opinión surgen de una consideración insuficiente de la autoridad.
- 3) Reconocimiento de que los fenómenos pueden ser percibidos de múltiples maneras.
- 4) Reconocimiento de la relatividad del conocimiento, donde todo depende del punto de vista desde el que se observa.
- 5) Valorización del contexto, interpretando los hechos en función de este.
- 6) Comprensión de la necesidad de un compromiso personal en un mundo relativo y cambiante.
- 7) El compromiso es asumido.
- 8) Examinación del compromiso, reconociendo las implicaciones de las posiciones adoptadas.
- 9) Reconocimiento del compromiso como un proceso continuo, complejo y evolutivo, que refuerza la identidad a través de múltiples responsabilidades.

Estas etapas son transitadas por el estudiante durante sus primeros años en la universidad iniciando como un pensador dualista, que tras cursar sus últimos años de formación se transforma progresivamente en un pensador relativista. El principal aporte del Perry radica en entender que los posicionamientos epistemológicos de los estudiantes variaban a medida que avanzaban en la carrera, incluyendo una transformación en el pensamiento, considerando el conocimiento desde una visión más racional, personal y autónoma (Vizcaino Escobar et al., 2013). Así, Hofer y Pintrich (1997) interpretan las nueve

etapas como una secuencia invariante de estructuras que se encuentran jerárquicamente integradas y estas pueden estar incluidas en cuatro categorías secuenciales:

- 1) **Dualismo:** Incluye a las dos primeras etapas, caracterizadas por una visión del mundo dualista, absolutista, los estudiantes contemplan el conocimiento como un todo, en acuerdo o desacuerdo con la autoridad, dado que esta es portadora de la verdad y su deber es transmitirla al que aprende.
- 2) **Multiplicidad:** Incluye a la tercera y cuarta etapa, surge una modificación del dualismo con una gradual incorporación de incertidumbre, es en la cuarta etapa donde el dualismo sufre una nueva modificación, aquí el sujeto se inclina a creer que todos los puntos de vista son válidos, pues cada persona puede tener su opinión.
- 3) **Relativismo:** Posición considerada por los autores como crítica, dado que se produce un cambio en la percepción de los individuos, estos comienzan a contemplar el mundo desde una visión relativista y contextualizada, es así como en la quinta etapa el sujeto pasa a ser un constructor activo y en la sexta etapa ya se posee un completo entendimiento relativo del conocimiento, contingente y contextual, comprendiendo la necesidad de elegir y afirmar de acuerdo con sus propios compromisos.
- 4) **Compromiso dentro del relativismo:** Incluye desde la séptima etapa a la novena, reflejando la responsabilidad y el compromiso de los individuos, estos producen compromisos como los valores, afectos, las relaciones o identidad personal. Esta categoría no suele estar presente entre los estudiantes.

(Hofer y Pintrich, 1997, p. 91).

Desde las ideas de Perry (1968), han emergido nuevas propuestas como el “*Modelo de Juicios Reflexivos*” por Kitchener y King (1981), el nombre de este modelo indica al juicio reflexivo como el resultado último y el punto final para analizar el racionalismo y la habilidad para evaluar las justificaciones sobre el conocimiento (Rodríguez, 2005) basado en siete etapas de evolución:

- 1) El conocimiento absoluto viene dado por la autoridad.
- 2) El conocimiento absoluto existe, pero no se conoce inmediatamente.

- 3) Existe un conocimiento que temporalmente es incierto.
- 4) Todo conocimiento es incierto y no existe una vía para determinar cuál propuesta es la correcta o la mejor.
- 5) El conocimiento es subjetivo y las afirmaciones se encuentran fundamentadas en interpretaciones personales.
- 6) El conocimiento objetivo no es factible, ya que el conocedor desempeña un papel activo en la construcción de sus afirmaciones.
- 7) El conocimiento se entiende como un proceso continuo de adquisiciones y debe ser percibido como una aproximación a la realidad.

Las siete etapas van desde niveles más simple de conocimientos a un nivel más reflexivo, mediante el análisis de problemas mal estructurados que le permitan al individuo/a ser consciente de sus propios juicios. En este modelo se considera el carácter de los juicios emitidos, ya sea de carácter absoluto o relativo (Vizcaino et al., 2013), además, este proceso de evolución progresa en función a la edad y el acceso a la educación. Dicho modelo es reinterpretado por Hofer y Pintrich (1997), quienes proponen una serie de etapas que permiten sintetizar el *“Modelo de Juicios Reflexivos”* en tres niveles de juicio.

El primer nivel de juicio corresponde al *“pre-reflexivo”*, nivel donde los/as individuos/a no pueden percibir que algunos problemas no tienen respuestas correctas, correspondiente a las etapas 1, 2 y 3. En el segundo nivel correspondiente al *“cuasi-reflexivo”* emerge cierta consciencia de la incertidumbre, la cual permite percibir que todo puede ser conocido con certeza, corresponde a las etapas 4 y 5, finalmente los/as individuos/as son totalmente conscientes del conocimiento, su construcción (activamente) y su entendimiento (desde el contexto) en el tercer nivel denominado *“reflexivo”* correspondiente a las etapas 6 y 7 (Morell, 2011).

Dado que la investigación de Perry se encontraba contextualizada en una muestra de estudiantes masculinos, Belenky et al. (1986) realizaron un estudio que incorporaba una muestra de estudiantes femenina para comprobar cómo se producían sus modos de conocer, para ello desarrollaron una serie de entrevistas a mujeres de diferentes edades y pertenecientes a diferentes culturas, de esta manera se establecieron cinco perspectivas epistemológicas:

- 1) **Silencio:** Las mujeres se perciben como pensadoras y silenciosas, manifestando una existencia pasiva, donde el conocimiento proviene de la autoridad.
- 2) **Conocimiento recibido:** Paralela a la posición dualista de Perry. Las mujeres asumen que son capaces de reproducir el conocimiento recibido de la autoridad, más no puede ser generado por ellas mismas, donde todas las ideas son percibidas como falsas o ciertas, en oposición a los hombres, no se inclinan a identificarse con la autoridad.
- 3) **Conocimiento subjetivo:** Conocimiento dualista, sin embargo, comienza a comprenderse como interno, personal, privado e intuitivo, percibiendo la verdad como una reacción intuitiva personal.
- 4) **Conocimiento procedimental:** El conocimiento es obtenido y es objetivo, donde las mujeres expresan reflexiones razonadas, con objetivos y procedimiento sistemáticos de análisis.
- 5) **Conocimiento construido:** Es la integración de las estrategias subjetivas y objetivas del conocimiento, se trata de un conocimiento contextual, donde las mujeres son participes de su construcción, sin embargo, los marcos de referencia pueden ser construidos por el que conoce.

(Duell y Schommer, 2001).

Entre otros aportes se encuentran las investigaciones realizadas por Porlán et al. (1997), quienes sostienen que el conocimiento profesional de los/as profesores/as se basa en teorías implícitas, las cuales intentan explicar los fundamentos de las representaciones y de las acciones del profesorado, aun cuando estos/as no son conscientes de la estrecha relación entre sus ideas, sus intervenciones, decisiones y ciertos preceptos conceptuales (Schommer et al., 2012).

De esta forma, han surgido nuevos modelos y teorías al respecto del rol de las representaciones epistemológicas en educación, tratando de explicar los fundamentos de las representaciones y de las acciones de los/as profesores/as, aunque estos/as no sean conscientes de la existencia de la posible relación entre sus ideas y sus intervenciones y ciertos preceptos conceptuales (Schommer-Aikins et al., 2012). Es este inconsciente desconocimiento acerca de las representaciones epistemológicas lo que ha guiado el trabajo

de Schommer (1990, 1997, 2000, 2002, 2004), autora que por más de dos décadas ha trabajado en torno a las representaciones epistemológicas.

Shommer (1990) adopta las ideas de Schoenfeld (1983) y Ryan (1984), Shommer considera que, Schoenfeld es “el precursor de las creencias sobre la habilidad de aprender” y “el precursor de la creencia en la velocidad del aprendizaje” en cuanto a la epistemología personal, pues su trabajo mediado por la observación de estudiantes resolviendo problemas geométricos en aula, junto una posterior entrevistas acerca de lo que experimentaban mientras desempeñaban la tarea, posibilitó identificar las representaciones sobre las fuentes del conocimiento (Vizcaino et al., 2013). Los/as estudiantes consideraban que la fuente del conocimiento es depositada en la autoridad omnisciente, en otras palabras, estas figuras son vistas como expertos dotados (determinante del aprendizaje) que aprenden rápido (velocidad del aprendizaje) (Morell, 2011). Respecto a los aportes de Ryan (1984), la autora con el objetivo de comprender la metacognición, realiza uno de los aportes más significativos en el plano metodológico, pues aplica una escala Likert de dualismo breve, siendo este el método idóneo para la identificación de representaciones, dado que a diferencia de los métodos utilizados por Perry e investigadores previos (entrevistas y observación) la escala Likert proporciona respuestas concisas, permitiendo relacionar la metacognición con algunas representaciones postuladas en los trabajos realizados por Perry, esto dio lugar a las representaciones sobre el conocimiento dualista o relativista, estudiantes que percibían el conocimiento desde la perspectiva dualista creían que el aprendizaje se comprobaba a través de la reproducción de los datos, en cambio, aquellos/as estudiantes que tenían una visión relativista del conocimiento creían que el aprendizaje sólo se podía demostrar mediante la relación de ideas y su posterior aplicación en la realidad (Morell, 2011).

De esta forma Shommer (1990) logra construir y aportar una visión más integral, comprendiendo las representaciones epistemológicas como “un sistema de representaciones que posee el individuo acerca de la naturaleza del conocimiento y el aprendizaje, las cuales son relativamente independientes entre sí” (p. 499). Conceptualizando las representaciones epistemológicas en función al aprendizaje y conocimiento de los/as estudiantes y de los motivos, situaciones, contextos en los que es construido dicho conocimiento. Un hallazgo importante realizado revela que estas representaciones epistemológicas parecen afectar el

procesamiento de la información y el seguimiento de la comprensión de los/as estudiantes (Schommer, 1990) influyendo en la interpretación crítica del conocimiento, pues el/la estudiante puede tener más de una creencia, dado que estas son independientes entre sí, a pesar de que forman parte de un sistema que las relaciona, influyendo en el desarrollo de representaciones ingenuas y sofisticadas, este desarrollo asincrónico se debe a la permanente interacción con el contexto y la cultura en la que se está inmerso.

En este sentido, Schommer (1990, 1992, 2004), propone el paradigma multidimensional, correspondiente a un sistema de representaciones epistemológicas con un carácter más o menos independiente, en el que se poseen múltiples representaciones y la independencia se debe a su desarrollo sincrónico, aquí los/as individuos/as pueden tener al mismo tiempo representaciones de nivel sofisticado y otras a un nivel simplificado, de forma sincrónica y/o asincrónica (Duell y Schommer, 2001). Desde este planteamiento surgen cinco dimensiones, tres referidas al conocimiento y dos al aprendizaje, con las clasificaciones sofisticado y simplificado (Schommer, 2004).

Para examinar la multidimensionalidad del sistema de representaciones, la autora propone el cuestionario epistemológico o *Epistemological Questionnaire* (Schommer, 1993) este permite valorar las preferencias de los/as estudiantes universitarios sobre el conocimiento y el aprendizaje, delimitando ítems con cinco dimensiones para el estudio de representaciones epistemológicas:

- 1) **Conocimiento simple (SK):** Respectivo a la creencia en el conocimiento simple y aislado en oposición a la creencia en el conocimiento complejo y estructurado, corresponde a la dimensión Estructura del conocimiento.
- 2) **Conocimiento cierto (CK):** Respectivo a la creencia en el conocimiento cierto, absoluto e inmodificable en oposición a la creencia del conocimiento tentativo, contextual y cambiante, corresponde a la dimensión Estabilidad del conocimiento.
- 3) **Habilidad innata (IA):** Respectivo a la creencia en el aprendizaje innato en oposición a la creencia en el aprendizaje adquirido y controlado, corresponde a la dimensión Habilidad para aprender.

- 4) **Aprendizaje rápido (QL):** Respectivo a la creencia en el aprendizaje rápido (todo o nada) en oposición a la creencia en el aprendizaje gradual y sistemático, corresponde a la dimensión Velocidad del aprendizaje.
- 5) **Autoridad omnisciente (OA):** Respectivo a la creencia en el conocimiento depositado en la figura de autoridad en oposición a la creencia en el conocimiento producido por la observación y el racionalismo, corresponde a la dimensión Fuentes del conocimiento.

A partir de lo anteriormente mencionado, se elaboran dos o más subconjuntos de ítems para distinguir entre alumnos/as sofisticados/as (más relativistas) e ingenuos/as (más dualistas). Los/as estudiantes sofisticados/as consideran el conocimiento como un fenómeno cambiante, en cual una gran parte está evolucionando, parte de este conocimiento aún está por descubrir y una parte muy pequeña está fijada. Para los/as estudiantes ingenuos/as el conocimiento se compone principalmente de datos absolutos e inmutables, parte de este conocimiento aún está por descubrir y una parte muy pequeña podría cambiarse (Schommer, 1990).

### Tabla 3

*Representaciones epistemológicas de acuerdo con el modelo de Duell y Schommer (2001)*

Dimensión	Simplificado	Sofisticado
Estabilidad del conocimiento	Cierto e incambiable	Tentativo
Estructura del conocimiento	Aislado, piezas conectadas. Simple	Conceptos integrados
Fuente del conocimiento	Procedente de la autoridad	Procedente de la razón
Velocidad del aprendizaje	Rápido o no	Gradual
Habilidad para aprender	Habilidad innata	Improbable

*Nota.* Duell, O. K., y Schommer, M.A. (2001). Fuente: <http://dx.doi.org/10.1023/A:1011969931594>.

De acuerdo con lo indicado en la tabla 3 (Schommer et al., 2012):

- a) Estabilidad del conocimiento se refiere al grado de certeza del conocimiento que va desde un nivel de conocimiento inmutable, donde a medida que se transita por estos niveles de conocimiento se manifiestan cambios continuos (Duell y Schommer, 2001). En esta dimensión se incluyen aspectos para evaluar el grado de “verdad” atribuible a un conocimiento o idea, considerando la claridad de las respuestas

obtenidas, su diversidad, la fiabilidad de las fuentes consultadas, la validez del conocimiento científico y la estabilidad o cambio de las ideas, es así como el/la individuo/a también expresa su postura sobre la estabilidad del conocimiento, una vez que descubre algo el/la sujeto se cuestiona ¿Es inmutable? ¿Hay algo más por descubrir? ¿Lo descubierto debe ser revisado permanentemente? Es así como su creencia oscila entre un enfoque simplificado desde la ingenuidad a un nivel de sofisticación superior.

- b) La estructura del conocimiento es planteada como la atomización o no del conocimiento, inicialmente los conceptos se presentan como fragmentos conceptuales aislados, hasta estructurarse como un conocimiento tentativo que albergue conceptos integrados. Reconociendo los elementos relacionados a las habilidades para aprender (sean innatas o adquiridas), la estructura de los textos (ideas principales y detalles) y la posibilidad de reorganización para la comprensión a partir de la relación que la persona que aprende pueda realizar entre los textos y su propia estructura cognitiva. Además de considerar elementos relacionados al pensamiento original, el contexto de adquisición de saberes y la capacidad de discernir entre los hechos y la teoría.
- c) La fuente del conocimiento se sitúa desde la transmisión desde las autoridades hasta el conocimiento derivado de la evidencia empírica y el racionalismo. Aludiendo a la procedencia del conocimiento, la autoridad está representada por los/as expertos/as en el tema y los/as docentes, también se indaga en el grado de confiabilidad que posee una información, según su origen y se incluyen aspectos relacionados a la vida cotidiana tales como textos y la familia.
- d) La velocidad del conocimiento contempla el ritmo de aprendizaje, desde rápido a gradual, evaluando la idea acerca del tiempo que toma a una persona aprender o comprender algo.
- e) Por otro lado, la habilidad para aprender se puede comprender desde su origen en la genética o su ganancia a través de la experiencia con el tiempo empleado para aprender, en esta dimensión se relacionan elementos cognitivos y de auto monitorización de la comprensión y el aprendizaje, junto a las herramientas que permiten validar y relacionar el conocimiento con las propias estructuras, y así asegurarse de la

apropiación de los conceptos aprendidos. En esta dimensión el principal cuestionamiento se encuentra en el proceso de aprendizaje, si este depende de habilidades innatas o se puede desarrollar a partir de las experiencias vividas.

Shommer et al. (2012), sugieren que las personas que poseen representaciones epistemológicas sofisticadas vienen avaladas por un alto nivel de pensamiento crítico, creatividad y aplicación del conocimiento. En cambio, aquellas personas que poseen representaciones simplificadas, vienen avaladas por un nivel de aprendizaje bajo, donde prima la memorización de hechos. Sin embargo, lo anterior no determina únicamente un tipo de creencia por persona, más bien una vez que una persona ha desarrollado unas representaciones sofisticadas podría utilizar otras representaciones simplificadas en otras tareas.

Las cinco dimensiones son aspectos considerados por la autora desde la concepción de epistemología personal, siendo relevantes para el campo de la educación, pues las representaciones epistemológicas pueden mejorar nuestra comprensión del aprendizaje humano, dado que existe una interrelación significativa entre las representaciones epistemológicas y el rendimiento académico, estas evolucionan de forma paralela a la educación formal (Rodríguez, 2005). En este sentido, Schoenfeld (1983) expone que la educación posee un papel clave en la prevención e intervención de representaciones epistemológicas contraproducentes que los/as estudiantes tienen en la escuela secundaria y que provienen de la forma en que se les ha enseñado, e influyen en cómo los individuos formulan, construyen y justifican el conocimiento y el significado que le dan a la información que encuentran (Hofer, 2001, 2002). Otros autores como Zeidler et al. (2013), también revelan la importancia de explorar las representaciones epistemológicas, en su estudio descubre que las representaciones epistemológicas también se derivan de la aplicación de emociones morales como el cuidado, la empatía, la simpatía y la preocupación, y funcionan en conjunto.

Lo interesante de las representaciones epistemológicas es el hecho de que los/as profesores/as dicen muchas cosas en su expresión verbal y hacen cosas diferentes en distintas situaciones, tratando de justificar lo que no comprenden adecuadamente, o simplemente eso es lo que ellos creen u opinan porque así les parece que son las cosas (Ramírez, 2003).

Aquello produce incoherencias entre el contenido disciplinar y las decisiones pedagógicas que van a guiar la Enseñanza de las Ciencias, sin embargo, aún persisten muchas preguntas y pocas respuestas. Si las representaciones epistemológicas sobre el conocimiento y el aprendizaje funcionan como filtro de la mente, determinando ¿cómo se interpreta el mundo?, ¿cómo son las estrategias que se usan para aprender? y ¿qué tanto por ciento persiste al aprender? (Schommer, 1990).

Por todo lo expuesto, parece innegable la necesidad de estudiar estas representaciones epistemológicas en el profesorado de Biología en formación inicial, encontrar su lugar entre los factores que han sido estudiados durante años, determinar cuáles son sus tendencias y proyectar su efecto el aprendizaje nos permitirá comprender los posicionamientos epistemológicos predominantes acerca de la Enseñanza de las Ciencias.

### **2.3.3 Representaciones epistemológicas en Formación Inicial Docente**

En la Formación Inicial Docente las representaciones epistemológicas y las aproximaciones al aprendizaje evolucionan a medida que los/as estudiantes progresan en su nivel educativo, donde las relaciones entre representaciones epistemológicas y rendimiento académico están influenciadas por las aproximaciones al propio aprendizaje. En el cual, el enfoque epistemológico del profesor/a es fundamental, dado que este influye en cómo entiende las relaciones entre sujeto y objeto en la construcción del conocimiento científico, es decir, entre los/as estudiantes, el conocimiento y su proceso de adquisición, lo cual, orienta el aprendizaje de las ciencias en el/la estudiante, quien, a su vez, construye sus propias representaciones haciendo uso de su propio conocimiento (Ramírez, 2003).

Además, las representaciones epistemológicas permiten dilucidar matices en cuanto a competencias del pensamiento científico, y, por consiguiente, también son determinantes de las diferentes corrientes filosóficas que permiten dar sentido y comprensión de la transformación de la ciencia en la historia humana. Esto, debido a que, si bien estas representaciones no tienen una localización fija (Ramírez, 2017) si pueden llegar a establecer tendencias o revelar un nivel de evolución de estas a lo largo de la formación docente (Fernández et al., 2011; Porlán y Martín del Pozo, 2004).

En las investigaciones, Porlán y Martín del Pozo (2002), descubren que los/as docentes universitarios en la Formación Inicial Docente tienden a reproducir modelos basados en el conocimiento académico, donde existen contradicciones entre sus concepciones sobre la enseñanza y sus prácticas docentes, además mencionan que existe una tendencia por parte de los/as docentes universitarios a tener una visión absolutista del conocimiento y una concepción empirista de la ciencia, siendo este un obstáculo para lograr el desarrollo profesional en los/as futuros/as profesores/as. Es precisamente aquí donde se ubica la relevancia de explorar e identificar las representaciones epistemológicas.

La formación de profesores/as de ciencia experimentales tiene una estrecha relación con las decisiones pedagógicas, puesto que estas representaciones ponen de manifiesto compromisos epistemológicos y de aprendizaje, incidiendo en la práctica de la enseñanza (Ramírez, 2017). Indagar en estas representaciones epistemológicas permitiría a los/as futuros/as profesores abordar su propio aprendizaje y formación docente con mayor amplitud, comprendiendo cómo se debe enseñar y aprender, con una perspectiva crítica y reflexiva, que les permita a los/as estudiantes en Formación Inicial Docente adaptarse e innovar en sus prácticas educativas. De forma que, la enseñanza no sean producto del azar o focalizadas en prácticas totalmente empiristas o reproductivas (Sanmartí, 2002), siendo este último uno de los temas que ha permeado las políticas públicas actuales orientadas al desarrollo docente que comienza desde la formación inicial.

Por lo tanto, la investigación coincide con Quintanilla et al. (2020) en cuanto a la importancia de analizar los procesos de aprendizaje en la formación inicial y continua del profesorado en los diferentes niveles educativos y contextos culturales, ayudando a comprender desde la formación inicial cómo se aprende a enseñar, cómo se genera, construye, transforma y transfiere el conocimiento profesional, pedagógico y científico en la profesión docente. Dado que, a medida que los/as futuros/as docente transitan en la educación superior emergen y/o se toma consciencia de nuevas concepciones relativas al momento y contexto de su propia formación, siendo la toma de consciencia uno de los eventos más complejos de identificar, ya que exige un cuestionamiento reflexivo entorno a ¿por qué?, ¿para qué? y ¿cómo? se desarrollan conocimientos, competencias y habilidades metacognitivas que, a su vez, permiten la auto y corregulación conceptual, procedimental y

actitudinal del proceso de formación profesional, en una base teórica, praxiológica y pragmática sustancial para aprender a evaluar, y simultáneamente autoevaluar competencias del pensamiento científico (Copello y Sanmartí, 2001).

Lo anterior supone instancias de reflexión crítica a medida que el/la futuro/a docente transita por diferentes escenarios teóricos y disciplinas científicas, que, de lugar a la consolidación de un conocimiento científico significativo, contemporáneo a las teorías y necesidades actuales de una sociedad que se encuentra participando en una carrera con el desarrollo tecnológico, innovación y reinención de la educación. Es en este sentido que Murphy, Delli y Edwards (2004), proponen que durante la formación de los/as docentes es cuando se puede llevar a cabo la intervención para un cambio en el modelo de representaciones que favorezcan mejores resultados en su posterior desempeño profesional. En este sentido, es necesario que las prácticas de enseñanza de los/as docentes de ciencias naturales posibilitem a los/as estudiantes de los diferentes niveles educativos evidenciar cómo van logrando acceder al mundo de las ciencias, no solamente por la vía de los productos (evaluaciones, calificaciones), sino también por la vía de los procesos de desarrollo que se dan en diferentes condiciones y ambientes de enseñanza y aprendizaje, para promover la adquisición de un determinado conocimiento científico en un nivel competencial (Quintanilla, 2020). Además, este conocimiento debe estar en sintonía con la dinámica social, cultural, política, económica, ambiental y tecnológica por la cual atraviesa el panorama mundial. Potenciando así competencias y habilidades científicas que los preparen para la vida y el éxito profesional en lo que emprendan, como ciudadanos activos y sujetos de derecho (Quintanilla et al., 2010).

Con estas ideas se cierra este capítulo y a continuación se presenta el Capítulo III, Metodología de la Investigación.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

Capítulo dedicado a los fundamentos epistemológicos que sustentan la metodología de investigación

## **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

En este apartado se presenta el marco metodológico que sustenta la investigación. Explicando en primer lugar, la Fundamentación Epistemológica del Enfoque Mixto de investigación, posteriormente se presenta el Diseño de la Investigación, las Técnicas de Recogida de datos, Técnicas de Análisis de Datos. Finalmente, se precisa el contexto de la investigación y las características generales de la muestra seleccionada.

### **3.1 FUNDAMENTACIÓN EPISTEMOLÓGICO DEL ENFOQUE MIXTO**

La investigación se encuentra fundamentada en las bases epistemológicas del enfoque metodológico mixto. Si bien persiste un debate en torno a la perspectiva filosófica del enfoque mixto de investigación, autores como Tashakkori y Teddlie (1998, 2012), Johnson y Onweugbuzie (2004), Creswell (2013) y DeCuir-Gunby y Schutz (2017), entre otros estiman que este enfoque se posiciona epistemológicamente en el pragmatismo y en su lógica de investigación, es decir que el/la investigador/a posee un punto de vista objetivo y subjetivo al analizar un fenómeno o problemática social. Al ser contemplando desde una postura pragmática concede la posibilidad de considerar múltiples paradigmas en un mismo estudio (Sampieri, 2006). Dado que la premisa central de los estudios con enfoque mixto radica en la integración y extensión de las fortalezas tanto del enfoque metodológico cuantitativo como del cualitativo, minimizando a la vez sus respectivas debilidades, y disminuyendo las limitaciones de ambos (González y Ricalde, 2021). Conformando un universo investigativo más rico en posibilidades, al utilizar evidencia de datos numéricos, verbales, textuales, visuales, simbólicos y de otras clases para entender problemas en las ciencias (Creswell y Creswell, 2018; Lieber y Weisner, 2010) desde un contexto personal y sociocultural por medio del uso de la inducción (descubrimiento de patrones), deducción (testeo de teorías e hipótesis) y abducción (descubrir y confiar en lo mejor de un conjunto de explicaciones para comprender los resultados).

Este enfoque metodológico implica un conjunto de procesos de recolección, análisis y vinculación de datos cuantitativos y cualitativos, siendo los principales resultados producto de la sistematización de la información en su conjunto, respecto a esto Chen (2006) postula que los enfoques cuantitativos y cualitativos conservan sus estructuras y procedimientos originales (“forma pura de los métodos mixtos”); o bien, que dichos métodos pueden ser

adaptados, alterados o sintetizados para efectuar la investigación y lidiar con los costos del estudio (“forma modificada de los métodos mixtos”).

En este sentido, el enfoque mixto requiere de una metodología secuencial y probatoria, en la que se debe seguir procedimientos y estrategias en aras de establecer relaciones (Bunge, 1989), manteniendo un orden riguroso en los procedimientos y etapas en la medición del objeto de estudio, procurando conservar un grado de objetividad al analizar los datos por medio de mediciones numéricas, promoviendo las fortalezas de los métodos cuantitativos. Comenzando con la definición de una idea (Otero-Ortega, 2018), la cual debe delimitar y concretizar en el problema de estudio, elaborando la pregunta de investigación sobre cuestiones específicas (Hernández-Sampieri et al., 2020), formulando objetivos y preguntas cuantitativas y cualitativas separadas, luego se redactan una o varias preguntas generales, las que posteriormente se dividirán en preguntas concretamente cuantitativas, cualitativas y mixtas de acuerdo con la evolución del estudio. En la siguiente fase, se debe recopilar información bibliográfica que sustente la problemática a investigar, justificando el objeto de estudio con literatura especializada en la temática, construyendo así el marco teórico de la investigación, procurando incluir inferencias cuantitativas, cualitativas y mixtas. En esta etapa el/la investigador/a se adentra a un proceso reflexivo y conceptual, del cual derivan una o varias hipótesis (Hernández-Sampieri et al., 2020), las cuales serán sometidas a prueba para comprobar su veracidad mediante uno/s de los diversos diseños de investigación que resulte pertinente para la investigación. Posteriormente, se da paso a la recolección de los datos mediante procedimientos validados por la comunidad científica, en el caso de la metodología mixta se complejiza el proceso, ya que se debe elegir al menos una muestra para cada uno de los enfoques integrados (cuantitativo y cualitativo), ya sea mediante encuestas, entrevistas semiestructuradas o no estructuradas, grupos foco, observación o registros históricos y documentales, pues para que una investigación sea consistente y aceptada por la academia debe demostrarse que se siguieron tales procedimientos. En este sentido Plowright (2011), coincide con Collins (2010) en que el proceso de muestro mixto significa un intercambio de posibilidades generales y la transferencia de nuevas posibilidades al universo o a otros contextos y casos, logrando en lo posible un equilibrio entre la “saturación de categorías” y la “representatividad” (Hernández-Sampieri y Torres, 2018).

Para autores como Hurtado (2008), también deben establecerse lapsos temporales a dedicar en el estudio, de esta forma es posible designar prioridad a las diferentes etapas o actividades a realizar, entendiendo que la investigación es un proceso secuencial y dinámico se debe planificar desde la dedicación y constancia en el tiempo programado. La etapa de análisis de datos el/la investigador se vale de los procedimientos estandarizados y cuantitativos, tales como la estadística descriptiva e inferencial, así como la codificación y evaluación temática respectiva a los procedimientos cualitativos.

Además, al finalizar el escrito elaborado a partir del enfoque mixto las conclusiones obtenidas deben demostrar una comprensión integral desde las metodologías cuantitativas y cualitativas, pues esto provee una mayor comprensión del planteamiento bajo estudio (Hesse-Biber, 2016; Creswell y Tashakkori, 2007). Cumpliendo así con una de las cinco razones planteadas por Green et al. (1989), que motivan a los/as investigadores/as a utilizar el enfoque mixto para realizar investigaciones, la triangulación donde se obtiene información de diferentes fuente y se emplean distintas teorías y técnicas para recolectar y analizar datos e información, la expansión o amplificación, la profundización, interpretación y el incremento de la evidencia, mediante la utilización de diferente enfoques metodológicos proporcionando una mayor generalización, seguridad y certeza sobre las conclusiones científicas (Gibson, 2016).

Es relevante concebir que en este tipo de metodología no está adscrito a la objetividad ni a la subjetividad, por lo tanto, la búsqueda de información que sustente el proyecto requiere de una serie de marcos de referencia e intersubjetividades que faciliten la obtención de datos cualitativos y cuantitativos en simultaneidad generando una verdadera complementariedad entre ambos métodos. Por ello, autores como Ridernour y Newman (2008) postulan que los métodos mixtos son más conscientes con nuestra realidad mental y comportamiento habitual, siendo relevante en esta dinámica las nociones de inducción y deducción (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2008).

### **3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

A continuación, se presenta el diseño que guía esta investigación (Tabla 4). Iniciando con la Pregunta de Investigación (en adelante P.I), el Objetivo General de la investigación

(en adelante O.G), los Objetivos Específicos (en adelante O.E 1, O.E 2, O.E 3) y los momentos de la metodología diseñada.

**Tabla 4**

*Modelo del Diseño Metodológico Mixto de Investigación*

<b>P.I:</b> ¿Cuáles son las representaciones epistemológicas del profesorado en formación inicial de Biología acerca de Enseñanza de las Ciencias Naturales?					
<b>O.G:</b> Determinar las representaciones epistemológicas del profesorado de Biología en formación inicial acerca de la Enseñanza de las Ciencias considerando el trayecto formativo.					
Objetivos Específicos	Momentos	Metodología Mixta de Investigación			
		Técnicas de Recogida de Datos		Técnicas de Análisis de Datos	
		Técnica de Recogida de Datos Cuantitativos	Técnica de Recogida de Datos Cualitativos	Técnica de Análisis de Datos Cuantitativos	Técnica de Análisis de Datos Cualitativos
O.E 1	1.Aplicación del Instrumento	Escala tipo Likert del "Cuestionario C-4BQ-2024"	Cuestionario de Respuesta Abierta "Explicación o Argumentación"	-	-
	2.Análisis de Datos Cuantitativos	-	-	2.1 Análisis Descriptivo: Análisis de Frecuencia	-
	3.Establecer las R.E por nivel del trayecto formativo	-	-	Establecer las R.E por dimensión y niveles del trayecto formativo	-
O.E 2	4.Caracterizar las R.E Racionalistas Positivistas y las R.E Racionalistas Moderadas por nivel del trayecto formativo y dimensión.	Escala tipo Likert del "Cuestionario C-4BQ-2024"	-	4.1 Análisis Descriptivo: Análisis de Frecuencia	-
O.E 3	5.Análisis del contenido conceptual de los argumentos y explicaciones de los enunciados de una muestra cualitativa, en base a los posicionamientos epistemológicos de los/as estudiantes.	-	Cuestionario de Respuesta Abierta	-	Análisis del Contenido Conceptual

Nota. Fuente: Creación Propia.

### 3.3 TÉCNICAS DE RECOGIDA DE DATOS

Se utiliza el instrumento que corresponde a un cuestionario tipo escala Likert. En el instrumento confluyen preguntas cerradas (Cuantitativa) y preguntas abiertas (Cualitativa), permitiendo recoger datos de carácter cuantitativo, que aquí denominaremos Fase Cuantitativa y Fase Cualitativa.

En cuanto a las características del instrumento, se compone de tres partes:

**Parte I. Antecedentes Personales:** En esta sección se solicita al profesorado en formación participante del estudio su nombre completo, año de nacimiento, género con el cual se siente identificado/a, teniendo las opciones de masculino (M), femenino (F) y no binario (N/B), posteriormente debe ser indicada el tipo de dependencia institucional de egreso, ya sea particular pagado (PP), particular subvencionado (PS), municipal (M), administración delegada (AD), fundación (F), educación de personas jóvenes y adultos (EPJA) u otro que de no estar entre las opciones debe ser indicado, finalmente debe ser indicado el proyecto educativo de la institución, ya sea laico o religioso.

### 3.3.1 Fase Cuantitativa

Corresponde a la Parte II. Esta sección del instrumento corresponde a la escala Likert del cuestionario C-4BQ-2024. La escala tipo Likert tiene como opción de respuesta el nivel de acuerdo. La Tabla 5 expone las características de las respuestas de la escala.

**Tabla 5**

*Características de las opciones de respuestas de la Escala Likert*

Enunciados	Totalmente en Desacuerdo (TD)	Parcialmente en Desacuerdo (PD)	Parcialmente en Acuerdo (PA)	Totalmente de Acuerdo (TA)
<b>Puntuación</b>	1	2	3	4
<b>Descripción de la Valoración</b>	Si no compartes el contenido central del enunciado en totalmente en ninguno de sus aspectos.	Si no compartes el contenido central del enunciado, aunque estás de acuerdo en alguno de sus aspectos.	Si compartes el contenido central del enunciado en algunos de sus aspectos.	Si compartes el contenido del enunciado tal y como está redactado.

*Nota.* Fuente: Adaptado de Cuestionario C-4BQ-2024.

La escala se compone de cinco dimensiones (D), en las cuales se distribuyen cincuenta enunciados y miden distintos aspectos acerca de la Enseñanza de las Ciencias. La Tabla 6 describe las dimensiones, junto a la numeración de las afirmaciones, según cada una de estas.

**Tabla 6***Descripción general de las Dimensiones y Afirmaciones del Instrumento*

<b>Dimensiones</b>	<b>Descripción</b>	<b>Número de Enunciados</b>
<b>DI. Enseñanza de las Ciencias</b>	En el Profesorado en formación inicial acerca de la Enseñanza de las Ciencias (Química, Biología, entre otras) respecto a la transmisión de conceptos, fórmulas, lenguajes y actividades científicas en diversas disciplinas, contextos ideológicos, sociales y culturales que influyen en la formación profesional.	1.2.3.4.5.6.7.8.9.10
<b>DII. Aprendizaje de las Ciencias</b>	El Aprendizaje de las Ciencias en el Profesorado en formación inicial como un proceso colectivo que involucra modelos teóricos de la ciencia, instancias evaluativas y co-evaluativas, con el fin de relacionar el conocimiento entre pares y desde otras fuentes de información válidamente aceptadas por la comunidad científica.	11.12.13.14.15.16.17.18.19.20
<b>DIII. Evaluación de los Aprendizaje Científicos</b>	La Evaluación de los Aprendizaje Científicos en el Profesorado en formación como una estrategia para apoyar y favorecer el proceso de aprendizaje de la Naturaleza de la ciencia, incorporando técnicas, instrumentos y contenidos actitudinales traducidos a indicadores de rendimiento o notas.	21.22.23.24.25.26.27.28.29.30
<b>DIV. Resolución de Problemas Científicos</b>	Resolución de Problemas Científicos en el Profesorado en formación inicial como un eje principal del desarrollo profesional en el ámbito de las ciencias relacionando problemas científicos (Química, Biología, entre otras) mediante fórmulas y/o algoritmos y situaciones de la vida cotidiana (lenguaje).	31.32.33.34.35.36.37.38.39.40
<b>DV. Competencias del Pensamiento Científico (original)</b>	Competencias del Pensamiento Científico en el Profesorado en formación inicial en ciencias (Química, Biología, entre otras) al movilizar conocimientos y habilidades para manipular eficientemente instrumental científico, con objetivos e instrucciones claras y precisas para el desarrollo de habilidades y competencias del pensamiento científico.	45.42.43.44.45.46.47.48.49.50

*Nota.* Fuente: Adaptado de Cuestionario C-4BQ-2024.

**3.3.2 Fase Cualitativa**

Se corresponde con la Parte III. Argumentación o Explicación. Es la sección final del cuestionario, se solicita la elaboración de dos explicaciones o argumentaciones en base a la elección de dos enunciados por cada una de las cinco dimensiones presentes en el instrumento. La figura 4 presenta el formato de respuesta solicitada que requiere, en primera instancia de la especificación del número del enunciado seleccionado y, dispone de un recuadro donde deben ser redactadas dos explicaciones o argumentaciones que justifiquen la elección del enunciado.

## Figura 4

### Parte III. Argumentación o Explicación, Cuestionario C-4BQ-2024

Enunciados seleccionados (señalar el número del enunciado)	Argumento o Explicación

Nota. Fuente: Adaptado de Cuestionario C-4BQ-2024.

## 3.4 TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS

Para este estudio se utilizarán tanto técnicas de análisis cuantitativo, así como también, Técnicas de análisis cualitativo.

### 3.4.1 Técnicas de Análisis Cuantitativo

Se utilizará la técnica de análisis descriptivo que corresponde al análisis de frecuencia, la cual se limita a medir la presencia, características o distribución de un fenómeno en una población en un momento concreto, limitándose a describir uno o varios fenómenos sin intención de establecer relaciones causales con otros factores, para ello se describen frecuencias y características relacionadas con el fenómeno de estudio (De Cabo et al., 2008). El análisis de frecuencia corresponde a una técnica del análisis descriptivo de datos obtenidos para una variable, donde a cada uno de los datos se les asigna una frecuencia correspondiente, de esta manera es posible representar distribuciones de frecuencias a través de diagramas, facilitando su estudio y comprensión dependiendo de la naturaleza investigativa (Ballesteros-Aguado, 2017).

Para el análisis se utilizará el software estadístico Statistical Package for the Social Sciences (en adelante SPSS) en la versión 29.

### 3.4.2 Técnicas de Análisis Cualitativo

Se utilizará la Técnica de análisis contenido, técnica que se basa en los datos generados por los individuos mediante preguntas de investigación que motivan algún tipo de juicio o toma de decisión (Neuendorf, 2002). Son los y las participantes de la investigación o estudio quienes juzgan o interpretan el contenido, generalmente presentado de forma

textual o audiovisual, procedente de diversas fuentes de información para realizar inferencias sobre el tipo de contenido, frecuencia o magnitud de un hecho (Hayes y Krippendorff, 2007; Neuendorf y Kumar, 2016). Específicamente, el análisis de contenido conceptual sustentado por autores como Krippendorff (2004), Weber (1990) y Mayring (2000) sistematiza la identificación y categorización de conceptos clave presentes en un texto o discurso, permitiendo interpretar su significado y relación en un contexto dado.

El contenido de una comunicación, considerando el discurso humano hablado y escrito, es complejo y presenta una valiosa característica polisémica (Gomes y Ribeiro, 2009), pues como postula Campos (2004), el discurso incluye contenidos manifestados y contenidos latentes. Los contenidos manifestados o explícitos son considerados como el punto de partida, no obstante, no se debe hablar a través de ellos, más bien debe tener lugar un ejercicio de proyección subjetiva, debido a que lo registrado en la investigación comúnmente no es lo que en el fondo él o la entrevistado/a quiso decir. Para ello, inicialmente el/la investigador/a debe adentrarse en lo enigmático, es decir en el nivel simbólico del discurso, perteneciente al universo de los contenidos latentes o implícitos.

Para realizar el análisis de contenido conceptual serán consideradas las explicaciones o argumentaciones elaboradas por los/as estudiantes, de acuerdo a la elección aleatoria de un enunciado en cada uno de los niveles formativos para las cinco dimensiones explicadas anteriormente. Los resultados serán sistematizados de acuerdo al modelo representado en la Tabla 7.

**Tabla 7**

*Análisis de Contenido Conceptual y clasificación de las respuestas cualitativas por Dimensión y Nivel Formativo, según tipo de Racionalismo*

Dimensiones	Niveles Formativos									
	1Nivel		2Nivel		3Nivel		4Nivel		5Nivel	
	Racionalismo		Racionalismo		Racionalismo		Racionalismo		Racionalismo	
	RP	RM	RP	RM	RP	RM	RP	RM	RP	RM
I Enseñanza de las Cs.	1...	1...	1...	1...	1...	1...	1...	1...	1...	1...
II Aprendizaje de las Cs.	2...	2...	2...	2...	2...	2...	2...	2...	2...	2...
III Evaluación de los Aprendizajes Científicos	3...	3...	3...	3...	3...	3...	3...	3...	3...	3...
IV Resolución de Problemas Científicos	4...	4...	4...	4...	4...	4...	4...	4...	4...	4...
V Competencias del Pensamiento Científico	5...	5...	5...	5...	5...	5...	5...	5...	5...	5...

*Nota.* Esta tabla muestra el análisis de contenido conceptual de las respuestas obtenidas de una muestra cualitativa, organizadas por dimensión y nivel formativo según las categorías de racionalismo. Los conceptos asociados al Racionalismo Positivista (RP) están destacados en color verde, mientras que los correspondientes al Racionalismo Moderado (RM) se identifican con el color amarillo. Fuente: Creación Propia.

Lo anterior permitirá establecer el tipo de racionalismo presente en los conceptos extraídos de las explicaciones elaboradas por el profesorado de Biología en formación inicial, clasificándolos como Racionalismo Positivista (RP) o Racionalismo Moderado (RM), según la dimensión analizada y el nivel formativo correspondiente.

### **3.5 TIPO DE MUESTREO**

Por las características del estudio, el muestreo es de tipo censal, es decir, se consideran todas las unidades de investigación como muestra (Ramírez, 1997), siendo estas las mismas personas que constituyen la población de interés. De acuerdo con lo anterior, la muestra del estudio está conformada por los/as estudiantes de la UMCE cursantes de la carrera Licenciatura en Educación en Biología y Pedagogía en Biología (con menciones), respectivos a los cinco niveles formativos que ofrece la carrera. Estos niveles se estructuran el primer nivel (1° Nivel), el segundo nivel (2° Nivel), el tercer nivel (3° Nivel), el cuarto nivel (4° Nivel) y el quinto nivel (5° Nivel).

### **3.6 CONTEXTO Y MUESTRA DEL ESTUDIO**

Es este apartado se describe contexto en el que se desarrolla la investigación y la caracterización de la muestra.

#### **3.6.1 Contexto de la Investigación**

El contexto en el que se desarrolla la investigación es en la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, en adelante (UMCE). Institución de Educación Superior reconocida por su enfoque en la formación de profesionales del ámbito educativo tiene por misión y propósito ser una institución estatal, autónoma y publica a cargo de la formación de personas y profesionales capaces de contribuir a la sociedad y país en escenarios educativos, desde una perspectiva interdisciplinar, plurinacional, inclusiva, no sexista, sustentable e innovadora, atendiendo en todas las manifestaciones la formación profesional docente, inicial y continua, para todos los niveles, sectores y modalidades del sistema educacional chileno (UMCE, 2022).

En cuanto al modelo educativo la UMCE este considera referentes de carácter filosófico, epistemológico y psicológico que sustentan y conciben a la educación como un

proceso de formación y transformación de los/as individuos/as a partir de la convergencia y síntesis crítica entre la cultura que ellos/as van construyendo desde su contexto y aquella que es aportada por el conocimiento formal. Promoviendo una constante resignificación de la propia identidad y proyecto de vida en el marco de los valores que sustentan el desarrollo de procesos formativos, el saber praxeológico, en coherencia con el contexto y Currículum Nacional actual.

Por otro lado, la carrera profesional Licenciatura en Educación en Biología y Pedagogía en Biología (con menciones) impartida por la UMCE actualmente cuenta con seis años de acreditación y tiene una extensión de diez semestres, que aproximadamente equivalen a cinco años en una escala temporal. La carrera cuenta con asignaturas del Área Formativa Profesional docente de Biología y Ciencias Naturales y su Didáctica y asignaturas del Área Formativa en Ciudadanía y Valoración Social de Ciencia, Tecnológica e Innovación, asimismo a partir del segundo semestre comienza la formación práctica teniendo de forma progresiva y semestral acercamientos a la identidad y quehacer Profesional Docente de Biología y Ciencias Naturales.

### 3.6.2 Caracterización de la Muestra

La Tabla 8 caracteriza la muestra de los/as estudiantes participantes del estudio con su respectivo nivel, año de ingreso, código y número de estudiantes por nivel y su totalidad.

**Tabla 8**

*Descripción de la Muestra según Niveles Educativo*

Niveles	Código	Número de Estudiantes	Número Total de Muestra	Porcentaje de la Muestra
<b>Primer nivel</b>	1° Nivel	16	15	15%
<b>Segundo nivel</b>	2° Nivel	17	15	15%
<b>Tercer nivel</b>	3° Nivel	12	12	12%
<b>Cuarto nivel</b>	4° Nivel	35	29	29%
<b>Quinto nivel</b>	5° Nivel	40	29	29%
<b>Total</b>		<b>120</b>	<b>100</b>	<b>100%</b>

*Nota.* Fuente: Creación Propia.

De acuerdo con lo anterior, el primer nivel correspondiente a los/as estudiantes cursantes de la carrera Licenciatura en Educación en Biología y Pedagogía en Biología (Con menciones) cuenta con 16 estudiantes, el segundo nivel cuenta con 17 estudiantes, el tercer nivel cuenta con 12 estudiantes, el cuarto nivel cuenta con un total de 35 estudiantes y

finalmente el quinto nivel cuenta con un total de 40 estudiantes. Considerando un total de 100 profesores/as de Biología en formación inicial participantes de la investigación.

### 3.6.3 Edad

A continuación, en la Tabla 9. Se expone la distribución de las edades correspondientes a los/as estudiantes de Biología en Formación Inicial Docente según el nivel formativo.

**Tabla 9**

*Clases Etarias de los/as estudiantes de Biología en Formación Inicial Docente según Nivel Formativo*

Clases Etarias		18-20		21-23		24-26		27-29		30-34		Total	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Nivel Formativo	1° Nivel	13	77%	0	0%	1	6%	0	0%	1	8%	15	15%
	2° Nivel	3	18%	8	17%	2	11%	0	0%	2	17%	15	15%
	3° Nivel	1	6%	8	17%	2	11%	0	0%	1	8%	12	12%
	4° Nivel	0	0%	19	40%	4	22%	1	20%	5	4%	29	29%
	5° Nivel	0	0%	13	27%	9	50%	4	80%	3	25%	29	29%
<b>Total</b>		17	100%	48	100%	18	100%	5	100%	12	100%	100	100%

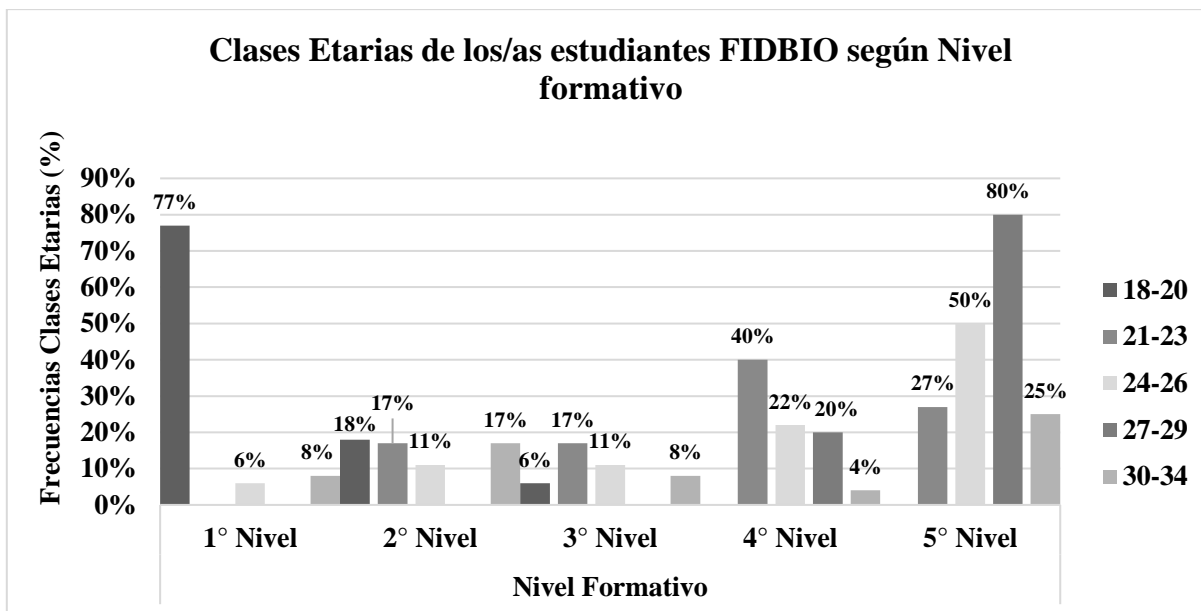
Nota. Fuente: Creación Propia.

La distribución etaria de los estudiantes de Biología en Formación Inicial Docente, según el nivel formativo, revela una mayor concentración de estudiantes en el rango de 18 a 20 años en el primer nivel, alcanzando un 77%, mientras que la menor representación de este grupo se observa en el tercer nivel con un 6%. En cuanto a la clase etaria de 21 a 23 años, el cuarto nivel formativo registra la mayor proporción con un 40%, en contraste con los niveles segundo y tercero, donde ambos presentan un 17% de distribución. Para el grupo etario de 24 a 26 años, el mayor porcentaje se encuentra en el quinto nivel formativo con un 50%, siendo el primer nivel el que exhibe la menor proporción con un 6%. En el caso del grupo de 27 a 29 años, se evidencia una mayor concentración en el quinto nivel con un 80%, seguido del cuarto nivel con un 20%. Finalmente, en la clase etaria de 30 a 34 años, la mayor proporción se registra en el quinto nivel con un 25%, mientras que el cuarto nivel presenta la menor distribución con un 4%.

A continuación, la Figura 5, representa gráficamente la distribución de los estudiantes de Biología en Formación Inicial Docente, agrupados por clases etarias y nivel formativo.

**Figura 5**

*Clases Etarias de los/as estudiantes de Biología en Formación Inicial Docente según Nivel formativo*



Nota. El gráfico representa las frecuencias de las clases etarias en función al nivel formativo de los/as estudiantes de Biología en Formación Inicial Docente participantes del estudio. Fuente: Creación Propia.

### 3.6.4 Género

A continuación, en la Tabla 10. Expone la distribución del género de los/as estudiantes de Biología en Formación Inicial Docente según nivel formativo.

**Tabla 10**

*Distribución de Género de los/as estudiantes de Biología en Formación Inicial Docente según Nivel formativo*

Nivel Formativo		1° Nivel		2° Nivel		3° Nivel		4° Nivel		5° Nivel		Total	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Género	M	6	40%	5	33%	4	33%	8	28%	16	55%	39	39%
	F	8	53%	10	67%	7	58%	20	69%	13	45%	58	58%
	N/B	1	7%	0	0%	1	8%	1	3%	0	0%	3	3%
<b>Total</b>		15	100%	15	100%	12	100%	29	100%	29	100%	100%	100%

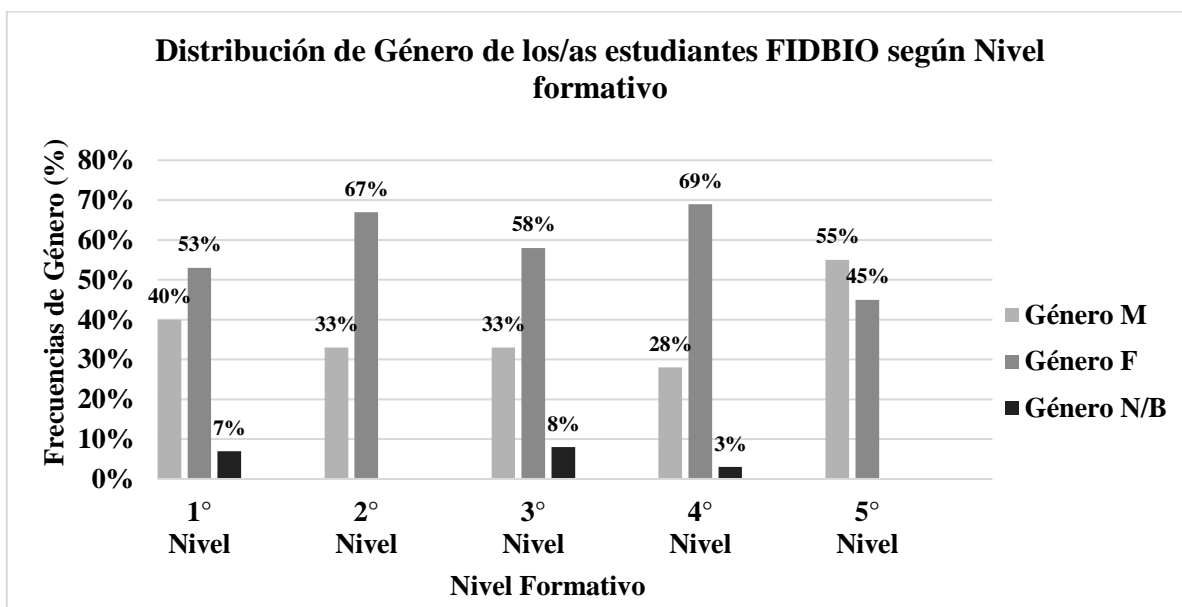
Nota. Fuente: Creación Propia.

De acuerdo con los datos presentados en la Tabla 10. Se observa la siguiente distribución de género entre los estudiantes de Biología en Formación Inicial Docente (en adelante, FIDBIO) según el nivel formativo. En el primer año FIDBIO, el 40% de los

estudiantes se identifica como masculino, el 53% como femenino y el 7% como no binario. En el segundo año FIDBIO, el 33% de los estudiantes son masculinos, el 67% son femeninos y no se reporta presencia de estudiantes no binarios. En el tercer año FIDBIO, el 33% de los estudiantes son masculinos, el 58% son femeninos y el 8% son no binarios. En el cuarto año FIDBIO, el 28% de los estudiantes se identifica como masculino, el 69% como femenino y el 3% como no binario. Finalmente, en el quinto año FIDBIO, el 55% de los estudiantes son masculinos, el 45% son femeninos y no se reporta presencia de estudiantes no binarios. A su vez la Figura 6 representa esta distribución de manera gráfica.

**Figura 6**

*Distribución de Género de los/as estudiantes FIDBIO según Nivel formativo*



*Nota.* El gráfico representa las frecuencias del género de los/as estudiantes FIDBIO, distribuidos según nivel formativo. Las categorías consideradas son género masculino (M), género (F) y género no binario (N/B). Fuente: Creación Propia.

### 3.6.5 Dependencia Institucional de Egreso

A continuación, en la Tabla 11 se indica la distribución de la dependencia institucional del establecimiento educacional del cual egresaron los/as estudiantes FIDBIO según Nivel formativo. Se revela que en el primer año FIDBIO el 67% de los/as estudiantes proviene de una institución particular subvencionada (PS), mientras que el 33% restante proviene de una institución municipal (M). En el segundo año FIDBIO el 60% de los/as estudiantes egresó de una institución PS, el 33% de una institución M, y el 7% restante de una institución particular pagada (PP). Para el tercer año FIDBIO la mitad de los/as estudiantes (50%) proviene de una institución PS, y el 50% restante egresó de una institución M. En cuanto al cuarto año FIDBIO el 52% de los/as estudiantes egresó de una institución PS, el 35% de una institución M, el 7% de una Fundación (F), el 3% de una institución PP, y el 3% restante de una institución de Administración delegada (AD). Finalmente, en quinto año FIDBIO el 55% de los/as estudiantes proviene de una institución PS, el 28% de una institución M, el 14% de una institución PP, y el 3% de una institución de AD.

**Tabla 11**

*Distribución de la Dependencia Institucional de egreso de los/as estudiantes de Biología en Formación Inicial Docente según Nivel formativo*

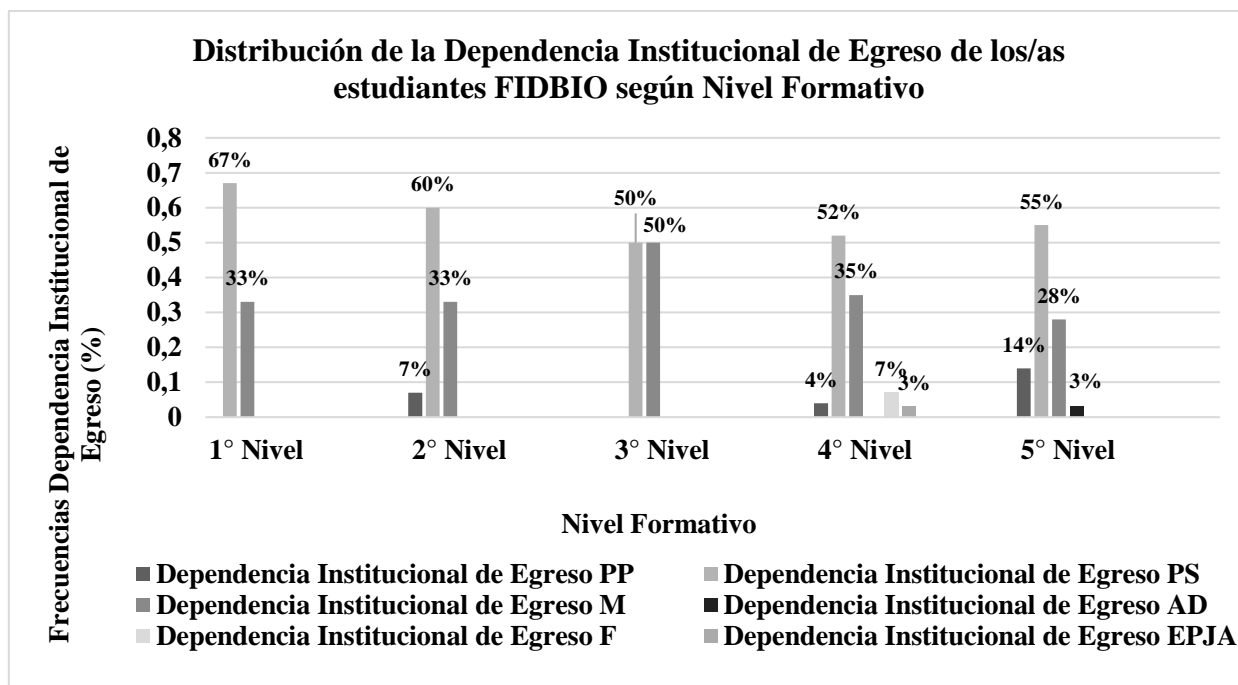
Nivel Formativo		1° Nivel		2° Nivel		3° Nivel		4° Nivel		5° Nivel		Total	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Dependencia Institucional de Egreso	PP	0	0%	1	7%	0	0%	1	3%	4	14%	6	6%
	PS	10	67%	9	60%	6	50%	15	52%	16	55%	56	56%
	M	5	33%	5	33%	6	50%	10	35%	8	28%	34	34%
	AD	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	3%	1	1%
	F	0	0%	0	0%	0	0%	2	7%	0	0%	2	2%
	EPJA	0	0%	0	0%	0	0%	1	3%	0	0%	1	1%
<b>Total</b>		15	100%	15	100%	12	100%	29	100%	29	100%	100	100%

Nota. Fuente: Creación Propia.

A continuación, la Figura 7, representa gráficamente la distribución de los estudiantes de FIDBIO, por dependencia institucional de egreso y nivel formativo.

**Figura 7**

*Distribución de la Dependencia Institucional de egreso según Nivel formativo*



Nota. El gráfico representa las frecuencias dependencia institucional de egreso estudiantes FIDBIO, según nivel formativo. Fuente: Creación Propia.

### 3.6.6 Proyecto Educativo Institucional de Egreso

A continuación, la Tabla 12. Expone la distribución del tipo de Proyecto Educativo Institucional (PEI) de egreso de los/as estudiantes FIDBIO según Nivel formativo. Se expone que, en el primer año el 87% de los/as estudiantes proviene de establecimientos Laicos (L) y el 13% de establecimientos Religiosos (R). En el segundo año FIDBIO, el 60% egresó de instituciones L y el 40% de R. Para el tercer año FIDBIO, el 83% de los/as estudiantes proviene de establecimientos L y el 17% de R. En el cuarto año FIDBIO, el 76% de los/as estudiantes egresó de instituciones L y el 24% de R. Finalmente, en el quinto año FIDBIO, el 66% de los/as estudiantes proviene de establecimientos L y el 34% restante de estudiantes proviene de establecimientos de R.

**Tabla 12**

*Distribución del PEI según Nivel Formativo los/as estudiantes de Biología en Formación Inicial Docente*

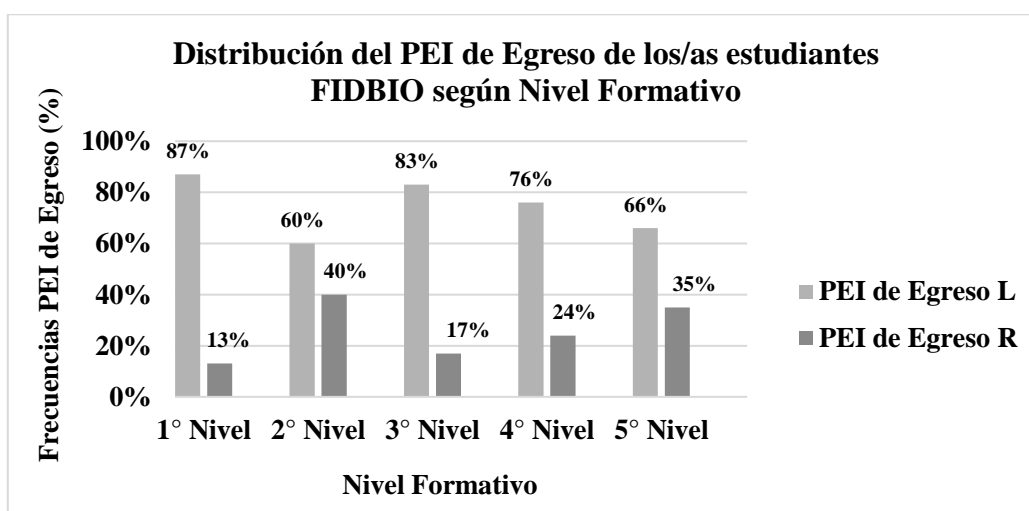
Nivel Formativo		1° Nivel		2° Nivel		3° Nivel		4° Nivel		5° Nivel		Total	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
PEI de Egreso	L	13	87%	9	60%	10	83%	22	76%	19	66%	73	73%
	R	2	13%	6	40%	2	17%	7	24%	10	35%	27	27%
Total		15	100%	15	100%	12	100%	29	100%	29	100%	100	100%

Nota. Fuente: Creación Propia.

A continuación, la Figura 8, representa gráficamente la distribución de los/as estudiantes de FIDBIO, por PEI de egreso y nivel formativo.

**Figura 8**

*Distribución del PEI según Nivel Formativo*



Nota. El gráfico representa las frecuencias PEI de la institución de egreso de los/as estudiantes FIDBIO. Fuente: Creación Propia

Finalmente, la investigación se enmarca en el proyecto FONDECYT 1231325, “Identificación y caracterización de competencias argumentativas y explicativas en profesionales en formación de carreras de ciencias experimentales, humanidades y ciencias sociales. Una contribución fundamental a la educación cívica, científica y ciudadana en su desarrollo profesional”, cuyo investigador principal es el profesor Dr. Mario Quintanilla Gatica, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Con esta presentación se cierra este capítulo III y a continuación se expone el capítulo IV correspondiente a resultados análisis y discusión.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN**

Capítulo dedicado al análisis y discusión de los resultados cuantitativos y cualitativos, interpretándolos a partir de los objetivos planteados en el estudio

## **CAPÍTULO IV. RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN**

En este capítulo se presentan los resultados, análisis y discusión de la información derivada de la aplicación del cuestionario C-4BQ-2024 a la muestra de estudiantes de primer a quinto nivel de la carrera de Licenciatura en Educación en Biología y Pedagogía en Biología (Con menciones). En primer lugar, se presentan los resultados, análisis y discusiones de los aspectos generales en función a las cinco dimensiones de la segunda parte del cuestionario C-4BQ-2024. En segundo lugar, se presentan los resultados, análisis y discusiones de forma específica por cada dimensión de la segunda parte del. En tercer lugar, se presentan los resultados, análisis y discusiones de la tercera parte del cuestionario C-4BQ-2024. Por último, se presentan los resultados, análisis y discusión de los datos de acuerdo con las hipótesis elaboradas, en base a antecedentes y evidencias de las dimensiones, explicaciones y/o argumentaciones del cuestionario C-4BQ-2024.

### **4.1 RESULTADO, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN CUANTITATIVA**

En este apartado se presentan los resultados cuantitativos correspondientes al análisis descriptivo basado en la técnica de análisis de frecuencias de las respuestas aportadas por los/as estudiantes al cuestionario C-4BQ-2024 para las cinco dimensiones que lo componen, Enseñanza de las Ciencias (D1), Aprendizaje de las Ciencias (D2), Evaluación de los Aprendizajes Científicos (D3), Resolución de Problemas Científicos (D4) y Competencias del Pensamiento Científico (D5). Los resultados cuantitativos obtenidos por medio del cuestionario tipo escala Likert fueron analizados utilizando el programa estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). Mediante este análisis se obtuvieron los datos necesarios para la elaboración de las tablas y figuras presentes en el apartado.

#### **4.1.1 Resultados Cuantitativos, Análisis y Discusión general por Dimensión**

La Tabla 13 presenta las medias de frecuencias de las respuestas de los/as estudiantes por dimensión, proporcionadas por la totalidad de los/as estudiantes FIDBIO participantes del estudio, correspondiendo a cien (100) sujetos.

**Tabla 13**

*Medias de Frecuencias de las respuestas de los/as estudiantes FIDBIO, por dimensión según Racionalismo*

Dimensiones		D1 Enseñanza de las Ciencias				D2 Aprendizaje de las Ciencias				D3 Evaluación de los Aprendizajes Científicos				D4 Resolución de Problemas Científicos				D5 Competencias del Pensamiento Científico				Total
		Opción de respuesta				Opción de respuesta				Opción de respuesta				Opción de respuesta				Opción de respuesta				%
		TD (1)	PD (2)	PA (3)	TA (4)	TD (1)	PD (2)	PA (3)	TA (4)	TD (1)	PD (2)	PA (3)	TA (4)	TD (1)	PD (2)	PA (3)	TA (4)	TD (1)	PD (2)	PA (3)	TA (4)	
Racionalismo	RP	24,4%	23,4%	25,8%	25%	20,8%	22,2%	32,4%	23,6%	8,6%	17,8%	36,2%	36,6%	23,4%	20,8%	24,2%	30,6%	19,4%	28,4%	25,8%	25,8%	99%
	RM	6,8%	11%	26,8%	54,6%	1,6%	8,2%	35,8%	53,2%	1%	2,6%	21,2%	74%	3,6%	12,6%	34%	47,2%	1,2%	5,8%	37%	54,6%	98,6%

*Nota.* Las medias de frecuencia correspondientes al Racionalismo Positivistas (RP) se presentan en tonalidad verde mientras que, las medias de frecuencia correspondientes al Racionalismo Moderado (RM) se presentan en tonalidad amarilla. Fuente: Creación Propia.

De acuerdo con lo presentado en la Tabla 13, se observa que la dimensión Evaluación de los Aprendizajes Científicos (D3) exhibe la tendencia más favorable para el Racionalismo Moderado (RM) en la opción "totalmente de acuerdo" (TA), alcanzando un 74%, a su vez la dimensión Competencias del Pensamiento Científico (D5) presenta una frecuencia media de 37%, siendo esta la tendencia más favorable para la opción de respuesta "parcialmente de acuerdo" (PA) en el Racionalismo Moderado (RM), de forma similar, la dimensión Aprendizaje de las Ciencias (D2) presenta una tendencia favorable para las opciones de respuesta "totalmente de acuerdo" (TA) y la opción "parcialmente de acuerdo" (PA), contando con un 53,2% y 35,8% respectivamente. Por otro lado, la dimensión Resolución de Problemas Científicos (D4) muestra una tendencia desfavorable hacia Racionalismo Moderado (RM) contando con un 12,6% para la opción de respuesta "parcialmente de acuerdo" (PD). Por último, la dimensión Enseñanza de las Ciencias (D1) presenta una frecuencia media del 6,8%, correspondiendo a la tendencia menos favorable en la opción de respuesta "totalmente en desacuerdo" (TD) para el Racionalismo Moderado (RM).

En cuanto al Racionalismo Positivista (RP), las dinámicas más favorables se distribuyen entre las opciones de respuesta "totalmente en desacuerdo" (TD) y "parcialmente en desacuerdo" (PD), de esta manera, la tendencia más favorable para la opción de respuesta "totalmente en desacuerdo" (TD) se encuentra en la dimensión Enseñanza de las Ciencias (D1) contando con una frecuencia media 24,4%, así mismo la opción de respuesta "parcialmente de acuerdo" (PD) cuenta con una tendencia favorable en la dimensión Competencias del Pensamiento Científico (D5) con un 28,4%. Respecto a las tendencias desfavorables, estas se distribuyen entre las opciones de respuesta "totalmente de acuerdo" (TA) y "parcialmente de acuerdo" (PA), de manera que, las tendencias más desfavorables para estas opciones de respuesta se encuentran en la dimensión Evaluación de los Aprendizajes Científicos (D3) contando con un 36,6% y 36,2% respectivamente, de forma similar la dimensión Resolución de Problemas Científicos (D4) cuenta con un 30,6% para la opción de respuesta "totalmente de acuerdo" (TA) y la dimensión Aprendizaje de las Ciencias (D2) cuenta con una frecuencia media de 32,4% para la opción de respuesta "parcialmente de acuerdo" (PA).

De acuerdo con los resultados obtenidos, se evidencian representaciones epistemológicas de los/as estudiantes tienden al Racionalismo Moderado en las dimensiones Evaluación de los Aprendizajes Científicos (D3) y Competencias del Pensamiento Científico (D5), estas dimensiones presentaron las frecuencias más altas para las opciones de respuesta “totalmente de acuerdo” (TA) y “parcialmente de acuerdo” (PA). Esto indica que los/as estudiantes poseen representaciones epistemológicas sofisticadas hacia la Evaluación de los Aprendizajes Científicos, constituyendo un escenario positivo en la Formación Inicial Docente, dado que autores como Carless et al (2006) y Gibss y Simpson (2009) consideran que la evaluación es una tarea constante en la vida docente para la que o estamos insuficientemente preparados/as o resulta tediosa) reconociendo que la Evaluación de los Aprendizajes Científicos conforma una parte esencialmente compleja de la labor docente, pues asocia un ejercicio cognitivo (definición de criterios, medios, modalidades) eficiente y claro, un ejercicio epistémico (intercambio de saberes y perspectivas para orientar las actividades intelectuales que permiten usar el conocimiento en espacios cotidianos y profesionales) y un ejercicio ético, que se vale de la objetividad compuestas de diversas subjetividades (Gómez y Salina, 2020).

En cuanto a las Competencias del Pensamiento Científico (D5), los/as estudiante también presentan representaciones epistemológicas sofisticadas que tienden hacia el Racionalismo Moderado, lo cual indica que los/as estudiantes comprenden la importancia del desarrollo de estas competencias en cuanto a la integración de los aprendizajes y sus relaciones con distintos tipos contenidos (Rodríguez y Blanco, 2021), para el desarrollo de habilidades cognitivas y científicas, habilidades y actitudes ciudadanas que les permitan convertirse en ciudadanos/as activos/as en el mundo que les rodea (Fernandes et al., 2018). Del mismo modo, en la dimensión Aprendizaje de las Ciencias (D2) los/as estudiantes presentan representaciones epistemológicas sofisticadas, estos/as perciben el aprendizaje de las ciencias como un medio para comprender e intervenir en el mundo que les rodea, siendo relevante promover en la praxis un aprendizaje de las ciencias contextual, situado, pertinente y significativo de las ciencias (Busquets y Larrosa, 2016).

Por otro lado, la dimensión Resolución de Problemas Científicos (D4) cuenta con un 12,6% para la opción de respuesta "parcialmente de acuerdo" (PD), aquí los/as estudiantes

exhibieron representaciones epistemológicas simplificadas hacia el Racionalismo Moderado (RM) lo cual indica que los/as estudiantes desconocen aspectos relacionados a la creación de problemas científicos para el aprendizaje, esto puede implicar dificultades para abordar esta práctica pedagógica, resultando en la resolución de problemas científicos no problemático y cerrados (Izquierdo y Aduriz-Bravo, 2003). Finalmente, una tendencia similar se evidencia en la dimensión Enseñanza de las Ciencias (D1) la cual presenta una frecuencia media del 6,8%, correspondiendo a la tendencia menos favorable en la opción de respuesta "totalmente en desacuerdo" (TD) para el Racionalismo Moderado (RM), indicando que los/as estudiantes poseen representaciones epistemológicas simplificadas acerca de la Enseñanza de las Ciencias, esto sugiere que los/as estudiantes poseen una concepción tradicionalista de la Enseñanza de las Ciencias, lo que conlleva a la transmisión unilateral del saber por parte del docente y que no necesariamente se desarrollen aprendizajes significativos y habilidades necesarias para resolver problemas reales por parte de los/as estudiantes (Moreno y Ramírez, 2022).

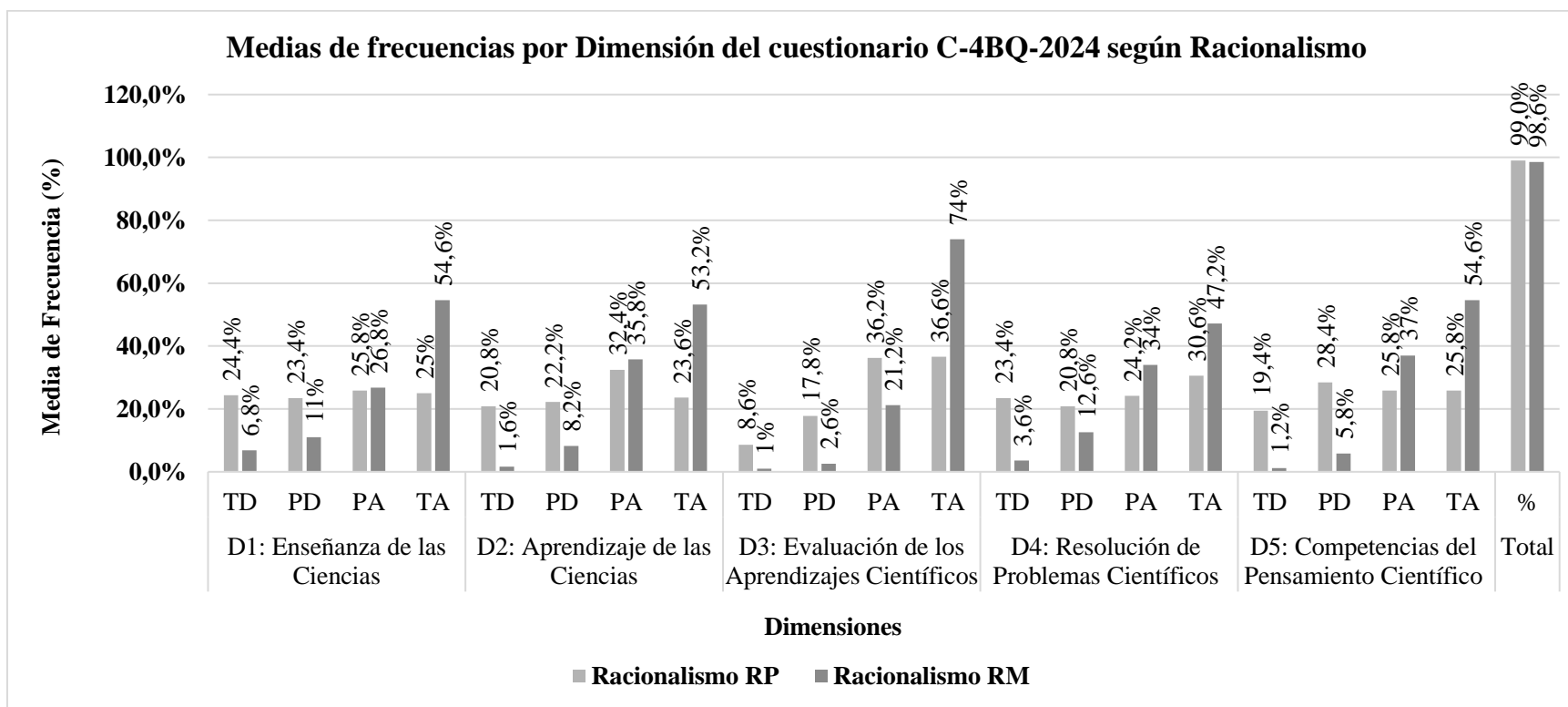
Del mismo modo, los resultados obtenidos permiten evidenciar que las representaciones epistemológicas de los/as estudiantes tienden al Racionalismo Positivista (RP) en las dimensiones Evaluación de los Aprendizajes Científicos (D3), Aprendizajes de las Ciencias (D2) y Resolución de Problemas Científicos (D4). Estas dimensiones presentaron las frecuencias más altas para las opciones de respuesta "totalmente de acuerdo" (TA) y "parcialmente de acuerdo" (PA), sugiriendo que los/as estudiantes también poseen representaciones epistemológicas simplificadas hacia la Evaluación de los Aprendizajes Científicos y el Aprendizaje de las Ciencias, esto concuerda con lo propuesto por Duell y Schommer (2001) ya que los/as estudiantes pueden tener al mismo tiempo creencias de nivel sofisticado y otras a un nivel simplificado, de forma sincrónica y/o asincrónica, del mismo modo los/as estudiantes poseen representaciones epistemológicas simplificadas la Resolución de Problemas Científicos, dando cuenta de una comprensión tradicionalista y reducida acerca de la estrategia de enseñanza, esto supone un obstáculo considerable en la Enseñanza de las Ciencias, debido a que los conocimientos científicos surgen precisamente de la necesidad de resolver problemas (Jara et al., 2010).

En cuanto a las dimensiones Enseñanza de las Ciencias (D1) y Competencias del Pensamiento Científico, los/as estudiantes manifiestan representaciones epistemológicas simplificadas que se encuentran transitando hacia niveles de complejidad superiores, sin embargo, aún tienden hacia el Racionalismo Positivista, esto coincide con lo expuesto por Rodríguez (2005) quien postula que a medida que los/as estudiantes transitan por la universidad, evolucionan desde posicionamientos dualistas a relativistas. En este sentido los/as estudiantes comprenden la necesidad al origen de una transformación pedagógica en la Enseñanza de las Ciencias con el fin de promover y fortalecer tanto las Competencias del Pensamiento Científico como el desarrollo del pensamiento crítico, iniciativa, innovación, capacidad de resolución de problemas, argumentación y comunicación (Ortiz et al., 2020) No obstante, aún poseen concepciones absolutistas del conocimiento y una concepción empirista de las ciencias que predominan en sus representaciones epistemológicas.

A su vez, la Figura 9 representa la distribución de las respuestas de los/as estudiantes participantes para cada dimensión, revelando que las tendencias más favorables se encuentran concentradas en la opción de respuestas “totalmente de acuerdo” (TA) y “parcialmente de acuerdo” (PD), respecto a las tendencias más desfavorables estas se encuentran focalizadas en las opciones de respuesta “parcialmente en desacuerdo” (PD) y “totalmente en desacuerdo” (TD).

**Figura 9**

*Representación de las medias de frecuencia por dimensión del cuestionario C-4B1-2024 según Racionalismo*



*Nota.* En la figura se presentan las cinco dimensiones del cuestionario tipo escala Likert respondido por los/as estudiantes FIDBIO junto a las medias de frecuencias para cada opción de respuesta, totalmente en desacuerdo (TD), parcialmente en desacuerdo (PD), parcialmente de acuerdo (PA) y totalmente de acuerdo (TA). Fuente: Creación Propia

#### **4.1.2 Resultados Cuantitativos, Análisis y Discusión específica por Dimensión, tipo de Racionalismo, y por Nivel del Trayecto Formativo**

En este apartado se exponen los resultados cuantitativos, análisis y discusión de las tendencias observadas por dimensión, tipo de racionalismo y nivel formativo de los/as estudiantes FIDBIO.

##### **1. Dimensión I. Enseñanza de las Ciencias**

La Tabla 14 resume las medias de frecuencias de las respuestas de los/as estudiantes FIDBIO, correspondientes a la dimensión Enseñanza de las Ciencias (D1) según tipo de racionalismo, Racionalismo Positivista (RP) y Racionalismo Moderado (RM) y Nivel Formativo.

**Tabla 14**

*Distribución de Respuestas de Estudiantes FIDBIO en la Dimensión I. Enseñanza de las Ciencias según Tipo de Racionalismo y Nivel Formativo*

Dimensión I. Enseñanza de las Ciencias																					
Racionalismo	Enunciados	Nivel Formativo																			
		1° Nivel				2° Nivel				3° Nivel				4° Nivel				5° Nivel			
		Opción de respuesta				Opción de respuesta				Opción de respuesta				Opción de respuesta				Opción de respuesta			
		TD (1)	PD (2)	PA (3)	TA (4)	TD (1)	PD (2)	PA (3)	TA (4)	TD (1)	PD (2)	PA (3)	TA (4)	TD (1)	PD (2)	PA (3)	TA (4)	TD (1)	PD (2)	PA (3)	TA (4)
Racionalismo Positivista (RP)	(1) Cs enseñ en aula univ sn conoc sn comp ideol soc y cult	7%	20%	40%	33%	7%	27%	20%	47%	17%	8%	58%	17%	35%	24%	28%	10%	45%	28%	17%	10%
	(2) EnsñCs perm PF remp mod incore realdd x concep cien correc	0%	13%	20%	67%	0%	7%	7%	80%	0%	8%	25%	67%	0%	17%	28%	52%	0%	7%	35%	59%
	(3) Actv experim no imp justif ensñ mod teor Cs	33%	27%	33%	7%	53%	7%	33%	7%	42%	50%	8%	0%	55%	24%	10%	7%	52%	35%	3%	7%
	(8) Ensñ Cs perm expl mund contid en formu y leng mat	13%	20%	40%	27%	0%	27%	47%	27%	0%	33%	42%	25%	14%	10%	45%	31%	7%	21%	38%	35%
	(9) Ensñ Cs imp cuant sab stud fin proc sin concer prev	0%	27%	33%	40%	13%	33%	40%	7%	50%	33%	17%	0%	55%	38%	3%	0%	48%	38%	14%	0%
Racionalismo Moderado (RM)	(4) Ensñ Cs univ cons sig PF concep no sig cien correc	13%	33%	27%	27%	20%	27%	33%	20%	8%	8%	50%	33%	17%	14%	24%	35%	0%	3%	28%	69%
	(5) Ensñ teoria db promv relac entre concep cien dif camp dic	0%	0%	40%	60%	0%	0%	7%	93%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	7%	93%	0%	0%	10%	90%
	(6) Ensñ Cs promv actit ciudad crit resp PF	13%	13%	20%	53%	7%	7%	7%	80%	0%	8%	25%	67%	0%	0%	28%	72%	0%	0%	14%	86%
	(7) Ensñ reflexv metd cien perm PF camb act nvs sit mund real	13%	13%	33%	40%	0%	7%	7%	87%	0%	8%	58%	33%	3%	10%	41%	45%	0%	3%	28%	69%
	(10) Ensen Cs basa dejar PF construir conoc cien	20%	53%	20%	7%	0%	33%	40%	27%	0%	17%	67%	17%	38%	24%	31%	7%	10%	22%	48%	17%

*Nota.* Las tendencias del Racionalismo Positivista (RP) son señaladas en verde, destacando las favorables y desfavorables en un tono más oscuro. Las tendencias del Racionalismo Moderado (RM) son señaladas en amarillo, destacando las favorables y desfavorable en un tono más oscuro. Fuente: Creación Propia.

## 1.1 Primer Nivel Formativo

De acuerdo con lo presentado en la Tabla 14, en la dimensión Enseñanza de las Ciencias (D1) el Racionalismo Positivista (RP) presenta tendencias favorables que se distribuyen en las opciones de resultados “totalmente en desacuerdo” (TD) y “parcialmente en desacuerdo” (PD), mientras que las tendencias desfavorables se distribuyen en las opciones de respuesta “parcialmente de acuerdo” (PA) y “totalmente de acuerdo” (TA).

Dicho esto, es posible observar que en el primer nivel formativo (1° Nivel) los/as estudiantes FIDBIO manifestaron representaciones epistemológicas sofisticadas donde el 33% eligió la opción de respuesta TD y el 27% optó por la opción PD. En contraste, los resultados de los demás enunciados revelan una tendencia desfavorable e inclinación por parte los/as estudiantes de 1° Nivel por el Racionalismo Positivista, indicando representaciones epistemológicas simplificadas hacia la Enseñanza de las Ciencias, contando con la frecuencia más alta para el nivel de un 67% en la opción de respuesta TA y mientras que, la opción PA cuenta con el 40%.

En cuanto a el Racionalismo Moderado (RM), las tendencias favorables en la dimensión Enseñanza de las Ciencias (D1) se distribuyen en las opciones de respuesta “totalmente de acuerdo” (TA) y “parcialmente de acuerdo” (PA), mientras que, las tendencias desfavorables en las opciones de respuesta “parcialmente en desacuerdo” (PD) y “totalmente en desacuerdo” (TD).

Por lo tanto, en el 1° Nivel, se puede observar que los/as estudiantes manifestaron representaciones epistemológicas sofisticadas que tienden hacia el Racionalismo Moderado en relación con la Enseñanza de las Ciencias, específicamente en el quinto enunciado, contando con un 40% y 60% para las opciones de respuesta PA y TA respectivamente. Por otro lado, las tendencias desfavorables se evidencian en el décimo enunciado, donde el 20% de los/as estudiantes FIDBIO seleccionaron la opción TD y el 53% eligió la opción PD. Los resultados indican la presencia representaciones epistemológicas simplificadas, que tienden hacia el Racionalismo Positivista en el contexto de la Enseñanza de las ciencias.

## **1.2 Segundo Nivel Formativo**

Respecto al segundo nivel formativo (2° Nivel) y el RP, es posible observar la tendencia más favorable en la opción de respuesta TD contando con un 53%, en cuanto a la opción de respuesta PD, esta cuenta con una 27%, indicando que los/as estudiantes de 2° Nivel presentan representaciones epistemológicas sofisticadas que tienden al Racionalismo Moderado. Por otro lado, las tendencias más desfavorables se distribuyen en el segundo enunciado contando con una frecuencia del 80% para la opción de respuesta TA, siendo esta la más alta del nivel, finalmente, la opción de respuesta PA cuenta con un 47%. Lo anterior sugiere que los/as estudiantes FIDBIO poseen representaciones epistemológicas simplificadas, es decir, existe cierta permanencia del Racionalismo Positivista en cuanto a la Enseñanza de las Ciencias en el segundo nivel formativo.

En cuanto al RM, se puede observar que las tendencias más favorables para la opción de respuesta TA se encuentran en el quinto, sexto y séptimo, contando con un 93%, 80% y 87% respectivamente. De manera similar, para la opción de respuesta PA, el décimo enunciado alcanza un 40%. Estos resultados sugieren que los/as estudiantes FIDBIO comienzan a presentar representaciones epistemológicas sofisticadas que tienen hacia el Racionalismo Moderado en el ámbito la Enseñanza de las Ciencias. Por otro lado, una menor proporción de estudiantes manifestaron, representaciones epistemológicas simplificadas en relación con la Enseñanza de las Ciencias, donde las opciones de respuesta TD y PD cuentan con un 20% y 33% de preferencia, respectivamente.

## **1.3 Tercer Nivel Formativo**

En cuanto al tercer nivel formativo (3° Nivel), las tendencias más favorables para el RP se encuentran en el tercer y noveno enunciado, donde el 50% de los/as estudiantes FIDBIO seleccionaron las opciones PD y TD. Esto sugiere que una fracción importante de los/as estudiantes pertenecientes al 3° Nivel presentan representaciones epistemológicas sofisticadas que tienden al Racionalismo Moderado en el ámbito de las Enseñanzas de la Ciencia. Asimismo, las tendencias desfavorables se encuentran en segundo enunciado, con la frecuencia más alta del nivel, alcanzando un 67% para la opción de respuesta TA. De manera similar, el 58% de los/as estudiantes optó por la opción PA.

Respecto al RM, las tendencias favorables se encuentran en el quinto y decimo enunciado, contando con 100% para la opción TA y un 67% para la opción PA, indicando que los/as estudiantes de 3° Nivel poseen representaciones epistemológicas sofisticadas que tienden profusamente hacia una concepción moderada y reflexiva de la Enseñanza de las Ciencias, pues es en este nivel donde se encuentra la frecuencia más alta para la dimensión. Respecto las tendencias desfavorables, es posible decir que se encuentran en un menor porcentaje, dado que, la opción TD solo alcanza el 8% y la opción PD alcanza un 17%. Estos datos reflejan que, aunque una fracción considerable de los/as estudiantes FIDBIO posee representaciones epistemológicas que dan cuenta de una aceptación del Racionalismo Positivista, la mayoría del estudiantado del 3° Nivel presenta representaciones epistemológicas sofisticadas que tienden al Racionalismo Moderado en el ámbito de la Enseñanza de las Ciencias.

#### **1.4 Cuarto Nivel Formativo**

En el cuarto nivel formativo (4° Nivel) las tendencias favorables en los mismos enunciados del nivel anterior, contando con un 55% para la opción TD y con un 38% para la opción PD, estas son ligeramente más altas que en los niveles anteriores, indicando que los/as estudiantes de 4° Nivel presentan representaciones epistemológicas cada vez más sofisticadas orientadas al RM. Respecto a las tendencias desfavorables, estas son notablemente inferiores en comparación con los primeros niveles, contando con un 45% para la opción PA y un 52% para TA, evidenciando una declinación por el RP entorno a la Enseñanza de las Ciencias en los/as estudiantes de 4° Nivel.

En cuanto al RM, en el 4° Nivel es posible distinguir una tendencia favorable respecto a la opción TA y PA, las cuales alcanzan un 93% y un 41% respectivamente, si bien, son porcentajes similares al nivel anterior, las tendencias desfavorables se encuentran en porcentajes más altos, contando con un 38% para la opción TD y un 24% para la opción PD. Lo anteriormente mencionado parece indicar que en este nivel formativo los/as estudiantes presentan una evolución bastante más favorable respecto a sus representaciones epistemológicas, manifestando una mayor aceptación del RM por sobre el RP, demostrando que la Enseñanza de las Ciencias se concibe desde enfoques constructivistas.

## **1.5 Quinto Nivel Formativo**

Finalmente, respecto al quinto nivel formativo (5° Nivel) se evidencia una consolidación de las tendencias observadas en el nivel anterior, por ello se observan tendencias favorables que alcanzan un 52% y 38% para las opciones de respuesta TD y PD respectivamente, revelando que una gran mayoría de los/as estudiantes rechaza este posicionamiento epistemológico y en su lugar prefiere el RM. En cuanto a las tendencias desfavorables es posible ver frecuencias muy similares para las opciones TA y PA contando con 59% y 38% respectivamente indicando que una porción reducida de los/as estudiantes acepta ciertos aspectos de la Enseñanza de la Ciencia basada en el RP.

Respecto al RM, en el 5° Nivel se evidencian tendencias claramente favorables reflejadas en los altos porcentajes para las opciones de respuesta TA y PA, la opción TA esta alcanza un 90% y la opción PA un 48%. Estos resultados indican que, los/as estudiantes de este nivel poseen representaciones epistemológicas sofisticadas hacia la Enseñanza de la Ciencia, sugiriendo que en los niveles más altos de formación, los/as futuros docentes tienen una preferencia hacia el RM, valorando un enfoque integrados y contextualizado, que promueva no solo la comprensión de los conceptos científicos, sino también su relevancia en la realidad social y su aplicación, puede las tendencias desfavorables son considerablemente menores respecto a los niveles anteriores contando con un 10% para TD y un 22% para PD, demostrando que los/as estudiantes en su mayoría rechazan el enfoque positivista en la Enseñanza de la Ciencia, mientras una minoría persiste adoptando dicho enfoque epistemológico.

## **1.6 Discusión de Resultados Específicos Dimensión I. Enseñanza de las Ciencias**

En general, los resultados anteriores indican que el RM es ampliamente aceptado por los/as estudiantes de los niveles formativos superiores (4° Nivel y 5° Nivel), indicando que estos/as estudiantes valoran enfoques constructivistas en la Enseñanza de las Ciencias, promoviendo en sus prácticas docentes el pensamiento crítico, la reflexión e integración de conceptos con el fin de promover el aprendizaje significativo (Ausubel, 1963). Estos aspectos de la Enseñanza de las Ciencias que se encuentran alineados en el marco educativo del siglo XXI, pues en la actualidad es necesaria una transformación pedagógica desde el quehacer

docente, quien debe guiar la enseñanza y aprendizaje a través de teorías y prácticas que no solo se limiten a un saber hacer de tipo repetitivo, sino que se debe ser orientada al desarrollo de la capacidad reflexiva (Ortíz-Sacro et al., 2020), propiciando en los/as estudiantes la autonomía para ir más allá de la simple lectura o memorización.

Por otro lado, las tendencias desfavorables para el RP se encuentran específicamente en el 1º Nivel, donde la mayoría de los/a estudiantes poseen representaciones epistemológicas simplificadas dando cuenta de una preferencia por enfoques positivistas respecto a la Enseñanza de las Ciencias. El estudiantado correspondiente a este nivel formativo concibe la enseñanza como un proceso limitado, pues sus recursos creativos son escasos al considerar un único modo de enseñar, asumiendo que un alumno/a no aprende únicamente por sus imposibilidades para hacerlo, obviando el contexto, tanto de su clase, grupo estudiantil y la actualización de contenidos (Anijovich y Mora, 2017).

Estos descubrimientos coinciden con lo planteado inicialmente por Perry (1968) dado que efectivamente los/as estudiantes transitan ciertas etapas durante sus primeros años en la universidad iniciando como un/a pensador/a dualista, concibiendo la Enseñanza de la Ciencia desde el racionalismo, donde el conocimiento se deriva de la razón y la lógica y desde el empirismo, donde el conocimiento proviene de la experiencia sensorial y la observación (Echavarría Heras et al., 2023) para finalmente convertirse en un/a pensador/a relativista, pasando a ser un/a constructor/a activo/a del conocimiento, comprendiendo la necesidad y responsabilidad de este conocimiento en su contexto social (Hofer y Pintrich, 1997) en los últimos niveles de su formación profesional. Dado que, la Enseñanza de las Ciencias en la escuela se basa en el conocimiento científico, abordando contenidos que se encuentran en sintonía con los descubrimientos y prácticas de la ciencia, implica que los contenidos escolares deben no solo transmitir los conceptos clave de la ciencia, sino también, reflejar las formas en las que se investiga, argumenta y se validan los conocimientos en el ámbito científico (Guirado et al., 2022). En otras palabras, se aspira a que los/as estudiantes se acerquen al proceso de hacer ciencia por medio de la Enseñanza de las Ciencias y no únicamente a sus resultados, fomentando el pensamiento crítico y la valoración a los métodos científicos.

Lo anterior supone que las representaciones que posean los/as docente ineludiblemente van a afectar su ejercicio profesional (Espinoza et al., 2009), señalando la necesidad de reevaluar y adaptar las prácticas pedagógicas al origen del enfoque positivista en los primeros niveles, pues es en la Formación Inicial Docente se sitúa el momento adecuado para intervenir y transformar el modelo de las representaciones, promoviendo así mejores resultados en el futuro desempeño profesional de los/as estudiantes (Murphy et al., 2004). Dado que durante el 2° Nivel y 3° Nivel formativo, es posible evidenciar en las representaciones epistemológicas de los/as estudiantes una evolución positiva que tiende progresivamente hacia el RM, sugiriendo que, tras cursar cierto tiempo en la educación superior, los/as estudiantes logran adoptar enfoques epistemológicos más flexibles y humanistas, en cambio aquellos/as estudiantes que ingresan al 1° Nivel formativo aún poseen concepciones tradicionalistas de la enseñanza, debido a la permanencia de enfoques tradicionalistas en la educación escolar, donde el aprendizaje es mecanizado y no logra una transformación en el individuo para ser crítico, analítico y reflexivo (Torres Salas, 2010) pues, su enfoque no está en el aprendizaje, sino en la enseñanza misma, asumiendo que como se enseña al alumno/a aprende (Ortega et al., 2022).

De esta manera se evidencia que, la formación inicial en ciencias es un proceso complejo e integral, que involucra diversos enfoques de Enseñanza de las Ciencias, donde hay una construcción común, no solo de conocimientos, sino que también de vivencias, de herramientas conceptuales y metodológicas, para el futuro desempeño laboral (Lorenzo et al., 2018) en una identidad docente consistente con las necesidades educativas actuales en la sociedad chilena, pues actualmente un enfoque tradicionalista parece no ser el adecuado para la Enseñanza de las Ciencias (Berlin y Lee 2005; Ríordáin et al., 2015) ya que, a menudo presenta dificultades para brindar a los/as estudiantes la oportunidad de desarrollar la creatividad y adaptabilidad dentro de las ciencias, dificultando por ejemplo su vinculación con otras materias, como las matemáticas. Por lo tanto, es fundamental promover en las aulas universitarias representaciones epistemológicas orientadas a RM, pues este se encuentra fundamentado en el constructivismo (Izquierdo, 1995) contemplando a la Enseñanza de las Ciencias desde perspectivas fundamentadas en el fenómeno cognitivo humano, en las teorías como un medio para interpretar el mundo, donde el método de interpretación es evolutivo,

natural y diverso, considerando siempre el sentido humano, tanto en el modelo como la interpretación.

De esta manera la formación inicial de los/as futuros/as docentes se desarrollaría desde una Enseñanza de las Ciencias que ve al estudiante como principal actor y constructor de su aprendizaje gracias a la motivación de su proceso de construcción (Cáceres y Munévar, 2016). Pues en la actualidad, es necesario pensar en la formación de en un/a futuro/a profesor/a, que deberá actuar y estar atento a las demandas que se les presentarán a lo largo de toda su carrera y labor profesional (Marcelo y Vaillant, 2009) donde el/a estudiante es ético y crítico, dotado con un sentido del bien común que le permite reconocerse y reconocer a los/as demás, estableciendo lazos y vínculos (Reátegui Torres et al., 2022) experimentando un descubrimiento puro y guiado (Martínez, 2021).

## 2. Aprendizaje de las Ciencias

Tabla 15

Distribución de Respuestas de Estudiantes FIDBIO en la Dimensión II. Aprendizaje de las Ciencias según Tipo de Racionalismo y Nivel Formativo

Dimensión II. Aprendizaje de las Ciencias																					
Racionalismo	Enunciados	Nivel Formativo																			
		1° Nivel				2° Nivel				3° Nivel				4° Nivel				5° Nivel			
		Opción de respuesta				Opción de respuesta				Opción de respuesta				Opción de respuesta				Opción de respuesta			
		TD (1)	PD (2)	PA (3)	TA (4)	TD (1)	PD (2)	PA (3)	TA (4)	TD (1)	PD (2)	PA (3)	TA (4)	TD (1)	PD (2)	PA (3)	TA (4)	TD (1)	PD (2)	PA (3)	TA (4)
Racionalismo Positivista (RP)	(13) Mod teoríc aprnd corspond mod cien val accept	0%	13%	33%	<b>53%</b>	0%	7%	33%	<b>60%</b>	0%	0%	50%	<b>50%</b>	3%	0%	35%	<b>59%</b>	0%	3%	48%	<b>48%</b>
	(15) RP Aprz cien prod dct rep con incor PF teor cien val accept com	0%	13%	<b>47%</b>	33%	0%	13%	47%	40%	0%	0%	<b>67%</b>	33%	3%	10%	<b>41%</b>	45%	10%	24%	38%	24%
	(16) Mod teoríc aprnd PF no cambi nuev exper	<b>53%</b>	27%	20%	0%	<b>33%</b>	40%	13%	13%	<b>58%</b>	25%	8%	8%	<b>52%</b>	<b>41%</b>	0%	0%	<b>45%</b>	<b>38%</b>	10%	7%
	(17) Aprz cien perm PF susty tot ideas prev cot por otras cien	27%	<b>33%</b>	20%	20%	0%	7%	<b>67%</b>	27%	0%	25%	50%	25%	14%	28%	38%	21%	10%	17%	<b>52%</b>	21%
	(19) PF db aprnd concep cien mednt form conocdas	<b>53%</b>	13%	27%	7%	27%	<b>53%</b>	20%	0%	8%	<b>50%</b>	42%	0%	<b>52%</b>	28%	21%	0%	41%	<b>38%</b>	17%	3%
Racionalismo Moderado	(11) Aprz proceso col PF elabora conoc no coinc mode teor Cs	0%	<b>20%</b>	47%	27%	0%	<b>7%</b>	<b>53%</b>	33%	<b>8%</b>	<b>17%</b>	50%	25%	<b>7%</b>	10%	<b>52%</b>	28%	0%	<b>14%</b>	<b>66%</b>	21%
	(12) Aprnd aprnd Cs eval coeval compñrs actv promv dct univ	0%	13%	27%	60%	0%	<b>7%</b>	27%	67%	0%	8%	<b>58%</b>	33%	0%	3%	21%	72%	0%	0%	35%	66%
	(14) Aprz cien proc PF relac conoc con pares otras fuentes	0%	7%	27%	<b>67%</b>	0%	0%	13%	<b>87%</b>	0%	0%	33%	67%	0%	7%	10%	<b>83%</b>	0%	0%	14%	<b>86%</b>
	(18) PF partíc decs qe como aprnd pq rspnsbl protag aprz Cs	<b>7%</b>	7%	<b>53%</b>	33%	0%	<b>7%</b>	20%	73%	0%	<b>17%</b>	8%	<b>75%</b>	3%	7%	14%	72%	0%	7%	28%	66%
	(20) Aprz Cs profes univ propor info pra PF organ seg prop exper	<b>7%</b>	7%	40%	47%	0%	<b>7%</b>	47%	47%	<b>8%</b>	<b>17%</b>	<b>58%</b>	17%	3%	<b>24%</b>	45%	24%	0%	3%	<b>66%</b>	31%

Nota. Las tendencias del Racionalismo Positivista (RP) son señaladas en verde, destacando las favorables y desfavorables en un tono más oscuro. Las tendencias del Racionalismo Moderado (RM) son señaladas en amarillo, destacando las favorables y desfavorable en un tono más oscuro. Fuente: Creación Propia.

## **2.1 Primer Nivel Formativo**

De acuerdo con lo presentado en la Tabla 15, en la dimensión Aprendizaje de las Ciencias (D2) el Racionalismo Positivista (RP) presenta tendencias favorables que se distribuyen en las opciones de resultados “totalmente en desacuerdo” (TD) y “parcialmente en desacuerdo” (PD), mientras que las tendencias desfavorables se distribuyen en las opciones de respuesta “parcialmente de acuerdo” (PA) y “totalmente de acuerdo” (TA).

Dicho esto, es posible observar que las tendencias favorables para RP en el 1° Nivel alcanzan el 53% para la opción TD y un 33% para la opción PD, así mismo las tendencias desfavorables cuentan con un 47% para la opción PA y con un 53% para la opción TA. Esto sugiere que fracciones similares de los/as estudiantes aceptan y rechazan el enfoque positivista, dando cuenta de una dualidad en las representaciones epistemológicas de los/as integrantes de dicho nivel formativo, donde una porción de los/as estudiantes posee representaciones epistemológicas sofisticadas y otros/as simplificadas en cuanto al Aprendizaje de las Ciencias.

En cuanto a el Racionalismo Moderado (RM), las tendencias favorables en la dimensión Aprendizaje de las Ciencias (D2) se distribuyen en las opciones de respuesta “totalmente de acuerdo” (TA) y “parcialmente de acuerdo” (PA), mientras que, las tendencias desfavorables en las opciones de respuesta “parcialmente en desacuerdo” (PD) y “totalmente en desacuerdo” (TD).

De forma similar, es posible observar las tendencias favorables para el RM contando con un 67% para la opción TA y con un 53% para la opción PA, respecto a las tendencias desfavorables estas alcanzan solo un 7% para la opción TD y un 20% para la opción PD, confirmando las tendencias discutidas anteriormente y consolidando la tendencia de los/as estudiantes del nivel a poseer representaciones epistemológicas sofisticadas que dan cuenta de un aprendizaje gradual y dinámico de las Ciencias.

## **2.2 Segundo Nivel Formativo**

Respecto al 2° Nivel, las tendencias favorables hacia el RP indican un 33% para la opción TD y un 53% para la opción PD, así mismo las tendencias desfavorables se ven

reflejadas en las opciones de respuesta PA y TA contando con un 67% y 60% respectivamente. Esto indica que existe una leve inclinación en el estudiantado correspondiente al nivel por el RP, sugiriendo que una fracción menor de los/as estudiantes posee una concepción del Aprendizaje de las Ciencias es simplificada y esta es entendida más bien como una habilidad innata y no como el resultado a partir de las experiencias vividas (Schommer et al., 2012).

En cuanto a las tendencias favorables para el RM en el 2° Nivel, estas alcanzan valores muy positivos contando con un 53% para la opción PA y un 87% para la opción TA, siendo esta la frecuencia más alta no solo para el nivel, sino también de la dimensión. Respecto a las tendencias desfavorable, solo es posible identificar un 7% para la opción de respuesta PD en cuatro de los cinco enunciados del RM, ya que no existen estudiantes que se encuentren totalmente en desacuerdo con este enfoque en el Aprendizaje de las Ciencias. Estos resultados indican que, si bien el RP tiene cierta preferencia, las tendencias son mayormente favorables en el RM indicando que la mayor parte de los/as estudiantes de 2° Nivel posee representaciones epistemológicas sofisticadas que se encuentran de acuerdo con un Aprendizaje de las Ciencias útil para su desarrollo en el presente, en el futuro profesional y ciudadano (Guerra, 2020).

### **2.3 Tercer Nivel Formativo**

En el 3° Nivel, los datos evidencian un leve incremento en las tendencias favorables, donde la opción TD cuenta con un 58% y la opción PD un 50%, mientras que las tendencias desfavorables se mantienen contando en un 67% para la opción PA y un 50% para TA, esto sugiere que los/as estudiantes presentan representaciones epistemológicas que, si bien se inclinan por un enfoque moderado, persiste una preferencia por los enfoques más estables y estructurados en cuanto al Aprendizaje de las Ciencias.

En el RM es mucho más evidente esta dualidad de enfoques en los/as estudiantes de 3° Nivel para el Aprendizaje de las Ciencias, donde las tendencias favorables se reducen levemente, contando con un 58% para la opción PA y con un 75% para la opción TA. En cuando a las tendencias desfavorables, estas sufren un aumento en las opciones TD y PD, contando con un 8% y un 17% respectivamente, indicando que, si bien existe cierta dualidad

de enfoques, el RM parece ser el predominante en las representaciones epistemológicas de los/as estudiantes de 3° Nivel, estos/as valoran un enfoque de Aprendizaje de Ciencias caracterizado, por ejemplo, por el aprendizaje significativo, donde el/la docente adopta el rol de facilitador/a entre los conocimientos y los/as estudiantes a partir de actividades planificadas y organizadas (Ausubel et al., 1983).

#### **2.4 Cuarto Nivel Formativo**

Respecto al 4° Nivel, las tendencias favorables para el RP vuelven a disminuir al 52% y 41% para las opciones de respuestas TD y PD respectivamente. Asimismo, las tendencias desfavorables se mantienen en valores parcialmente altos, contando con un 41% para la opción PA y un 59% para TA. Esto sugiere que entre los/as estudiantes del nivel existe una leve predominancia por el RP, sin embargo, existe cierta inclinación hacia una aceptación de que los conocimientos pueden cambiar y evolucionar.

En cuanto al RM, las tendencias favorables se presentan con valores un poco más altos que en el nivel anterior, alcanzando un 52% para la opción PA y un 83% para la opción TA, por otro lado, las tendencias desfavorables cuentan con un 7% para la opción TD y un 24% para la opción PD. Los resultados indican que, existe una fuerte predominancia hacia el RM, evidenciando que el estudiantado correspondiente al 4° Nivel formativo muestra una preferencia hacia un enfoque moderado y adaptativo en el Aprendizaje de las Ciencias, con menor rigidez, pero una mayor responsabilidad docente, pues este/a debe adoptar un rol orientador, guiador, coordinador, mediador (Carmona, 2016).

#### **2.5 Quinto Nivel Formativo**

Respecto al 5° Nivel, es posible decir que las tendencias favorables y desfavorables se encuentran en valores bastantes similares. En cuanto a las tendencias favorables estas cuentan con un 45% para la opción TD y un 38% para PD y las desfavorables en un 52% para la opción PA y un 48% para la opción TA, sugiriendo que los/as estudiantes tienen a concebir en sus representaciones epistemológicas un Aprendizaje de las Ciencias como un proceso dirigido y estructurado, que ha de ser medible y cuantificado (Pacheco et al., 2020).

Sin embargo, los resultados para el RM ofrecen una nueva interpretación de los resultados anteriores, ya que se observan tendencias favorables con altos porcentajes para las opciones PA y TA, contando con un 66% y 86%, respectivamente, siendo este último el segundo valor más alto en la dimensión. En contraste, las tendencias desfavorables solo logran alcanzar un 14% en la opción PD, ya que no se registran respuestas en la opción TD, reflejando una clara preferencia por un enfoque de aprendizaje más flexible, colaborativo y contextualizado en las ciencias, que, además contribuya al desarrollo de las competencias y habilidades cognitivas, el pensamiento lógico, experimentando la libertad y la autonomía del estudiantado, del conocimiento intuitivo al conocimiento formal y científico (Macías y Barzaga, 2019).

## **2.6 Discusión de Resultados Específicos Dimensión II. Aprendizaje de las Ciencias**

Estos resultados sugieren que, en los primeros niveles formativos los/as estudiantes evidencian una inclinación por el RP al origen de representaciones epistemológicas simplificadas en torno al Aprendizaje de las Ciencias, especialmente en el 1° Nivel, donde predomina un enfoque positivista, dando cuenta de un aprendizaje científico caracterizado por la experiencia, el contacto directo u la observación de la realidad, aceptando ampliamente el método científico, un proceso hipotético-deductivo intencional, sistemático y objetivo, donde el aprendizaje se logra al momento de resolver un problema o realizar una investigación, el/la estudiante transita por fases rigurosamente estructuradas, iniciando por la observación previa (directa o indirecta) de la realidad, prestando especial atención a las características que son de interés investigativo (variables) entre las cuales se supone existe cierta relación de causa-efecto, para pasar a la construcción de un modelo teórico, mediante la construcción de un sistema de hipótesis, o explicaciones altamente probables, sobre la relación entre el conjunto de variables (dependientes e independientes) que han sido derivadas de las hipótesis propuestas, para finalmente pasar a la verificación de estas hipótesis con base en la observación controlada del mayor número posible de variables (externas e internas) del hecho o fenómeno en estudio.

Este proceso de verificación implica una comprobación de los resultados, donde la replicación indefinida del método otorgará la veracidad de las conclusiones a las que se ha llegado (Morales, 2002). Aunque este proceso es característico de la investigación científica,

simplifica la realidad al suponer que el conocimiento se obtiene mediante una observación controlada de la realidad y el análisis lógico de los resultados de la observación, haciendo del aprendizaje científico un proceso mecánico y poco viable en diversos contextos y menos controlables, conduciendo a una comprensión limitada y parcial de la realidad y la vida humana al focalizarse en la objetividad y no en la subjetividad propia de la experiencia humana y la complejidad de las emociones y sentimiento (Soler Gill, 2023).

Un escenario distinto es presentado por los/as estudiantes del 2º Nivel, pues este nivel formativo presenta resultados que se inclinan hacia el RM, dando cuenta de que los/as estudiantes de este nivel poseen representaciones epistemológicas sofisticadas hacia el Aprendizaje de las Ciencias, concibiendo este proceso más bien desde una perspectiva constructivista, donde el aprendizaje se realiza a partir de lo que el/la estudiante ya sabe y desde lo que no sabe, en este sentido el/la docente adopta la importante tarea de indagar en estas ideas previas con el fin de promover el aprendizaje significativo (Ausubel et al., 1983) del contenido científico, motivando al estudiantado adentrarse como el/la protagonista de este aprendizaje (Tünnermann, 2011) sin aislar los aspectos cognitivos, afectivos, biológicos, sociales, culturales y lingüísticos vinculados a la esencia humana (Sesento, 2021). Además, es de gran relevancia que en este nivel se evidencie este cambio de posicionamiento epistemológico, dado que los/as estudiantes tienen su primer acercamiento al aula escolar y a la labor docente en la Práctica II: Identidad Profesional del profesor de Biología y Ciencias Naturales, pues las representaciones que posean los/as docentes ineludiblemente van a afectar su ejercicio profesional (Espinoza et al., 2009).

En cuanto al 3º Nivel, la distribución de las tendencias da cuenta de una mayor polarización del RP y del RM, pues a pesar que persisten tendencias desfavorables respecto al enfoque positivista, las tendencias favorables hacia el RM se mantiene en valores más altos, dando cuenta de que los/as estudiantes de este nivel consideran la enseñanza como un proceso desarrollado por el docente, que tiene en cuenta a los sujetos que aprenden y donde la buena enseñanza implica enseñar con la intención explícita de que los/las alumnos/as comprendan (Litwin, 2007) en este caso el conocimiento científico, siendo este el producto de una actividad humana, social y del pensamiento teórico sobre el mundo (Guirado, 2013).

Respecto a los últimos niveles formativos (4° Nivel y 5° Nivel), es posible evidenciar que las tendencias favorables son predominantes en el RM, resultado que, a pesar de ser natural y característico del trayecto formativo, transmite el perfil de egreso de carrera, pues coincide con el perfil del estudiantado presente en los últimos años formativos, siendo futuros/as docentes con una clara preferencia por un aprendizaje activo y colaborativo sustentado en prácticas de ciencias que involucran a sus estudiantes (UMCE, s.f).

De manera que, el estudiantado correspondiente a estos niveles posee representaciones epistemológicas sofisticadas en cuando al Aprendizaje de las Ciencias y es consciente de que los enfoques tradicionalistas no son suficientes para cumplir con los conocimientos, competencias y actitudes para la educación del siglo XXI tales como la información, tecnología, pensamiento crítico, comunicación, colaboración, creatividad, emprendimiento, resolución de problemas y productividad (Dogan et al., 2020) que formen a la ciudadanía para participar y contribuir a la sociedad, tomar decisiones críticas y garantizar la empleabilidad competitiva en una era de globalización e innovación (Stewart, 2010).

### 3. Evaluación de los Aprendizajes Científicos

Tabla 16

*Distribución de Respuestas de Estudiantes FIDBIO en la Dimensión III. Evaluación de los Aprendizajes Científicos según Tipo de Racionalismo y Nivel Formativo*

Dimensión III. Evaluación de los Aprendizajes Científicos																					
Racionalismo	Enunciados	Nivel Formativo																			
		1° Nivel				2° Nivel				3° Nivel				4° Nivel				5° Nivel			
		Opción de respuesta				Opción de respuesta				Opción de respuesta				Opción de respuesta				Opción de respuesta			
		TD (1)	PD (2)	PA (3)	TA (4)	TD (1)	PD (2)	PA (3)	TA (4)	TD (1)	PD (2)	PA (3)	TA (4)	TD (1)	PD (2)	PA (3)	TA (4)	TD (1)	PD (2)	PA (3)	TA (4)
Racionalismo Positivista (RP)	(23) Mod teor eval profes univ no condici form aprnd PF Cs	20%	13%	47%	20%	13%	7%	40%	40%	17%	42%	17%	25%	28%	31%	14%	21%	31%	35%	17%	14%
	(24) Eval sumtv dif curs estbler como aprnd PF al final procs	20%	20%	40%	20%	7%	0%	67%	27%	8%	42%	25%	25%	14%	24%	31%	28%	7%	41%	35%	17%
	(27) Hechos concep princip Cs consdcity nucl califcns PF	7%	7%	40%	47%	0%	7%	40%	53%	0%	17%	58%	25%	3%	14%	45%	28%	7%	17%	52%	24%
	(28) Estrg tecns instrmns utlz univ eval aprz cien PF db obj	7%	13%	27%	53%	0%	0%	20%	80%	0%	33%	17%	50%	3%	14%	28%	55%	0%	3%	38%	59%
	(30) Eval aprz cien incorp cont actit indkdrs rendimto notas	7%	7%	67%	20%	7%	13%	60%	20%	0%	17%	50%	33%	3%	21%	59%	17%	3%	7%	72%	17%
Racionalismo Moderado (RM)	(21) Eval dinamic permnt conoc cien estrg apoy procs aprz PF	13%	0%	33%	53%	0%	0%	33%	67%	0%	8%	33%	50%	0%	0%	31%	66%	0%	0%	14%	86%
	(22) Autoeval puede potncia PF procs aprz Nat Cs	7%	20%	13%	60%	0%	0%	27%	73%	0%	0%	50%	50%	3%	17%	14%	66%	0%	0%	24%	76%
	(25) Conoc fin eval favrc comune prod procs eval PF discip cien	7%	0%	33%	60%	0%	0%	13%	87%	0%	0%	33%	58%	0%	0%	10%	90%	0%	0%	21%	76%
	(26) Posibl uso instrumns dist prueba pra califcr aprz cien	0%	7%	7%	87%	0%	0%	7%	93%	0%	0%	8%	92%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	3%	93%
	(29) Actit PF a Cs puedn eval durnt desrlll actv exper	0%	7%	40%	53%	0%	0%	20%	80%	0%	8%	33%	58%	0%	0%	35%	66%	0%	3%	31%	62%

Nota. Las tendencias del Racionalismo Positivista (RP) son señaladas en verde, destacando las favorables y desfavorables en un tono más oscuro. Las tendencias del Racionalismo Moderado (RM) son señaladas en amarillo, destacando las favorables y desfavorable en un tono más oscuro. Fuente: Creación Propia.

### **3.1 Primer Nivel Formativo**

De acuerdo con lo presentado en la Tabla 16, en la dimensión Evaluación de los Aprendizajes Científicos (D3) el Racionalismo Positivista (RP) presenta tendencias favorables que se distribuyen en las opciones de respuestas “totalmente en desacuerdo” (TD) y “parcialmente en desacuerdo” (PD), mientras que las tendencias desfavorables se distribuyen en las opciones de respuesta “parcialmente de acuerdo” (PA) y “totalmente de acuerdo” (TA).

En cuanto al 1° Nivel es posible evidenciar como los porcentajes más altos del RP tienden a distribuirse entre las opciones TA y PA, contando con un 53% y 67% respectivamente, estos resultados reflejan una tendencia desfavorable en las representaciones epistemológicas de los/as estudiantes del nivel. Respecto a las tendencias favorables estas solo alcanzan un 20% para las opciones de respuesta TD y PD.

En cuanto a el Racionalismo Moderado (RM), las tendencias favorables en la dimensión Evaluación de los Aprendizajes Científicos (D3) se distribuyen en las opciones de respuesta “totalmente de acuerdo” (TA) y “parcialmente de acuerdo” (PA), mientras que, las tendencias desfavorables en las opciones de respuesta “parcialmente en desacuerdo” (PD) y “totalmente en desacuerdo” (TD).

Respecto al RM, el 1° Nivel posee tendencias favorables que alcanzan un 40% para la opción PA y un 87% en la opción TA, así mismo las tendencias desfavorables se encuentran en un 20% para la opción PD y un 20% para TD. Estos resultados sugieren que los/as estudiantes del nivel poseen representaciones epistemológicas sofisticadas que se inclinan por el RM, rechazando enfoques evaluativos tradicionalistas, con una clara preferencia por prácticas evaluativas que promuevan la comprensión, reflexión y aprendizaje profundo en el contexto científico.

### **3.2 Segundo Nivel Formativo**

En el 2° Nivel formativo las tendencias favorables para el RP se encuentran en un 13% tanto para la opción TD como para la opción PD, en cambio, las tendencias desfavorables cuentan con un 67% para la opción PA y un 80% para TA. Lo anterior sugiere

que una fracción de los/as estudiantes del nivel posee representaciones epistemológicas simplificadas respecto a la Evaluación de los Aprendizajes Científicos.

En cuanto al RM, únicamente se ven reflejadas tendencias favorables, que además se ven incrementadas respecto al nivel formativo anterior, contando con un 33% para la opción PA y un 93% para la opción TA. Los resultados obtenidos sugieren que, el estudiantado del 2° Nivel poseen representaciones epistemológicas que integran ambos enfoques evaluativos (RP y RM), sin embargo, existe una mayor preferencia por las prácticas evaluativas asociadas al RM, lo que sugiere que los/as estudiantes valoran una evaluación que les permita no solo desarrollar habilidades críticas y autonomía en el aprendizaje, sino también reflexionar si las metodologías de enseñanza implementadas son efectivas para el aprendizaje y desarrollo de competencias, habilidades y actitudes en sus alumnos (Peralta Lara y Guamán Gómez, 2020).

### **3.3 Tercer Nivel Formativo**

Respecto al 3° Nivel, las tendencias favorables se incrementan para el RP respecto al nivel anterior, contando con un 17% para la opción TD y un 42% para la opción PD, en cuanto a las tendencias desfavorables estas reflejan una disminución, presentando un 58% para la opción PA y un 50% para la opción TA. Estos resultados indican que, los/as estudiantes del nivel poseen representaciones epistemológicas sofisticadas respecto a la evaluación, evidenciando un desacuerdo considerable con los enfoques evaluativos positivistas y tradicionalistas, prefiriendo enfoques menos rígidos y más adaptativos.

Asimismo, el RM refleja tendencias favorables que se mantienen en niveles altos, contando con un 50% para la opción PA y un 92% para la opción TA, respecto a las tendencias desfavorables, estas permanecen en valores bajos, alcanzando solo un 8% en la opción de respuesta PD. Estos resultados revelan que, el estudiantado correspondiente al nivel posee representaciones epistemológicas que en su mayoría son sofisticadas y reflejan una fuerte preferencia por prácticas evaluativas asociadas al RM, sugiriendo una evolución de sus expectativas y demandas en la evaluación del aprendizaje de las ciencias, optando por una evaluación menos estandarizada y más formativa.

### **3.4 Cuarto Nivel Formativo**

Respecto al 4° Nivel, se observa que las tendencias favorables para el RP disminuyen levemente, contando con un 28% para la opción TD y un 24% para PD, no obstante, las tendencias desfavorables se mantienen en porcentajes altos, presentando un 59% para la opción PA y un 55% para la opción TA. Estos resultados parecen indicar que, las representaciones epistemológicas de los/as estudiantes del nivel no son del todo sofisticadas, puesto que existe cierta preferencia por el enfoque positivista.

En cuanto al RM, el 4° Nivel presenta los porcentajes más altos de la dimensión, contando con 35% para la opción PA y un 100% para la opción TA, del mismo modo las tendencias desfavorables solo alcanzan un 3% para la opción TD y un 17% para la opción PD. Estos resultados aportan mayor claridad al análisis realizado anteriormente, revelando que las representaciones epistemológicas del estudiantado correspondiente al nivel son en su mayoría sofisticadas, manifestando una notoria preferencia hacia los enfoques evaluativos del RM, promoviendo una evaluación flexible y que promueva la reflexión en torno a los aprendizajes científicos.

### **3.5 Quinto Nivel Formativo**

Finalmente, el 5° Nivel evidencia un aumento en las tendencias favorables para el RP, contando con un 31% para la opción TD y un 41% para la opción PD, manteniendo las tendencias desfavorables en valores cercanos al nivel anterior, cuenta con un 52% para la opción PA y un 59% para la opción TA. Estos resultados consolidan los patrones observados en los niveles anteriores, donde las representaciones epistemológicas de los/as estudiantes del último año formativo son mayormente sofisticadas respecto a la Evaluación de los Aprendizajes Científicos, rechazando de manera consistente los enfoques evaluativos estrictos y tradicionales.

Los resultados anteriores se ven confirmados por medio de las tendencias favorables hacia el RM, estas muestran una aceptación excepcionalmente alta, alcanzo un 31% para la opción PA y un 93% para la opción TA, en cuanto a las tendencias desfavorables, estas solo alcanzan un 3% en la opción PD, ya que no se registran porcentajes para la opción TD. En

conclusión, los/as estudiantes correspondientes al último nivel formativo exhiben representaciones epistemológicas sofisticadas acerca de la Evaluación de los Aprendizajes Científicos con una gran preferencia por el RM, mientras que mantienen una postura de rechazo hacia los métodos tradicionales y estructurados del RP. Estos resultados sugieren que, en el nivel más avanzado de formación, los estudiantes adoptan métodos evaluativos que permitan un mayor grado de autonomía y una evaluación más alineada con las necesidades de aprendizaje y desarrollo en ciencias.

### **3.6 Discusión de Resultados Específicos Dimensión III. Evaluación de los Aprendizaje Científicos**

Los resultados evidencian una tendencia clara y constante de rechazo hacia el RP en todos los niveles, sin embargo, este rechazo es gradual siendo mucho más evidente en los niveles formativos más avanzados, tales como el 4° Nivel y 5° Nivel. Respecto a las primeras etapas de la formación inicial, es posible observar que tanto el 1° Nivel como el 2° Nivel son momentos de transición entre el RP y RM, donde una fracción de los/as estudiantes está de acuerdo con métodos evaluativos tradicionalistas sustentados en el positivismo, enfocadas principalmente en el producto y lo sumativo basada principalmente en exámenes escritos (Holmos-Flores et al., 2023).

De esta manera el sistema de evaluación se caracteriza por ser mecánico, con parámetros estandarizados y masivos (De la Luz Berlanga Ramírez y Juárez-Hernández, 2020). Esto no necesariamente implica un factor negativo en la formación inicial, pues durante décadas la evaluación tradicionalista ha sido ampliamente aceptada, tanto en la educación escolar como en la educación superior, sin embargo, es importante señalar que este tipo de evaluaciones solo promueve la memorización, siendo imposible propiciar el desarrollo analítico, crítico, reflexivo y creativo en el/la estudiantes, aspectos sumamente relevantes para la educación del siglo XXI (Mélendez et al., 2024).

Por otro lado, desde el 3° Nivel formativo hasta el 5° Nivel se evidencia una consolidación gradual de las representaciones epistemológicas de los/as estudiantes, esto sugiere que, a medida que los/as estudiantes progresan en su formación inicial, desarrollar representaciones epistemológicas cada vez más sofisticadas con una notable inclinación

hacia métodos evaluativos que promuevan la participación de los/as estudiantes, lo que supone favorecer el diálogo y la colaboración de los estudiantes en el proceso de evaluación de su aprendizaje de forma transparente (López-Pastor y Sicilia-Camacho, 2017).

De igual manera se promueve la retroalimentación, dado que puede mejorar el aprendizaje en tres formas diferentes, acelerado el aprendizaje, optimizando la calidad de lo que se aprende y elevando el nivel de logro tanto a nivel individual como grupal (Hounsell, 2007), además Ibarra Sáiz y Rodríguez-Gómez (2020) proponen implementar durante la evaluación tareas de evaluación de calidad, estas consisten enfrentar a los/as estudiantes a tareas retadoras, realistas y por ende contextualizadas, de forma el estudiantado adopte un papel activo en la construcción de su aprendizaje.

Es sumamente relevante identificar que en el 4° Nivel se produce esta consolidación epistemológica, dado que la gran mayoría de los/as estudiantes de la carrera se enfrentan a la Evaluación Nacional Diagnóstica (END) evaluación que aplica el Ministerio de Educación (MINEDUC), a través del Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigaciones Pedagógicas (CPEIP) y tiene como propósitos, observar los conocimientos disciplinarios y pedagógicos adquiridos, por los/as estudiantes durante su formación y brindar información relevante a las universidades, esta evaluación es de carácter obligatorio para todo el estudiantado de las carreras de pedagogía y su rendición es requisito para obtener el título profesional.

Se evalúan aspectos relacionados a los Estándares Orientadores y del Marco para la Buena Enseñanza que indudablemente involucran aspectos de la Evaluación de los Aprendizajes Científicos, el que los/as estudiantes de este nivel posean en sus representaciones epistemológicas un enfoque de evaluación alternativa, que considera los diferentes estilos de aprendizaje, capacidades y experiencias de los/as alumnos/as (De la Luz Berlanga Ramírez y Juárez-Hernández, 2020) permitirá la obtención de resultados positivos en esta instancia evaluativa y que en el 5° Nivel formativo los/as estudiantes egresados/as ingresen al sistema educativo con múltiples opciones para evaluar el aprendizaje, incluyendo proyectos, presentaciones, trabajos de investigación, evaluaciones por pares, etc. (Holmos-Flores et al., 2023) comprendiendo que la diversidad de la instrumentación de evaluación y su metodología responden a la intención de adaptarse a diferentes situaciones y a los/as

estudiantes, obteniendo una mayor información y credibilidad en la evaluación (De la Luz Berlanga Ramírez y Juárez-Hernández, 2020) que proporcionará a los/as estudiantes nuevas oportunidades para tomar decisiones que incluyan modalidades evaluativas participativas con el objetivo de desarrollar su juicio evaluativo y potenciar así la autorregulación y el aprendizaje a lo largo de la vida (Ibarra-Sáiz y Rodríguez-Gómez, 2020).

#### 4. Resolución de Problemas Científicos

Tabla 17

Distribución de Respuestas de Estudiantes FIDBIO en la Dimensión IV. Resolución de Problemas Científicos según Tipo de Racionalismo y Nivel Formativo

Dimensión IV. Resolución de Problemas Científicos																					
Racionalismo	Enunciados	Nivel Formativo																			
		1° Nivel				2° Nivel				3° Nivel				4° Nivel				5° Nivel			
		Opción de respuesta				Opción de respuesta				Opción de respuesta				Opción de respuesta				Opción de respuesta			
		TD (1)	PD (2)	PA (3)	TA (4)	TD (1)	PD (2)	PA (3)	TA (4)	TD (1)	PD (2)	PA (3)	TA (4)	TD (1)	PD (2)	PA (3)	TA (4)	TD (1)	PD (2)	PA (3)	TA (4)
Racionalismo Positivista (RP)	(33) No siemp ensñ concep cien equipo appdo problem PF aprnd	0%	20%	<b>33%</b>	47%	0%	13%	20%	<b>67%</b>	0%	8%	25%	<b>67%</b>	3%	17%	35%	41%	0%	0%	38%	<b>62%</b>
	(34) Enunc leyes form algorit teor cien suficnt PF aprd Cs	53%	13%	20%	13%	40%	<b>47%</b>	7%	7%	42%	<b>42%</b>	17%	0%	76%	<b>24%</b>	0%	0%	<b>55%</b>	41%	3%	0%
	(35) Recomdble PF enfrent problem cien relac teorc concep	0%	20%	<b>33%</b>	47%	13%	0%	<b>40%</b>	47%	0%	8%	<b>67%</b>	17%	0%	17%	38%	<b>45%</b>	3%	7%	<b>45%</b>	45%
	(39) Univ ensñ reslvr problem cien form algorit PF	7%	0%	7%	<b>87%</b>	0%	0%	<b>40%</b>	60%	0%	0%	42%	58%	3%	17%	<b>41%</b>	38%	0%	31%	28%	41%
	(40) Buen problem cien siemp conduce result num	<b>67%</b>	<b>27%</b>	7%	0%	<b>53%</b>	40%	0%	0%	<b>50%</b>	<b>42%</b>	8%	0%	<b>59%</b>	21%	14%	0%	45%	<b>48%</b>	3%	3%
Racionalismo Moderado (RM)	(31) Res problm cien ejes principl procs desrrll PF ambi Cs	7%	27%	<b>40%</b>	27%	0%	7%	20%	<b>73%</b>	0%	8%	<b>50%</b>	42%	0%	10%	<b>41%</b>	41%	<b>3%</b>	0%	<b>52%</b>	45%
	(32) Problm disñ actv cien aulas univ si surgen mundo real PF	<b>13%</b>	<b>40%</b>	27%	20%	<b>7%</b>	<b>27%</b>	27%	33%	<b>17%</b>	<b>42%</b>	8%	33%	<b>17%</b>	<b>31%</b>	31%	7%	<b>3%</b>	<b>24%</b>	45%	24%
	(36) Propi resol problem cien dist asig compart concep teorc	0%	13%	20%	67%	0%	13%	33%	53%	8%	0%	25%	<b>67%</b>	0%	3%	21%	<b>69%</b>	<b>3%</b>	3%	41%	52%
	(37) Pra abord sit problem cons leng cotid PF	7%	20%	33%	40%	0%	13%	<b>40%</b>	47%	0%	17%	<b>50%</b>	33%	3%	10%	38%	48%	<b>3%</b>	7%	41%	48%
	(38) En univ ensñ reslvr problem cien racional razonbl	0%	0%	20%	<b>80%</b>	0%	13%	33%	53%	0%	0%	25%	67%	0%	3%	21%	<b>69%</b>	0%	7%	38%	<b>55%</b>

Nota. Las tendencias del Racionalismo Positivista (RP) son señaladas en verde, destacando las favorables y desfavorables en un tono más oscuro. Las tendencias del Racionalismo Moderado (RM) son señaladas en amarillo, destacando las favorables y desfavorable en un tono más oscuro. Fuente: Creación Propia.

#### 4.1 Primer Nivel Formativo

De acuerdo con lo presentado en la Tabla 17, en la dimensión Resolución de Problemas Científicos (D4) el Racionalismo Positivista (RP) presenta tendencias favorables que se distribuyen en las opciones de resultados “totalmente en desacuerdo” (TD) y “parcialmente en desacuerdo” (PD), mientras que las tendencias desfavorables se distribuyen en las opciones de respuesta “parcialmente de acuerdo” (PA) y “totalmente de acuerdo” (TA).

En este sentido, las tendencias favorables para el RP en el 1° Nivel alcanzan un 27% para la opción PD y un 67% para la opción TD, siendo este último el valor más alto para la tendencia en todos los niveles formativos. Respecto a las tendencias desfavorables estas presentan un 33% para la opción PA y un 87% para la opción TA, siendo este el porcentaje más alto para la dimensión. Sugiriendo que los/as estudiantes de este nivel se encuentran un dilema epistemológico, pues una fracción del estudiantado posee representaciones epistemológicas simplificadas hacia la Resolución de Problemas Científicos, dando cuenta de una preferencia por RP y otra fracción posee representaciones epistemológicas sofisticadas respecto a la Resolución de Problemas Científicos optando por el RM.

En cuanto a el Racionalismo Moderado (RM), las tendencias favorables en la dimensión Resolución de Problemas Científicos (D4) se distribuyen en las opciones de respuesta “totalmente de acuerdo” (TA) y “parcialmente de acuerdo” (PA), mientras que, las tendencias desfavorables en las opciones de respuesta “parcialmente en desacuerdo” (PD) y “totalmente en desacuerdo” (TD).

En cuanto a las tendencias favorables para el RM, el 1° Nivel presenta un 40% para la opción PA y un 80% para la opción TA, siendo este último porcentaje el valor más alto para esta tendencia de todos los niveles formativos. Respecto a las tendencias desfavorables, un 40% de los/as estudiantes optó por la opción PD y un 13% por la opción TD. Estos resultados confirman la dualidad epistemológica de los/as estudiantes del nivel formativo, quienes manifiestan una mayor tendencia hacia el RM, mientras que, una fracción no menor del estudiantado tiende hacia el RP.

## **4.2 Segundo Nivel Formativo**

En el 2° Nivel, las tendencias favorables para el RP se presentan en un 47% para la opción PD y un 53% para TD. En cuanto a las tendencias desfavorables, estas manifiestan una leve disminución respecto al nivel anterior, contando con un 40% para la opción PA y 67% para TA. Sugiriendo que en este nivel persiste una combinación de enfoques epistemológicos en las representaciones de los/as estudiantes.

En lo que respecta al RM, las tendencias favorables para el 2° Nivel se mantienen en porcentajes similares al nivel anterior, contando con un 40% para la opción PA y un 73% para TA, por otro lado, las tendencias desfavorables sufren una considerable disminución, presentando un 27% para la opción PD y un 7% para la opción TD. Estos resultados confirman la dualidad de los enfoques epistemológicos en el estudiantado del nivel, donde algunos/as de los/as estudiantes poseen una perspectiva positivista de la Resolución de Problemas Científicos, mientras que otros/as estudiantes aceptan ampliamente enfoques más complejos y críticos en el aprendizaje de las ciencias mediante la Resolución de Problemas Científicos.

## **4.3 Tercer Nivel Formativo**

En cuanto al 3° Nivel, el RP evidencia una leve disminución de las tendencias favorables, contando con un 42% para la opción PD y un 50% para la opción TD, así mismo las tendencias desfavorables dan cuenta de un leve aumento, presentando un 67% tanto para la opción PA como para la opción TA. Estos resultados indican cierta predominancia del RP en las representaciones epistemológicas de los/as estudiantes del nivel formativo, evidenciando una aceptación acrítica y mecánica hacia la Resolución de Problemas Científicos.

Respecto al RM, es posible decir que las tendencias favorables se ven incrementadas levemente en la opción PD contando con un 50% y en cuanto a la opción TA, esta sufre una leve baja respecto al nivel anterior, contando con un 67%. Con relación a las tendencias desfavorables, estas evidencian un aumento, alcanzando un 42% en la opción PD y un 17% en la opción TD. Estos valores indican que la dualidad epistemológica evidenciada en los

niveles anteriores prevalece también en este nivel, pues respecto al RP persisten estudiantes que tienden a aceptar enfoques positivistas, sin embargo, una mayor cantidad de estudiantes indica una preferencia creciente por enfoques más flexibles y reflexivos respecto a la Resolución de Problemas Científicos.

#### **4.4 Cuarto Nivel Formativo**

En cuanto al 4° Nivel, el RP manifiesta tendencias favorables que se mantienen en valores altos, contando con un 24% para la opción PD y un 59% para la opción TD, sin embargo, las tendencias desfavorables evidencian una disminución respecto al nivel anterior, contando con un 41% para PA y un 45% para TA. Lo que sugiere que, si bien los/as estudiantes siguen adoptando una visión positivista, es posible comenzar a notar una evolución en las representaciones epistemológicas de los/as estudiantes hacia enfoques constructivistas en la Enseñanza de las Ciencias, haciendo de la Resolución de Problemas Científicos una estrategia menos estructurada y más desafiante.

Respecto al RM en el 4° Nivel, las tendencias favorables nuevamente se ven incrementadas, alcanzando un 41% para la opción PA y un 69% para la opción TA, mientras que las tendencias desfavorables permanecen en 17% para la opción TD, mientras que la opción PD decrece a 31%. Estos resultados sugieren que los/as estudiantes de este nivel se encuentran en una transición hacia enfoques constructivistas de la Enseñanza de las Ciencias, valorando la Resolución de Problemas Científicos que permitan el uso del razonamiento crítico, dado que sus representaciones epistemológicas dan cuenta de una evolución positiva hacia el RM. Mientras que, el enfoque positivista evidencia cierta persistencia en una menor porción de los/as estudiantes, quienes aceptan enfoques estructurados y mecánicos en la Resolución de Problemas Científicos.

#### **4.5 Quinto Nivel Formativo**

Respecto al 5° Nivel, es posible evidenciar una predominancia en las tendencias favorables, alcanzando un 48% para la opción PD y un 55% para la opción TD, del mismo modo, las tendencias desfavorables se mantienen, contando con un 45% para la opción PA y un 62% para la opción TA. Estos resultados reflejan que, los/as estudiantes del último nivel

formativo presentan en su gran mayoría representaciones epistemológicas sofisticadas que ponen en manifiesto un posicionamiento epistemológico que rechaza el positivismo, a pesar de que todavía existen tendencias desfavorables, ya que algunos/as estudiantes aún consideran favorable un enfoque estructurado para la resolución de problemas.

En cuanto al RM, el 5° Nivel formativo evidencia tendencias favorables que son predominantes y consistentes con los resultados de los niveles anteriores, contando con un 52% para la opción PA y un 55% para la opción TA. Respecto a las tendencias desfavorables, estas se ven minimizadas al 24% en la opción PD y solo a un 3% en la opción TD. Esto indica que los/as estudiantes del último nivel formativo efectivamente poseen representaciones epistemológicas sofisticadas que tienden hacia el RM, sugiriendo una clara y consolidada preferencia por enfoques de aprendizaje que integren múltiples perspectivas y sean aplicables en situaciones reales por medio de la Resolución de Problemas Científicos contextualizados, que van más allá de los algoritmos y métodos establecidos, favoreciendo una preparación más integral y adaptable a los desafíos científicos contemporáneos.

#### **4.6 Discusión de Resultados Específicos Dimensión IV. Resolución de Problemas Científicos**

En relación a los resultados presentados es posible decir que, en el 1° Nivel una fracción de los/as estudiantes poseen representaciones epistemológicas sofisticada que se encuentran de acuerdo con el RM para la Resolución de Problemas Científicos, sin embargo, persiste en menor medida un grupo estudiantil del nivel que manifiesta representaciones epistemológicas simplificadas respecto a la Resolución de Problemas Científicos aceptando en su lugar el RP. Esto genera que en el nivel exista una dualidad de enfoques respecto a la Resolución de Problemas Científicos, donde por un lado se encuentra el estudiantado que considera que la resolución de problemas es una práctica pedagógica y proceso epistemológico que favorece la incorporación creciente nuevos saberes al sistema de conocimientos del sujeto (Díaz y Díaz, 2020) siendo una metodología activa en el proceso de enseñanza y aprendizaje, donde el estudiantes se apropia de nuevos conocimientos y es quién desempeña un rol protagónico en un contextos determinado, esto puede potenciar el papel activo de los/as estudiantes en la elaboración de nuevos conocimientos (Aguilar, 2018). Mientras que, una fracción de los/as estudiantes aún posee una concepción simplificada en

cuanto a la resolución de problemas, haciendo un uso limitado de estrategias activas e innovadoras en el proceso de enseñanza y aprendizaje (Julca-Asto et al., 2023) que puede ser a causa de una formación investigativa academicista, muy teórica, abstracta y poco operativa en la práctica (Díaz y Díaz, 2020).

Respecto al 2° Nivel y 3° Nivel formativo, estos son niveles en donde las representaciones epistemológicas los/as estudiantes persisten en esta etapa de transición, desde enfoques positivistas a enfoques de enseñanza que valoren los aspectos cognitivos, esto plantea un escenario bastante positivo para la Formación Inicial Docente, ya que progresivamente los/as estudiantes comprenden que la Resolución de Problemas Científicos es un reto para el/la docente, dado que no es una tarea sencilla determinar de forma clara y precisa el problema a resolver por los/as estudiantes, pues para que este problema efectivamente sea problematizador el/la docente debe desarrollar habilidades para identificarse y “meterse dentro” la situación problema de cada estudiante (Díaz y Díaz, 2020). No obstante, este reto a pesar de ser desafiante debe ser asumido con responsabilidad para conseguir aprendizaje muchos más significativos (Ausubel, 1968) y el desarrollo de competencias y habilidades cognitivas en el aula de clases (Ortega et al., 2021).

En cuanto a los últimos niveles formativos, estos evidencian una consolidación del RM en las representaciones epistemológicas de los/as estudiantes, en donde una gran mayoría de los/as estudiantes correspondientes al 4° Nivel y 5° Nivel, comprenden que las personas descubren el mundo a través de herramientas cognitivas, culturales y físicas, concibiendo al estudiante como un ser cognoscente (Díaz y Díaz, 2020) que, interactúa de forma significativa con el mundo que le rodea, con el cual puede sentirse identificado, describir, analizar y resolver situaciones de la vida real, considerando sus propias vivencias y las del contexto que les rodea (Julca-Asto et al., 2023). Sin embargo, en ambos niveles aún persiste cierta cantidad de estudiantes con un desinterés por nuevas estrategias de enseñanza y aprendizaje activas e innovadoras que puede relacionarse con la falta de métodos de enseñanza apropiados para desarrollar la formación investigativa de modo ameno, productivo y eficaz, capaz de desarrollar en los/as estudiantes habilidades sólidas, motivación, valores y conocimientos (Díaz y Díaz, 2020).

Esta permanencia, aunque menor, del enfoque positivista en los últimos niveles formativos, puede encontrar su raíz en el brote del COVID-19, declarado el 11 de marzo 2020 como una pandemia global (Cucinotta y Vanelli, 2020). Entre todos los aspectos que marcaron al mundo durante esos años, la educación superior no se vio exenta, teniendo que hacer frente con premura y creatividad al reto de reorganizar actividades para dar continuidad a la formación de profesionales y seguir atendiendo los desafíos y problemas que enfrentaba desde incluso antes de la crisis sanitaria del COVID-19 (Ordorika, 2020).

Respecto a lo anterior, la encuesta de International Association of Universities (Marinoni et al., 2020) proporciona un análisis sobre las tendencias de la educación superior mundial en el contexto de la pandemia, donde casi todas las universidades reconocen que el COVID-19 ha afectado la enseñanza y aprendizaje, planteando retos tecnológicos, pedagógicos y de competencias, al respecto un 80% de las instituciones de educación superior indica que las actividades de investigación se han visto afectadas. En este contexto, las universidades enfrentaron enormes dificultades en el intento de garantizar tanto a los/as estudiantes como a los/as docentes y trabajadores/as la continuidad de las actividades académicas en términos que, salvaguardaran los derechos humanos y los derechos de los/as trabajadores, revelando desafíos en el aspecto económico, de salud, pedagógico y el familiar, al desdibujarse las fronteras entre lo personal y laborar en el confinamiento (Hurtado, 2020).

Es así como, cierta cantidad los/as estudiantes correspondientes al 4° Nivel y 5° Nivel formativo transitaban en la educación superior durante los años 2020 y 2021, lo cual puede estar relacionado a la permanencia de enfoques tradicionalistas en sus representaciones epistemológicas respecto a las competencias investigativas, tales como la Resolución de Problemas Científicos, dado que el contexto pandemia demandaba previa y urgentemente el desarrollo de competencias digitales, para que los/as estudiantes fueran capaces de manejar las tecnologías con fines educativos, evidenciando una brecha digital que no solo implicó los problemas de acceso, también la falta de competencias en el uso y aprovechamiento de las tecnologías (Trejo-Quintana, 2020). Esto debido a que los/as docentes comenzaron su quehacer desde el supuesto que, al usar la tecnología de manera cotidiana, tanto los/as estudiante como ellos/as mismos/as tendrían las habilidades necesarias para enfrentar el uso educativo de las herramientas tecnológicas (Patarroyo et al., 2022), lo cual no podía estar

más alejado de la realidad. De manera que, la implementación de una modalidad híbrida para asignaturas de alto contenido práctico, como Biología, supuso diversas dificultades al carecer de una relación efectiva entre teoría y práctica, debido a que la teoría cobra mayor significado a partir de la práctica, es decir, si el conocimiento teórico se aborda en función de las condiciones concretas del trabajo y si se puede identificar como situaciones originales (García-González, 2021).

Es por lo anteriormente expuesto, que resulta comprensible que las representaciones epistemológicas de ciertos/as estudiantes no trascendieran hacia enfoques constructivistas en la Resolución de Problemas Científicos en los últimos niveles formativos, pues, a pesar de contar con acciones remediales únicas para estos niveles, como el electivo “Actividades prácticas para la docencia de Ciencias Biológicas”, este solo fue implementado en el segundo semestre del año 2024, semestre que tanto para 4° Nivel como para 5° Nivel posee una carga académica considerable, siendo un aspecto a considerar por quienes cursan los últimos años de Formación Inicial Docente.

## 5. Competencias del Pensamiento Científico

Tabla 18

Distribución de Respuestas de Estudiantes FIDBIO en la Dimensión V. Competencias del Pensamiento Científicos según Tipo de Racionalismo y Nivel Formativo

Dimensión V. Competencias del Pensamiento Científico																					
Racionalismo	Enunciados	Nivel Formativo																			
		1° Nivel				2° Nivel				3° Nivel				4° Nivel				5° Nivel			
		Opción de respuesta				Opción de respuesta				Opción de respuesta				Opción de respuesta				Opción de respuesta			
		TD (1)	PD (2)	PA (3)	TA (4)	TD (1)	PD (2)	PA (3)	TA (4)	TD (1)	PD (2)	PA (3)	TA (4)	TD (1)	PD (2)	PA (3)	TA (4)	TD (1)	PD (2)	PA (3)	TA (4)
Racionalismo Positivista (RP)	(42) Medicns SIMCE PAES PISA TIMSS reflejan comp pens cien	67%	33%	0%	0%	53%	27%	20%	0%	58%	25%	17%	0%	48%	41%	10%	0%	17%	52%	31%	0%
	(43) Actv desrrll comp pens cien db centrar datos form teor	7%	47%	20%	27%	7%	33%	53%	7%	17%	42%	42%	0%	24%	48%	24%	3%	17%	35%	45%	3%
	(45) PF comptnt Cs mejra conclusions a partir observns sin teor	20%	40%	20%	20%	20%	27%	47%	7%	33%	17%	50%	0%	41%	41%	14%	3%	38%	48%	14%	0%
	(49) Promo desrrll comp pens cien logra obj instruc clars prci	0%	20%	47%	33%	7%	7%	40%	47%	0%	17%	42%	33%	0%	28%	35%	38%	3%	17%	31%	48%
	(50) Comptnt cien moviliz conoc habilids maniplr instrmtal cien	0%	13%	7%	80%	0%	7%	13%	73%	0%	8%	8%	75%	0%	3%	21%	76%	0%	7%	17%	76%
Racionalismo Moderado	(41) PF Comp Cs argum busqueda explicions result	7%	13%	27%	53%	0%	7%	47%	47%	0%	0%	42%	58%	0%	3%	35%	62%	0%	0%	52%	45%
	(44) PF comptnt Cs reconc limt ventj teor explicar fenomno	0%	20%	47%	33%	0%	7%	27%	67%	0%	0%	42%	58%	0%	3%	24%	72%	0%	0%	24%	76%
	(46) Comp pens cien valorada soc com cien y sujtt qe aprnd	13%	13%	27%	47%	7%	13%	40%	40%	8%	0%	50%	33%	0%	3%	41%	52%	0%	10%	45%	45%
	(47) Desrrll habilids destrzs uni comp pens cien autoreg aprnd	0%	27%	47%	20%	0%	7%	40%	53%	0%	17%	50%	17%	3%	7%	45%	45%	0%	3%	59%	38%
	(48) PF comptnt Cs integr conoc actit valrs com cien aprnd	0%	7%	40%	47%	0%	0%	13%	87%	0%	0%	25%	75%	0%	0%	24%	76%	0%	3%	21%	76%

Nota. Las tendencias del Racionalismo Positivista (RP) son señaladas en verde, destacando las favorables y desfavorables en un tono más oscuro. Las tendencias del Racionalismo Moderado (RM) son señaladas en amarillo, destacando las favorables y desfavorable en un tono más oscuro. Fuente: Creación Propia.

## 5.1 Primer Nivel Formativo

De acuerdo con lo presentado en la Tabla 18, en la dimensión Competencias del Pensamiento Científico (D5) el Racionalismo Positivista (RP) presenta tendencias favorables que se distribuyen en las opciones de resultados “totalmente en desacuerdo” (TD) y “parcialmente en desacuerdo” (PD), mientras que las tendencias desfavorables se distribuyen en las opciones de respuesta “parcialmente de acuerdo” (PA) y “totalmente de acuerdo” (TA).

En el 1° Nivel es posible observar que, las tendencias favorables para el RP alcanzan un 47% en la opción PD y un 67% en la opción TD, respecto a las tendencias desfavorables estas cuentan con un 47% para PA y un 80% para TA, siendo este el porcentaje más alto de la dimensión en cuanto al RP. Lo anterior parece indicar que existe cierta dualidad de enfoques en las representaciones epistemológicas de los/as estudiantes correspondientes al primer nivel formativo, donde una parte de los estudiantes concibe a las Competencias del Pensamiento Científico desde perspectivas reduccionistas y limitadas, mientras que otra fracción de los/as estudiantes rechaza esta postura.

En cuanto a el Racionalismo Moderado (RM), las tendencias favorables en la dimensión Competencias del Pensamiento Científico (D5) se distribuyen en las opciones de respuesta “totalmente de acuerdo” (TA) y “parcialmente de acuerdo” (PA), mientras que, las tendencias desfavorables en las opciones de respuesta “parcialmente en desacuerdo” (PD) y “totalmente en desacuerdo” (TD).

En lo que respecta al RM, las tendencias favorables alcanzan un 47% en la opción PA y un 53% en la opción TA, mientras que las tendencias desfavorables cuentan con un 27% para PD y un 13% para TD. Estos resultados confirman la dualidad de enfoques epistemológicos en las representaciones de los/as estudiantes correspondientes al nivel formativo, donde una fracción de los/as estudiantes manifiesta representaciones simplificadas respecto a las Competencias del Pensamiento Científico, mientras una mayor parte del estudiantado presenta representaciones sofisticadas respecto a las Competencias del Pensamiento Científico manifestando una preferencia por el RM.

## **5.2 Segundo Nivel Formativo**

En cuanto al 2° Nivel, el RP presenta tendencias favorables que alcanzan un 33% para la opción PD y un 53% en la opción TD, del mismo modo, las tendencias desfavorables cuentan con un 53% y 73% para las opciones PA y TA respectivamente. Los resultados sugieren que, en este nivel menor parte los/as estudiantes continúan presentando representaciones epistemológicas simplificadas respecto a las Competencias del Pensamiento Científico aceptado enfoques que tienden hacia el RP.

Por otro lado, las tendencias favorables para el RM experimentan un incremento contando con un 47% para PA y un 87% para TA, siendo este el valor más alto para el RM en toda la dimensión. Así mismo, las tendencias desfavorables presentan una baja, alcanzando un 13% para la opción PD y solo un 7% para la opción TD. Estos resultados indican que, el estudiantado del 2° Nivel posee representaciones epistemológicas que, en su mayoría, tienden a ser sofisticadas respecto a las Competencias del Pensamiento Científico aceptando enfoques que prioricen su importancia y desarrollo.

## **5.3 Tercer Nivel Formativo**

Respecto al 3° Nivel, las tendencias favorables para el RP aumentan levemente respecto al nivel anterior, contando con un 42% para la opción PD y un 58% para la opción TD, en cuanto a las tendencias desfavorables, estas se mantienen en porcentajes similares, con un 50% para la opción PA y un 75% para la opción TA. Esto indica que, si bien un grupo de estudiantes correspondientes al nivel todavía presenta representaciones epistemológicas simplificadas que tienden a un RP respecto a las Competencias del Pensamiento Científico, un porcentaje creciente de estudiantes manifiesta un rechazo ante este enfoque epistemológico.

Por otro lado, las tendencias favorables para el RM se mantienen en valores elevados, contando con un 50% para la opción PA y un 75% para la opción TA, del mismo modo las tendencias desfavorables se mantienen en porcentajes bajos, alcanzando un 17% para la opción PD y un 8% en TD. Estos datos verifican una evolución favorable en las representaciones epistemológicas de los/as estudiantes correspondientes al nivel, donde la gran mayoría es sofisticada respecto a las Competencias del Pensamiento Científico,

indicando que el RM sigue siendo el enfoque epistemológico más aceptado, mientras que el RP conserva una postura crítica, con una fuerte tendencia al desacuerdo. Este patrón sugiere que, en el 3° Nivel, los/as estudiantes están desarrollando una apreciación más amplia del pensamiento científico, valorando especialmente el desarrollo de competencias que desarrollen el pensamiento creativo y crítico.

#### **5.4 Cuarto Nivel Formativo**

Respecto al 4° Nivel, el RP presentan tendencias favorables que se mantienen en un 48% para PD y TD, mientras que las tendencias desfavorables cuentan con un 35% para la opción PA y un 76% para la opción TA. Los valores anteriores indican que existe una permanencia del RP en los/as estudiantes del nivel respecto a las Competencias del Pensamiento Científico, reflejando que este estudiantado mantiene representaciones epistemológicas simplificadas respecto a esta dimensión.

En cuanto al RM, las tendencias favorables permanecen en porcentajes elevados, disponiendo de un 45% para la opción PA y un 76% para la opción TA, respecto a las tendencias desfavorables, estas experimentan una disminución considerable, alcanzando un 7% para la opción PD y solo un 3% para TA. A partir de estos resultados, es posible evidenciar que el RM continúa siendo el enfoque epistemológico con mayor aceptación, dando cuenta las sofisticadas representaciones epistemológicas de los/as estudiantes, consolidando una preferencia por enfoques epistémicos que valoran el aprendizaje activo en el desarrollo de Competencias del Pensamiento Científico.

#### **5.5 Quinto Nivel Formativo**

Finalmente, el 5° Nivel presenta tendencias favorables para el RP que se mantienen en porcentajes similares a los niveles anteriores, contando con un 52% para la opción PD y un 38% para TD, una situación similar sucede en las tendencias desfavorables, contando con un 45% para la opción PA y 76% para TA. Estos resultados parecen reafirmar nuevamente la evolución de las representaciones epistemológicas de los/as estudiantes hacia enfoques epistemológicos opuestos al positivismo, dando cuenta de una complejización respecto a lo

que se concibe como Competencias del Pensamiento Científico, disminuyendo notoriamente la aceptación del RP.

En cuanto al RM, las tendencias favorables para el último nivel formativo se sitúan en porcentajes alto, alcanzando un 59% para la opción PA y un 76% en la opción TA, mientras que las tendencias solo alcanzan un 10% en la opción PD, dado que no se registran respuestas para la opción TD. Estos resultados reflejan la consolidación de las representaciones epistemológicas del estudiantado correspondiente a este nivel, donde el RM sigue siendo el enfoque epistemológico más aceptado, lo que sugiere que los/as estudiantes han desarrollado una perspectiva compleja e integral acerca de las Competencias del Pensamiento Científico. Esta evolución hacia el RM como enfoque dominante sugiere que, al final de su formación, los/as estudiantes ven el pensamiento científico como un proceso complejo y que está vinculado con la sociedad y los valores éticos, más que como una práctica exclusivamente técnica y objetiva.

## **5.6 Discusión de Resultados Específicos Dimensión V. Competencias del Pensamiento Científicos**

A partir de los resultados presentados es posible decir que, existe una evolución favorable de las representaciones epistemológicas de los/as estudiantes respecto a las Competencias del Pensamiento Científico, donde en los primeros niveles una porción del estudiantado posee representaciones epistemológicas simplificadas respecto a las competencias adoptando enfoques relacionados al Racionalismo Positivista, mientras en los últimos niveles formativos los/as estudiantes tienden a presentar representaciones epistemológicas sofisticadas que tienden al Racionalismo Moderado. Si bien este incremento progresivo en los enfoques epistemológicos de los/as estudiantes es una dinámica esperable en la Formación Inicial Docente, es pertinente conocer en qué niveles formativos es necesaria la asistencia y acompañamiento educativo.

Precisamente en el 1° Nivel formativo se destaca el porcentaje más alto de aceptación del Racionalismo Positivista, evidenciando que cerca de un 80% de los/as estudiantes se inclina hacia enfoques positivistas en cuanto a las Competencias del Pensamiento Científico. Esto puede tener su origen en la permanencia de enfoques de enseñanza tradicionalistas en

la educación escolar, pues este tipo de educación se encuentra centrada en la transmisión de conocimientos a través de estrategias que prioricen el aprendizaje memorístico, donde el docente actúa como la principal fuente de información, guiando a los estudiantes de manera explícita y estructurada hacia el aprendizaje, priorizando el aprendizaje memorístico y no el desarrollo de Competencias del Pensamiento Científico, dado que se espera que el conocimiento sea aplicado en condiciones similares a las que son planteadas por plantean los/as profesores/as en los exámenes (Cabrera, 2021). Lo anterior genera una homogenización de habilidades al concebir la enseñanza y aprendizaje de la ciencia como instrumental, simple y demagógica (Quintanilla et al., 2014) por medio de evaluaciones estandarizadas centradas en el producto, sin dar cabida a reflexiones ni contextos diferentes, pues la evaluación parte del supuesto de que todos/as los/as alumnos/as son iguales (Hernández rojas, 2010) sin contemplar aspectos como actitud, participación, asistencia, trabajo colaborativo o aplicación del conocimiento a problemáticas reales y contextualizadas (Cháves, 2011).

En el 2° Nivel, es posible ver como el RM inicia a ser el posicionamiento epistemológico más aceptado por los/as estudiantes, con un 87%, que representa el porcentaje más alto de la dimensión, dando cuenta de una evolución positiva en las representaciones epistemológicas del estudiantado, una vez transitan cierto tiempo en la educación superior. Los/as estudiantes de este nivel formativo comienzan a comprender la complejidad tras las Competencias del Pensamiento Científico, comprendiendo en primer lugar que, la competencia no puede prescindir del desempeño, ya que se hace evidente por medio de este y se desarrolla a lo largo de la vida profesional (García-González, 2021) enfocándose principalmente en la integración de conocimientos, habilidades, valores, actitudes y destrezas (García et al., 2019).

Este nivel formativo refleja la tendencia más favorable de toda la dimensión, confirmando que las Competencias del Pensamiento Científico están sujetas a una estrecha relación entre teoría y práctica, donde la teoría es más significativa si cobra sentido a partir de la práctica (García-González, 2021) pues, estos/as estudiantes ya han transitado aproximadamente tres semestres en la educación superior, cursando asignaturas como *Introducción a las Ciencias Biológicas, Reflexión Crítica y Filosofía de los Procesos*

*Educativos, Ciencias Integradas I, Ciencias Integradas II, Biología Celular, Anatomía Humana, Zoología de Vertebrados, Segundo Idioma I*, entre otras. Lo anterior permite al estudiantado tener la posibilidad de relacionar progresivamente los conceptos teóricos aprendidos con las actividades prácticas y las diferentes ciencias que se ven involucradas en cada área formativa. En esta línea la European Union (2014) propuso siete competencias claves y algunas habilidades transversales relevantes para lograr competencias clave que incluyen el pensamiento crítico, creatividad, iniciativa, resolución de problemas, evaluación de riesgos, toma de decisiones, comunicación y manejo constructivo de las emociones.

En este contexto, el 2° Nivel se destaca nuevamente en la resolución de problemas, alcanzando un 73%, uno de los porcentajes más favorables para el RM, presentando representaciones epistemológicas sofisticadas respecto a las Competencias del Pensamiento Científico y la Resolución de Problemas Científicos, siendo aspectos positivos en la Formación Inicial Docente, pues diversos autores coinciden en que las Competencias Científicas además de constituir relaciones entre saberes, destrezas y disposiciones en la formación del estudiante, promueven de manera significativa actuar e interactuar contextualmente en la búsqueda del conocimiento y su futura aplicación en la profesión docente y/o ciencia afín (Ortega et al., 2017; González et al., 2020) constituyendo verdaderas herramientas para enfrentar los problemas reales de la vida como ciudadanos/as sociales (Quevedo et al., 2020).

Finalmente, en el 3° Nivel, 4° Nivel y 5° Nivel los/as estudiantes correspondientes a estos niveles presentan porcentajes similares de acuerdo respecto al RM, contando con un 75%, 76% y 76% respectivamente, donde además un porcentaje similar de los/as estudiantes de cada nivel mantiene representaciones epistemológicas simplificadas respecto a las Competencias del Pensamiento Científico que tienden hacia el RP. Esto sugiere que el estudiantado correspondiente a estos niveles sostiene en una dualidad de enfoques epistemológicos, donde por un lado están aquellos/as estudiantes que contemplan las Competencias del Pensamiento Científico desde los procesos cognitivos e intelectivos (García-González, 2021) fundamentada en el fenómeno cognitivo humano. Es así como el componente teórico es un medio para interpretar el mundo y la experiencia práctica cobra mayor sentido y significancia a partir de la teoría, constituyendo un factor clave para formar

ciudadanos capaces de convivir en sociedades marcadas por la diversidad, representando un elemento en el proceso de aprendizaje, que moviliza no solo conocimientos, sino también, valores y actitudes que constituyen el saber, el saber hacer, el saber, el saber emprender y el saber convivir (Torres et al., 2014).

Los aspectos señalados anteriormente se encuentran también estipulados en las bases curriculares de primero a sexto básico (MINEDUC, 2018) tales como observar, investigar, analizar, clasificar, comparar, comunicar, evaluar, experimentar, explorar, etc. En cuanto a las actitudes encontramos manifestar un estilo de trabajo riguroso, honesto y perseverante para lograr los aprendizajes de la asignatura, reconocer la importancia del entorno natural y sus recursos, desarrollando conductas de cuidado y protección del ambiente, asumir responsabilidades e interactuar en forma colaborativa y flexible en los trabajos en equipo, aportando y enriqueciendo el trabajo común y reconocer la importancia de seguir normas y procedimientos que resguarden y promuevan la seguridad personal y colectiva, entre otras. Desde séptimo a segundo medio algunas habilidades y procesos de investigación científica son observar y plantear preguntas, planificar y conducir una investigación, procesar y analizar la evidencia, evaluar y comunicar, en cuanto a las actitudes mostrar curiosidad, creatividad e interés por conocer y comprender los fenómenos del entorno natural y tecnológico, esforzarse y perseverar en el trabajo personal entendiendo que los logros se obtienen solo después de un trabajo riguroso, y que los datos empíricamente confiables se obtienen si se trabaja con precisión y orden y manifestar una actitud de pensamiento crítico, buscando rigurosidad y replicabilidad de las evidencias para sustentar las respuestas, las soluciones o las hipótesis, entre otras. (MINEDUC, 2016).

Finalmente, de tercero medio a cuarto medio, las habilidades a desarrollar se encuentran especialmente enfocadas para el XXI, tales como, planificar y conducir una investigación, analizar e interpretar datos, construir explicaciones y diseñar soluciones y evaluar, respecto a las actitudes, encontramos pensar con perseverancia y proactividad para encontrar soluciones innovadoras a los problemas, pensar con autorreflexión y autonomía para gestionar el propio aprendizaje, identificando capacidades, fortalezas y aspectos por mejorar, trabajar colaborativamente en la generación, desarrollo y gestión de proyectos, y la resolución de problemas, integrando las diferentes ideas y puntos de vista, trabajar con

autonomía y proactividad en trabajos colaborativos e individuales para llevar a cabo eficazmente proyectos de diversa índole y tomar decisiones democráticas, respetando los derechos humanos, la diversidad y la multiculturalidad, entre otras. (MINEDUC, 2019).

Por lo cual es bastante positivo que los/as estudiantes correspondientes a 3° Nivel, 4° Nivel y 5° Nivel ya posean representaciones epistemológicas orientadas al desarrollo de Competencias del Pensamiento Científico. Sin embargo, es importante señalar que ciertos/as estudiantes pertenecientes a los mismos niveles formativos aún poseen percepciones simplificadas respecto a las competencias, lo cual al igual que la dimensión Resolución de Problemas Científicos puede estar relacionado a que estos/as estudiantes cursaron ciertos semestres de su formación en el contexto pandémico entre los años 2020 y 2023, lo que resultó en una discontinuidad de las enseñanzas teóricas y las experiencias prácticas que dotan a las competencias de aprendizajes significativos en asignaturas como *Genética*, *Zoología de vertebrados y etología*, *Práctica II: Identidad profesional del profesor de Biología y Ciencias Naturales* y *Estadística Aplicada*, entre otras. Pues es relevante que los/as docentes motiven no solo actividades como observaciones de fenómenos científicos y experimentos para comprobar aspectos estudiados en clases teóricas, sino que también a implementar actividades que desafíen al estudiante y le permitan desarrollar habilidades, competencias y aptitudes propias del área de las ciencias naturales (Neira, 2021) donde la experimentación constituye una instancia única para el aprendizaje, a medida que permiten al estudiantado establecer una aproximación con la actividad científica, poniendo en práctica sus conocimientos, habilidades y competencias.

Si bien, la preparación, capacitación y formación del docente debe ser una tarea de profesores junto a la supervisión de sus directivos, deben considerarse los resultados académicos, la opción de los/as estudiantes, del claustro de profesores/as, contrastando criterios (García-González, 2021) pues a pesar de proponer instancias formativas que buscan nivelar el desarrollo de Competencias del Pensamiento Científico en el estudiantado post pandémico, éstas tienden a concentrarse en los octavos y decimos semestres, periodos formativos con una gran carga y responsabilidad al contar con asignaturas como *Práctica IV: Identidad profesional y Conocimiento Didáctico del Contenido de Biología y Ciencias Naturales*, *Unidad de Investigación*, *Práctica V: Práctica Profesional del Docente de*

*Biología y Ciencias Naturales y Memoria o Seminario de Título I y II*, lo que afecta considerablemente la oportunidad de optar por electivos, minors o talleres que tengan por objetivo el desarrollo de competencias, debido a que la disponibilidad horaria de cada estudiante es diferente y las asignaturas en sí mismas ya significan un gran compromiso académico, por lo cual la permanencia de enfoques positivistas en las representaciones epistemológicas de algunos/as estudiantes respecto a las competencias puede tener su origen en lo anteriormente señalado.

## **4.2 RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN CUALITATIVA**

En este apartado se presentan los resultados, análisis y discusión correspondientes a la etapa cualitativa de la investigación. Se realiza en base a las respuestas abiertas del Cuestionario C-4BQ-2024, que tienen como propósito evaluar los argumentos elaborados por una muestra cualitativa de la Carrera Licenciatura en Educación en Biología y Pedagogía en Biología mención Ciencias Naturales, representada por diez estudiantes, según género.

### **4.2.1 Resultados, análisis y discusión de los argumentos aportados por la muestra cualitativa**

Inicialmente se realizó un análisis aleatorio, necesario para definir la muestra cualitativa, así como los enunciados por dimensión que se considerarán para el análisis del contenido, de acuerdo a las afirmaciones elegidas. En este sentido, la Tabla 19 presenta los resultados del análisis aleatorio realizado para la totalidad de la muestra. Primeramente, se realizó la definición de la muestra cualitativa, estableciendo un estudiante por nivel. En segundo lugar, se realizó un análisis aleatorio para definir las respuestas abiertas por dimensión. Como resultado de este proceso se obtuvo un enunciado por dimensión para los cinco niveles, obteniéndose un total de veinticinco respuestas.

**Tabla 19**

*Resultados del Análisis Aleatorio de Respuestas Abiertas por Dimensión según Nivel Formativo*

Dimensiones	Niveles Formativos				
	1° Nivel	2° Nivel	3° Nivel	4° Nivel	5° Nivel
<b>I Enseñanza de las Cs.</b>	“No hay ningún tipo de "filtro" en el conocimiento que se entrega”. (1)	“Se tiene que respetar los significados universales sobre los personales”. (4)	“La noción de los conocimientos previos tras el proceso de aprendizaje permite generar una autoevaluación y a su vez a considerar otros conocimientos previos”. (9)	“Es necesario evaluar el proceso para entender como aprendemos, una evaluación final no demuestra si desarrollamos las habilidades”. (9)	“La enseñanza de las ciencias debería poder explicar el mundo no solo por formulas o lenguajes matemáticos, debería poder abrirse a otras sensibilidades de lo que nos rodea”. (8)
<b>II Aprendizaje de las Cs.</b>	“La construcción del conocimiento siempre ha sido por aportes de muchos”. (13)	“Son válidos y moldeables a contexto”. (13)	“El conocimiento científico, las ciencias como tal, avanzan, cambian y evolucionan. Por lo que ante la experiencia deben poder cambiar”. (16)	“El profesor universitario puede guiar este conocimiento adquirido por los P. F”. (18)	“Los modelos, como la teoría y la vida, debería cambiar con el avanzar de los años. Visibilizar a la ciencia como un conocimiento que evoluciona, por ende, cambia”. (16)
<b>III Evaluación de los Aprendizajes Científicos</b>	“La autoevaluación permite la autocrítica y reconoce conceptos o la falta de conocimiento”. (22)	“Se tiene que buscar ampliar los conocimientos y el cap. Cultural”. (30)	“Cuando se busca evaluar la actitud y habilidad del proceso es a veces requerido esconder dicho objetivo por evitar la sugestión”. (25)	“Los números no reflejan el desarrollo de conductas o habilidades”. (30)	“Es imperativo salir de los clásicos procesos de evaluación, otras estrategias son importantes de aplicar”. (26)
<b>IV Resolución de Problemas Científicos</b>	“El lenguaje cotidiano en si es algo propio del individuo y no debe afectar en el conocimiento”. (37)	“Se debe partir desde lo informal y cotidiano y llegar a lo complejo y científico”. (37)	“La resolución de problemas científicos deben considerar también factores psicosociales”. (34)	“La transversalidad del contenido es primordial, puesto que se genera un escenario completo de aprendizaje”. (36)	“La resolución de problemas es necesario complejizarlo y no que quede solo en el ámbito de la ciencia. (39)
<b>V Competencias del Pensamiento Científico</b>	“Si bien la entrega de datos es relevante no debe ser fundamental”. (43)	“Entre más claro y detallado la info. mejor es la comprensión”. (49)	“La enseñanza de las ciencias recae fuertemente en lograr dar a entender lo que implica el aprendizaje del conocimiento a impartir”. (49)	“La desventaja suelen ser lo poco actualizado de las teorías explicadas”. (44)	“Las pruebas estandarizadas no reflejan 100% las competencias generadas, existen diversas variables que no se consideran”. (42)

Nota. Fuente: Creación Propia.

De acuerdo con lo presentado en la tabla 19, se obtuvieron las respuestas abiertas de un/a estudiante por nivel por cada una de las cinco dimensiones, el género del estudiantado

también fue seleccionado de aleatoriamente, sin embargo, para efectos del análisis no fue contemplado. Del mismo modo, los enunciados elegidos en las respuestas fueron seleccionados de forma aleatoria, lo que permitió identificar enunciados recurrentes en los niveles formativos dentro de cada dimensión.

En la dimensión Enseñanza de las Ciencias, 3° Nivel y 4° Nivel comparten el enunciado número 9. En la dimensión Aprendizaje de las Ciencias los niveles 1° Nivel y 2° Nivel coinciden el enunciado número 13, mientras que el 3° Nivel y 5° Nivel comparten el enunciado número 16. En cuanto a la dimensión Evaluación de los Aprendizajes, el 2° Nivel y 4° Nivel concuerdan el enunciado número 30. Para la dimensión Resolución de Problemas Científicos las respuestas de los/as estudiantes de 1° Nivel y 2° Nivel coinciden en el enunciado número 37. Por último, en la dimensión Competencias del Pensamiento Científico los/as estudiantes del 2° Nivel y 3° Nivel seleccionaron el enunciado número 49 para elaborar sus respuestas.

## **1. Dimensión I. Enseñanza de las Ciencias**

Dentro de la primera dimensión, se puede identificar que los/as estudiantes del 3° Nivel y 4° Nivel seleccionados aleatoriamente, coinciden en el noveno enunciado seleccionado para realizar sus respuestas.

### **1.1 Primer Nivel Formativo**

En la primera dimensión Enseñanza de las Ciencias es posible ver como la respuesta del 1° Nivel hace referencia a que no existe ningún tipo de filtro al momento de enseñar ciencias en el aula universitaria, obviando componentes ideológicos, sociales y culturales. El argumento expuesto por el/la estudiante da cuenta de una Enseñanza de las Ciencias simplificada, que además se encuentra en desacuerdo con lo estipulado en la Ley sobre Educación Superior, Ley N.º 21.091 (2018), la cual establece que debe servir al interés general de la sociedad y se ejerce conforme a la Constitución, ley y los tratados internacionales ratificados y vigentes por Chile, cumpliendo un importante rol social en la generación y desarrollo del conocimiento, sus aplicaciones, el cultivo de las ciencias, de la tecnología, de las artes y las humanidades.

## **1.2 Segundo Nivel Formativo**

Respecto al 2° Nivel, la respuesta expresa que la Enseñanza de las Ciencias en la universidad debe prescindir de los significados personales que posea el/la profesor/a en formación acerca de algún concepto, ya que se deben priorizar y respetar los significados universales, esto refleja una desvinculación del estudiante en formación de los factores sociales, culturales, económicos y políticos que lo rodean (Chávez Loor et al., 2020) comprendiendo más bien al estudiante como una “tabula rasa” una hoja en blanco que deberá ser llenada por la experiencia obtenida en la realidad, la cual es independiente de la mente del ser humano (Aguilar, 2020). En este sentido, el conocimiento científico debe ser asimilado de forma pasiva por los/as estudiantes, aprendiendo los conceptos tal y como se les son enseñados (Hernández Rojas, 2010), sin importar todos los procesos internos que éste/a tiene que seguir para conseguirlo, dando cuenta una Enseñanza de las Ciencias lineal, descontextualizada, academicista y poco significativa, al no considerar al estudiantado como un agente cognitivo (Izquierdo y Aduriz-Bravo, 2021) que ya posee conocimientos previos del mundo que rodea.

## **1.3 Tercer Nivel Formativo**

En el 3° Nivel formativo y 4° Nivel formativo los/as estudiantes seleccionados/as de forma aleatoria coinciden en el mismo enunciado. En el caso del 3° Nivel formativo el/la estudiante reconoce la relevancia de los conocimientos previos en la Enseñanza de las Ciencias y su capacidad de generar una autoevaluación durante todo el proceso, lo cual sugiere que en este nivel formativo los/as estudiantes en formación se perciben a sí mismos/as como agentes cognitivos que piensan, establecen juicios y toman decisiones, al igual que todas las personas (Izquierdo y Aduriz-Bravo, 2021) y por ende poseen ideas o conocimientos previos que sirven como ancla o bases para la adquisición de nuevos conocimientos (Ortiz, 2015) otorgándoles además un importante rol en procesos evaluativos, tales como, la autoevaluación, práctica pedagógica relacionada a la reflexión, autoeficacia y la búsqueda de la evaluación autodirigida (Lu et al., 2021) dirigida en primera instancia, a diagnosticar los conocimientos previos, luego a retroalimentar para colmar, si es necesario, los vacíos en lo aprendido (Basurto-Mendoza et al., 2021).

#### **1.4 Cuarto Nivel Formativo**

En cambio, el 4° Nivel propone una respuesta enfocada en los momentos evaluativos, en la cual el/la estudiante se encuentra en desacuerdo con una evaluación dirigida al final de la Enseñanza de las Ciencias, ya que para determinar el desarrollo de habilidades es necesario evaluar el proceso de enseñanza. Lo expuesto permite entender que los/as estudiantes del nivel formativo la evaluación no solo tiene fines calificativos, sino que también ayuda a aprender, retroalimentar el objeto estudiado, de tal manera que los posibles errores sean identificados y resultados a tiempo (Herrera, 2018) garantizando la calidad de la experiencia educativa y el perfeccionamiento de la práctica docente (Barrientos et al., 2018) por medio de la cual se favorecen los aprendizajes.

Es esperable que el estudiantado de este nivel comprendiera la evaluación desde enfoques constructivistas, prestando especial atención al proceso de enseñanza y aprendizaje, en vez de únicamente al producto, pues este es precisamente uno de los retos que la universidad ha asumido, formando a los/as futuros/as docentes en metodologías activas centradas en el estudiante, en evaluaciones cualitativas y el desarrollo de competencias orientadas a la inserción laboral y a la sociedad vigente, propiciando el desarrollo de habilidades para trabajar de manera autónoma y en equipo, logrando una construcción y comprensión efectiva de la realidad en la que se desenvuelve el/la estudiante (Padilla-Tacuri, 2021).

#### **1.5 Quinto Nivel Formativo**

Por último, en el 5° Nivel la respuesta proporcionada por el estudiante permite reconocer una comprensión mucho más sofisticada de la Enseñanza de las Ciencias, en donde se rechaza el uso exclusivo de fórmulas y el lenguaje matemático para explicar el mundo cotidiano, pues las ciencias deberían poder interpretar el mundo desde otras sensibilidades. Al respecto es posible decir que, en el último nivel formativo los/as estudiantes conciben la Enseñanza de las Ciencias desde enfoques similares o afines al modelo cognitivo de la ciencia planteado por Giere (1992) quien, contempla las teorías como un medio para interpretar el mundo y el conocimiento científico como una construcción cognitiva que tiene su origen en los modelos mentales de las personas, por medio de los cuales se reconstruye e interpreta la

realidad (Jara et al., 2012). Por lo cual se desestima el uso exclusivo y limitado del lenguaje matemático, ya que es imposible construir un lenguaje lógico en disciplinas que tienen un origen diferente al matemático, y es mucho más enriquecedor hacer uso de las fórmulas, lenguaje matemático y teorías en torno a las experiencias personales de los/as estudiantes, quienes generan su propia explicación del mundo, en relación con los aspectos: cognitivos, afectivos, biológicos, sociales, culturales y lingüísticos que se posean (Sesento, 2021).

## **2. Dimensión II. Aprendizaje de las Ciencias**

Dentro de la segunda dimensión, se puede identificar que los/as estudiantes del 1° Nivel y 2° Nivel seleccionados aleatoriamente, coinciden en el enunciado número 13 para realizar sus respuestas, además los niveles 3° Nivel y 5° Nivel coinciden en la selección del enunciado número 16 para el desarrollo de sus respuestas.

### **2.1 Primer Nivel Formativo**

A partir de la respuesta elabora por el/la estudiante del 1° Nivel es posible suponer que, el estudiantado correspondiente al nivel formativo comprende que los modelos teóricos que son aprendidos en la universidad no necesariamente corresponden en su totalidad a aquellos que son válidamente aceptados, pues la construcción del conocimiento siempre ha sido por aportes de muchos. Lo anteriormente señalado da cuenta de un aspecto positivo entorno a los Aprendizajes de las Ciencias, ya que los modelos teóricos y la modelización como tal tienen un rol clave en muchos contextos científicos, incluyendo la educación superior, pues constituyen uno de los principales instrumentos de la ciencia moderna, siendo una parte esencial de la práctica y aprendizaje científico (Acevedo-Díaz y García-Carmona, 2017). Este es definido como la representación de un objeto, fenómeno, proceso, idea o sistema, que tiene por propósito describir, explicar y predecir fenómenos naturales, así como la comunicación de ideas científicas, por lo que, existe una multiplicidad de modelos al origen de las diferentes ideas que poseen los/as científicos/as del objeto y su funcionamiento, desarrollando diversos modelos científicos para su estudio (Oh y Oh, 2011).

## **2.2 Segundo Nivel Formativo**

En cuanto al 2° Nivel formativo, la respuesta expuesta por el/la estudiante expresa que los modelos teóricos aprendidos en la universidad son válidos y moldeables al contexto, lo cual coincide con lo postulado por Merino e Izquierdo-Aymerich (2011; 2013) ya que estos autores consideran los procesos de modelización teórica están fuertemente integrados en el conocimiento propio del área de estudio y se requiere de una reflexión y contextualización para ser utilizado adecuadamente en diferentes situaciones, por ende los modelos teóricos no son aplicables sin considerar las particularidades de cada contexto o disciplina. Por consiguiente, resulta muy favorable que los/as estudiantes correspondientes al nivel planteen el Aprendizaje de las Ciencias por medio de modelos teóricos que se encuentran válidamente aceptados, diferenciando entre el mundo real y la forma en la que es presentado el mundo en teorías y modelos (Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2021), dado que los libros de ciencias no son una réplica exacta del mundo, sino interpretaciones organizadas que buscan darle un sentido a la realidad y de manera específica, pues, la ciencia escolar se focaliza en el mundo de los/as estudiantes, sus contextos personales y vivencias, aspectos fundamentales para el aprendizaje, impactando directamente en cómo los/as estudiantes comprenden y se relacionan con la ciencia.

## **2.3 Tercer Nivel Formativo**

Respecto al 3° Nivel formativo, el/la estudiante manifiesta que el conocimiento científico y las ciencias avanzan y, por lo tanto, cambian y evolucionan, siempre y cuando este cambio este asociado a una nueva experiencia. Esto sugiere que los modelos teóricos que aprende el profesorado en formación cambian a medida que este/a adquiere nuevas experiencias, lo cual desde la propuesta desarrollada por R.N. Giere (1988) se encuentra en lo correcto, pues un modelo teórico es un sistema idealizado de hechos o fenómenos del mundo, de forma que sea posible ordenarlo y simplificarlo, y por consiguiente existen modos consensuados por una comunidad de referencia, sean estas las academias científicas o los currículum escolares. De esta manera, es posible que los/as profesores/as experimentados/as pueden centrar su interés en la profundización del contenido disciplinar curricular (Marbach-Ad et al., 2015).

Es así como los/as científicos/as representan el mundo mediante una gran diversidad de modelos con distintos grados de concreción, pues la modelización incorpora las motivaciones, intereses y emociones, las que acompañan de manera intrínseca la actividad definida para conocer el mundo transformándose a medida que se adquieren nuevas experiencias, se conoce e interviene en el mundo (Izquierdo-Aymerich, 2014). Después de todo, los modelos científicos se prueban conceptual y empíricamente, de modo que pueden cambiar durante el proceso de desarrollo del conocimiento científico (Acevedo-Díaz et al., 2017).

## **2.4 Cuarto Nivel Formativo**

En cuanto al 4° Nivel, la respuesta elaborada por el/la estudiante expresa que el/la profesor/a universitario/a puede guiar el conocimiento adquirido por los/as profesores/as en formación, debido a que este/a es responsable y protagónico/a de sus aprendizajes científicos. Esto sugiere que el/la estudiante correspondiente al nivel formativo posee un enfoque constructivista acerca del Aprendizaje de las Ciencias, donde el/la docente universitario/a asume una mayor responsabilidad, adoptando un rol orientador, guiador, coordinador, mediador (Carmona, 2016) gestionando la participación, concepciones previas las respuestas e intervenciones de los/as estudiantes, aprovechándolas para la organización y planeación futura, en sintonía con los procedimientos y contenidos curriculares (Sesento, 2021) por lo tanto, la participación e intervención del docente se ve reducida al mínimo (Martínez, 2021). Mientras que, el/la estudiante, en este caso, el profesorado en formación es el principal actor de su aprendizaje, este es constructor de todas sus adquisiciones educativas (Reátegui Torres et al., 2022).

Lo anterior sugiere un escenario positivo para los/as estudiantes del nivel formativo, pues a pesar de transitar cierto periodo de su educación profesional en el contexto pandémico, estos/as estudiantes lograron interactuar con las nuevas tecnologías potenciando su desarrollo cognitivo por medio de cuatro características fundamentales planeadas por Roschelle (2000) el compromiso activo, participación en grupo, interacción frecuente, retroalimentación y vinculación con el contexto del mundo real (Hernández, 2008). En estos espacios educativos, la figura del docente universitario/a desempeñó un papel fundamental como guía y experto, dinamizando el conocimiento a través de un conjunto de habilidades pedagógicas y

metodológicas que transformaron las aulas virtuales en auténticos espacios de construcción educativa (Hernández y Lizama-Lefno, 2015).

## **2.5 Quinto Nivel Formativo**

Por último, la respuesta del estudiante de 5° Nivel coincide con el enunciado seleccionado por el/la estudiante de 3° Nivel. Sin embargo, la respuesta correspondiente al 5° Nivel formativo va más allá del conocimiento científico, ya que el/la estudiante señala que tanto los modelos teóricos como la ciencia cambian con el tiempo y por lo tanto evolucionan. Dicha evolución se evidencia en la historia de la ciencia por la cual es posible explicar la trayectoria que los seres humanos han seguido para elaborar soluciones a problemas concretos y conocer aspectos de la realidad (Estrada, 2016) que desde el pasado expone las razones o implicaciones culturales, políticas, económica, espaciales y materiales por las que la ciencia y la tecnología no solo se impusieron como un conocimiento válido para comprender y explicar el mundo, sino además, para transformarlo y comercializarlo (Uribe, 2017). Es así como desde una racionalidad moderada y constructiva se elaboran explicaciones contextualizadas acerca del funcionamiento del mundo, donde en busca del sentido y la formulación de una explicación, se reconoce el desarrollo científico como un proceso “natural” y “evolutivo” (Gieryn, 1992).

En ese sentido, la comunidad científica ha trabajado constantemente en la propuesta de nuevos métodos y en el desarrollo de mejores técnicas que permitan capturar y procesar una mayor cantidad de información útil en el proceso de toma de decisiones (Blanco-Mesa, 2020). Esto ha permitido revelar la evolución cognitiva, conceptual y experimental de la ciencia, a la vez que ha demostrado la capacidad para explicar cómo es que la ciencia se ha ido insertado en la sociedad (Uribe, 2017).

## **3. Dimensión III. Evaluación de los Aprendizajes Científicos**

En esta dimensión es posible identificar que, tanto el 2° Nivel como el 4° Nivel seleccionan el enunciado número 30 para elaborar sus respuestas.

### **3.1 Primer Nivel Formativo**

La respuesta elaborada por el/la estudiante correspondiente al 1° Nivel declara respecto a la Evaluación de los Aprendizajes Científicos que, la autoevaluación permite la autocrítica a la vez que, permite reconocer la falta de conocimientos. Al respecto Basurto-Mendoza y sus colaboradores (2021) proponen a la autoevaluación como un proceso por el cual las personas exploran y evalúan su propio trabajo, mientras que los/as miembros de la comunidad educativa reflexionan sobre su desenvolvimiento e identifican áreas de acción para estimular la mejora en el aprendizaje profesional (García et al., 2016). Es así como desde los planteamientos socio constructivistas del aprendizaje la evaluación, autoevaluación y coevaluación constituyen necesariamente el núcleo central en la construcción del conocimiento científico (Sanmartí, 1997) pues, autoevaluarse y cuestionar el desempeño propio promueve la metacognición o autorregulación del aprendizaje, fomentando una mejor comprensión y análisis de los nuevos contenidos, al mismo tiempo que fomenta el trabajo colaborativo potenciando el proceso de aprendizaje (Martínez et al., 2022) y el pensamiento crítico que le será útil no sólo durante la vida estudiantil, sino también profesional.

Respecto a la autocrítica, Reina (2017) argumenta que la autoevaluación efectivamente sirve para observar el conocimiento adquirido por el estudiantado durante todo el proceso de enseñanza aprendizaje, evaluando las estrategias que usó el/la docente fueron efectivas, sin embargo, el/la educador/a debe establecer un compromiso con sus estudiantes de forma muy responsable, crítica y reflexiva durante su desarrollo, permitiéndole al estudiantado identificar lo aprendido y buscar acciones para completar los conocimientos que le faltan (Basurto-Mendoza et al., 2021). Solo así es posible rever las prácticas y las estrategias de enseñanza para su mejora (Cabrera, 2023)

### **3.2 Segundo Nivel Formativo**

La respuesta elaborada por el/la estudiante correspondiente al 2° Nivel expresa que la evaluación de los aprendizajes científicos no debe centrarse en la incorporación de contenidos actitudinales y las notas, ya que, análogamente debe ampliar los conocimientos y el capital cultural. Respecto a lo anterior, Rodríguez y Salinas (2020) postulan que existen dos supuestos cuestionables sobre la evaluación en la educación superior, el primero

corresponde precisamente a la asimilación de la calificación, de tareas o exámenes, que tienen como propósito valorar el desempeño académico del estudiantado o en su defecto, certificar su profesión, por otro lado, el segundo supuesto se refiere a la desvalorización de la evaluación dentro de la labor docente del profesorado universitario, debido a la focalización del dominio disciplinar como aspecto suficiente para el despliegue de la enseñanza, pues lo usual de la práctica evaluativa ha sido obtener resultados para equipararlos con el aprendizaje, permitiendo dilucidar una mejora, lo cual no siempre ocurre así, pues se pueden tener buenos resultados (calificaciones, notas) sin tener buenos aprendizajes.

En este sentido, una evaluación que solo incorpore contenidos actitudinales traducibles a indicadores de rendimiento (notas) se sitúa en el paradigma cuantitativo positivista, estableciendo una mirada reduccionista de la evaluación centrada en los resultados, pues la complejidad de los procesos educativos, interacciones, experiencias y diferencias en las formas de aprender no podían ni pueden ser respondidas por un enfoque cuantitativo (Cabrera, 2023). Es así que, la respuesta elaborada por el/la estudiante resulta optimista, pues hace referencia a una evaluación para el aprendizaje desde un enfoque constructivista, ya que tal como propone Stobart (2010) este tipo de evaluación se centra en lo que se está aprendiendo y en las relaciones e interacciones que ocurren en el aula, configurándose como un proceso social activo, en el que cada estudiante crea y construye significados, ofreciendo oportunidades para practicar habilidades y consolidar aprendizajes (Gibbs y Simpson, 2009) ampliando los conocimientos de la realidad que se pretende conocer.

No obstante, para que la evaluación incida en el capital cultural, tanto los/as estudiantes como los/as docentes deben ser agentes de cambio, intelectuales y construir comunidades comprometidas y conectadas, ajustándose a una evaluación basada en la justicia social (Murillo e Hidalgo, 2015) centrada en la realidad cultural y el contexto de los/as estudiantes, proporcionando información y estrategias para contribuir a su autonomía crítica con una propuesta de evaluación transformadora (Cabrera, 2023) vinculada a los objetivos aprendizaje y a la identificación de los constructos a evaluar, considerando la recopilación e interpretación de la evidencia de aprendizaje, para retroalimentaciones y mejora continua del proceso educativo incluso en ciclos educativos subsecuentes (Sánchez, 2022).

### 3.4 Tercer Nivel Formativo

En cuanto al 3° Nivel, la respuesta proporcionada por el/la estudiante afirma que cuanto se busca evaluar la actitud y habilidad del proceso de enseñanza y aprendizaje, a veces, es necesario esconder el objetivo a considerar en la evaluación con el fin de evitar la sugestión. Lo antes mencionado sugiere, que el/la estudiante posee una comprensión simplificada de la evaluación, pues de acuerdo con Cabrera (2023) la evaluación posee una dimensión técnica-metodológica y una dimensión ética, donde la primera dimensión considera los aspectos prácticos, incluyendo las experiencias y la promoción del aprendizaje autónomo, sostenido y regulado por el/la docente, mientras que la segunda dimensión considera relevante la finalidad (para qué se evalúa) y el objeto (qué se evalúa).

Estos aspectos deben ser de conocimiento para el estudiantado, pues existen diferentes tipos de instancias evaluativas y cada una posee distintas finalidades, por ejemplo, la evaluación diagnóstica tiene por finalidad determinar el nivel de conocimiento, habilidad o actitud del estudiante, siendo útil para el profesorado, ya que permite realizar adecuaciones en el contenido y en la implementación de actividades, en cambio, la evaluación sumativa tiene el propósito de determinar el grado con que los objetivos de una determinada instrucción fueron alcanzados, otorgando calificaciones o comprobando el desarrollo de competencias, mientras que en el caso de la evaluación formativa la finalidad es monitorear el progreso del aprendizaje con el propósito de proporcionar una retroalimentación al estudiante sobre sus logros, deficiencias y oportunidades de mejora (Sánchez, 2022). Adicionalmente, el decreto N°67 de 2018 en virtud de la Ley N° 20.370 que aprueba normas mínimas nacionales sobre evaluación, calificación y promoción desde 1° básico a 4° medio de la formación Humanista Científica, Técnico Profesional y Artística, declara en el Artículo 3° que los/las alumnos/as tienen derecho a ser informados/as de los criterios de evaluación y a ser evaluados/as y promovidos/as de acuerdo a un sistema objetivo y transparente, de acuerdo al reglamento de cada establecimiento.

Por consiguiente, la respuesta del estudiante no solo es poco ética, sino que además metodológicamente es incorrecta, pues si el estudiantado desconoce el objetivo con el que se aplica una evaluación, ésta ya no considera como actor principal al estudiante, sino al profesor/a o la organización que aplique dicha evaluación, lo que según Sánchez (2022) da

cuenta de una evaluación del aprendizaje, donde el estudiantado es un participante pasivo que recibe o a quien se le aplica el examen o prueba, en lugar de una evaluación para el aprendizaje, donde la evaluación es un proceso que se realiza con el/la estudiante, identificando sus áreas de oportunidad y logros, para orientarlo a progresar de una mejor manera en el proceso educativo, sin generarle estrés o desgaste en su salud mental y física, si se lleva a cabo con profesionalismo y responsabilidad.

### **3.4 Cuarto Nivel Formativo**

La respuesta elaborada por el/la estudiante correspondiente al 4° Nivel formativo, muestra una mayor aproximación al enunciado número treinta en comparación con al 2° Nivel, ya que, en el caso del 4° Nivel, el/la estudiante expone que los números no reflejan el desarrollo de conductas o habilidades, esto hace referencia a la traducción de estas nociones en indicadores de rendimiento cuantitativos, tales como las nota. Lo anterior parece indicar que, el/la estudiante posee una interpretación acerca de la evaluación más elaborada, pues se percibe una evolución desde enfoques evaluativos positivistas y reduccionistas hacia enfoques evaluativos más complejos, esto debido a que la respuesta se alinea con lo propuesto por Olivares y Eraña (2022) en su trabajo respecto a la evaluación programática, evaluación que busca construir una valoración significativa y holística que evidencie el avance de cada competencia de los/as estudiantes, desde un enfoque sistémico (Schuwirth y Van der Vleuten, 2019) ya que, se encuentra enfocada en mejorar la validez, reproducibilidad y documentación del desarrollo de competencias al monitorear el progreso del estudiantado (Bok et al., 2013).

Este tipo de evaluación surge frente a la necesidad de obtener una visión completa del desarrollo de competencias en los/as estudiantes, ya que, una competencia es la integración de conocimientos, habilidades y actitudes para formar en contenidos disciplinares, transversales, interprofesionales o transdisciplinares (Olivares Olivares, 2021) pues, un aspecto fundamental en la educación superior es el desarrollo de competencias profesionales con el objetivo de que el/la estudiante integre los conocimientos, habilidades y actitudes adquiridos a lo largo de su trayectoria formativa (Patarroyo et al., 2022) por lo cual la evaluación no se debe enfocar solo en el nivel cognitivo, sino también en el nivel actitudinal, afectivo y procedimental (Holmos-Flores et al., 2023).

Como señala el/la estudiante de 4° Nivel, esto no puede lograrse únicamente mediante evaluaciones centradas exclusivamente en resultados cuantitativos, pues su naturaleza es evaluar actividades que ya ocurrieron, después o al final de un periodo de aprendizaje (Sánchez, 2022) generalmente a través de pruebas o exámenes escritos, pues, es sumamente complejo traducir el desempeño a una calificación, por ejemplo, ¿Cómo se compara la competencia de un estudiante que obtuvo un 80% con el que obtuvo un 90% en una escala donde el 70% es el corte aceptable para definir el pase en esta prueba? (López y González, 2022). A raíz de esto sugieren emplear métodos evaluativos formativos y sumativos, de manera que sea posible obtener información sobre el progreso del estudiante en el desarrollo de competencias y actitudes que permitan identificar las necesidades de aprendizaje o limitaciones que presenta en el desarrollo de sus capacidades para implementar oportunamente una retroalimentación valiosa (UNESCO, 2021) de modo que al aplicar una evaluación sumativa efectivamente sea posible determinar el nivel con que los objetivos de la enseñanza se alcanzaron y así designar una calificación confiable, es decir, que los puntajes sean consistentes de persona a persona, de instrumento a instrumento (Cizek, 2009) y válida, respecto a si el contenido de la prueba alude a los conocimientos que evalúa (Carrillo y Sánchez, 2022).

### **3.5 Quinto Nivel Formativo**

Por último, la respuesta formulada por el/la estudiante de 5° Nivel respecto a la utilización de otros instrumentos evaluativos, destacó la relevancia de explorar nuevas estrategias evaluativas, como informes de laboratorio, salidas a terrenos, trabajos grupales, entre otros, en lugar de depender únicamente de pruebas para calificar los aprendizajes científicos. Al respecto se sugiere incorporar instrumentos y estrategias de evaluación cuantitativas y cualitativas, pues ambas poseen la capacidad de ofrecer una visión integral del aprendizaje y el desarrollo de los/as estudiantes.

Como estrategia evaluativa cuantitativa el examen objetivo o examen, correctamente elaborado, puede ser una herramienta de evaluación formativa o sumativa respecto a los contenidos o habilidades consideradas en el programa de estudio (Martínez et al., 2022) este se denomina objetivo debido a que, cada reactivo tiene una única respuesta correcta que el/la examinado debe seleccionar entre varias opciones, evitando que el juicio o las preferencias

del evaluador/a influyan en el análisis de los resultados (Berruezo Ordoñez et al., 2014). Martínez y sus colaboradores (2022) destacan varias características del examen objetivo, entre las cuales se encuentran ventajas como la precisión de sus criterios, lo que facilita obtener resultados de forma rápida y confiable (Morales Vallejo, 2006) por lo cual es un instrumento flexible que cuenta con una aparente facilidad de elaboración, aplicación y análisis de los resultados, permitiendo medir el nivel de conocimiento, la comprensión o la capacidad para aplicar un determinado conocimiento para resolver un problema en específico, facilitando también comparar el desempeño de individuos y grupos (Downing y Haladyna, 2006). Sin embargo, los/as investigadores/as también establecen sus limitaciones las cuales consisten en que, mediante un examen se evalúa principalmente la memoria o la recuperación de la información, además se establece que de forma azarosa es posible acertar a la respuesta correcta, lo cual no necesariamente revela que el/la estudiante efectivamente posea el conocimiento evaluado, por lo cual Abedalqader et al. (2015) recomienda elaborar este tipo de exámenes con una metodología ordenada y sistemática, requiriendo además una retroalimentación después de los resultado para conocer el porqué de los aciertos y errores, reforzando los aprendizajes esperados (Martínez et al., 2022).

Por otro lado, el/la estudiante comenta que es imperativo salir de estrategias similares a la descrita anteriormente, en este contexto, la salida a terrenos o salida pedagógica se presenta como un recurso pedagógico que ayuda en el aprendizaje de los/as estudiantes en diversos ámbitos según sea aplicada, constituyendo una marca de calidad del pasado y del presente educativo (Mohamed-Mimon et al., 2017) ya que, con el tiempo las salidas y los trabajos de campo se han convertido en una alternativa educativa diferente a la clase magistral de aula (Sousa et al., 2016) entendiéndose como un instrumento de ayuda al alumnado para conocer su entorno, sin que esto suponga un declive de la calidad en el aprendizaje, siendo grandes potenciadores para la consecución de los objetivos de la educación en ciencias (Orion, 2001). Sin embargo, deben ser prediseñadas, de forma que el trabajo de campo resulte lo más provechoso posible y para ello, la planificación es fundamental y debe responder a las especificaciones del grupo en cuestión, al respecto Garrido-Clavero et al. (2020) estima que deben ser considerados aspectos como, el perfil de los/as asistentes (edades, condición física, nivel de motivación personal, etc) y las circunstancias en las que se pretende realizar la salida (temática, finalidad, tareas discente a

realizar, medio de transporte, duración temporal, características del destino, etc), ya que cada nivel educativo requiere de un diseño y una gestión de los itinerarios didácticos específicos, en el que se atienda a sus particularidades, sus motivaciones y sus posibilidades.

Mohamed-Mimon et al. (2017) añaden que, la preparación de la salida pedagógica exige al docente, la selección de los contenidos y conceptos, la correlación entre conceptos y las visitas a realizar, estrategias de enseñanza y aprendizaje con una correlación exacta entre la teoría a conocer y la visión práctica en lugar determinado y que, la evaluación del aprendizaje mediante la materialización de la importancia de la salida pedagógica. Además, los/as autores/as señalan que, en cuanto al área de estudio, se exige la elaboración de material didáctico, por ejemplo, una guía del estudiante, documentos de apoyo al docente que incorporen información útil de la salida pedagógica (día, hora, ruta, paradas, duración, lugar, etc) y propuestas de trabajo claras y un espacio libre donde el/la estudiante pueda registrar sus observaciones, anotaciones, conclusiones y plantear preguntas o dudas que las actividades propuesta hayan despertado. Finalmente, según Rebar (2009) dependiendo de la finalidad de la salida pedagógica, son diversos los aspectos a evaluar en los/as estudiantes, pudiendo algunos ser recogidos ya en el aula, tales como, proyectos, presentaciones orales o informes realizados grupalmente, pues, los documentos escritos, dibujos o incluso entrevistas han demostrado su eficacia en la captura del crecimiento conceptual de los/as estudiantes que es el resultado del aprendizaje durante las salidas, ya que la evaluación debe ser diseñada de tal manera que promueva la interacción entre el aprendizaje y los registros recopilados tras la experiencia.

Es por lo anteriormente discutido que, la respuesta del estudiante de 5° Nivel evidencia una inclinación por enfoques evaluativos alternativos a los tradicionalmente utilizados en la educación, tales como la salida pedagógica, lo cual es bastante positivo para estudiantes que prontamente ingresaran al sistema educativo escolar, no obstante, es relevante tener presente que estas estrategias conllevan una gran responsabilidad y desafío para el/la docente, pues existe una preocupación por los tiempos a cumplir en el programa de la asignatura, costos financieros, la escasa familiarización del profesorado con el trabajo de campo y la súper-estimulación de los/as estudiantes causada por la novedad de estos ambientes o dificultades en la elaboración de materiales didácticos adecuados (Orion, 2001)

siendo estos aspectos claves en una transición progresiva hacia el uso de otros instrumentos para calificar los aprendizajes científicos.

#### **4. Dimensión VI. Resolución de Problemas Científicos**

En la cuarta dimensión, se observa que los/as estudiantes del 1° Nivel y 2° Nivel, seleccionados aleatoriamente, coinciden en el enunciado número 37 para elaborar sus respuestas.

##### **4.1 Primer Nivel Formativo**

La respuesta formulada por el/la estudiante del 1° Nivel formativo señala que, al abordar situaciones problemáticas en la construcción de conocimientos, no se debe considerar ni permitir que el lenguaje cotidiano del profesorado en formación influya en el conocimiento, aunque sea una característica propia del individuo/a. Para Dilthey (2010) tanto la vida, como sus experiencias y las ciencias humanas mantienen una relación de reciprocidad, pues todas las ciencias humanas describen, narran, juzgan y forman conceptos y teorías en relación con un mismo gran hecho: la especie humana, estableciendo una interconexión dinámica entre el mundo externo (físico, objetivo) y el mundo interno (cognitivo, reflexivo) entre la vida, la experiencia de vida y el discurso de la ciencia (Passeggi, 2020). Sin embargo, Chamorro et al. (2012) señalan que, el aprendizaje de las ciencias implica también la apropiación y aplicación de los lenguajes propios de cada una de ellas. Estos lenguajes son diferentes difieren al lenguaje cotidiano de los/as estudiantes naturalmente utilizado en los espacios del hogar, barrio y juegos por tanto, aunque el profesorado en formación posea un lenguaje cotidiano, el discurso científico-académico mediante el cual las ciencias son explicadas se caracteriza principalmente por un mayor grado de tecnicismos y abstracción, cargado de atributos como la sobriedad, precisión y claridad (Von Stecher, 2017).

Con base en lo anteriormente expuesto, se puede afirmar que la respuesta elaborada por el/la estudiante del primer nivel formativo es acertada, dado que incorporar el lenguaje cotidiano en la construcción de conocimientos puede generar confusiones y errores conceptuales al trasladar términos y expresiones de uso común a contextos científicos que, demandan precisión y rigurosidad, al poseer definiciones entrelazadas, taxonomías técnicas

(construcciones de alto nivel en las que cada término tiene un valor funcional) , expresiones especiales, una gran densidad léxica, ambigüedad sintáctica, discontinuidad semántica (saltos semánticos, asumiendo que el lector puede seguirlos, sin problema, y llegar a una conclusión) y metáfora gramatical (Halliday, 1993).

Asimismo, el uso del lenguaje científico permite desarrollar competencias argumentativas, fomentar la creatividad y el espíritu de indagación, facilitando la transición de la comprensión de los hechos cotidianos a un entendimiento más profundo, mediante el conocimiento científico. Esto promueve la reflexión crítica en los/as estudiantes, preparándolos para intervenir de manera informada en discusiones sobre temas científicos relevantes para su desarrollo social (Chamarro et al., 2012).

#### **4.2 Segundo Nivel Formativo**

La respuesta descrita por el/la estudiante de 2º Nivel considera aspectos similares al nivel anterior, sin embargo, este/a estudiante declara que, para abordar situaciones problemáticas en la construcción de conocimientos se debe comenzar con lo informal y cotidiano y avanzar hacia lo complejo y científico. Aunque es posible comprender a lo que se refiere el/la estudiante, existe una clara visión reduccionista de la Enseñanza de las Ciencias en su respuesta, pues solo se considera complejo aquello que es científico, concibiendo a la ciencia como un fin y no como un medio para comprender la realidad en la que se habita, en relación a esto, se debe enfatizar la importancia del medio en los procesos de aprendizaje, debido a que cobra mayor significancia a nivel curricular con recursos del entorno vivencial y cotidiano de los estudiantes (Macazana et al., 2021).

Respecto a lo anterior, Acosta y Barrios (2023) en su trabajo acerca de la enseñanza contextualizada destacan que, todo proceso formativo debe partir de la concepción que el/la estudiante es un ser humano, que aprende en y desde su entorno, a pesar de que este aprendizaje sea principalmente empírico, pues los/as estudiantes ingresan al sistema educativo para alcanzar un conocimiento mucho más integral, que además los dote de herramientas para que puedan resolver problemas individuales y colectivos (Acosta y Villalba, 2022). Favoreciendo también el aprendizaje significativo, ya que se realiza a partir de lo que el/la estudiante ya sabe y lo que no sabe, siendo fundamental conocer las ideas

previas de los/as estudiantes (Ausubel et al., 1983) las que provienen de la interacción con otros/as miembros/as de la comunidad (Vygotsky, 1978) o de los medios de comunicación, plataformas digitales y sitios web (Prensky, 2001).

Al respecto Chamarro et al. (2012) postula que dotar a los/as estudiantes de conocimiento también es una manera de formar ciudadanos/as capaces de identificar problemas y tomar decisiones que les permitan realizar acciones reflexivas, individuales o colectivas, fundamentadas en valores, pues la resolución de situaciones problemáticas permitiría a los/as estudiantes aplicar lo que están aprendiendo a situaciones del mundo real, en lugar de solo centrarse en la memorización y la repetición de información (Soler, 2023) y la obtención de buenos puntajes, calificaciones o notas en este tipo de pruebas, para pasar a aprender acerca de la propia ciencia, su historia, realidad y construcción, alfabetizando científicamente a los/as estudiantes y ciudadanos/as (Adúriz Bravo, 2011) comprendiendo que la complejidad de la realidad es explicada a través de procesos científicos complejos y sistemáticos que, incluyen la observación, experimentación, formulación de teorías y la resolución de problemas científicos.

### **4.3 Tercer Nivel Formativo**

Respecto al 3° Nivel formativo, la respuesta formulada por el/la estudiante plantea que la Resolución de Problemas Científicos no solo debe basarse en leyes, fórmulas y algoritmos provenientes de una teoría científica, sino que también es necesario integrar los factores psicosociales en el análisis. Los factores psicosociales son elementos que abarcan tanto los aspectos sociales como psicológicos que influyen en la salud, el comportamiento y la interacción de las personas en su entorno, por lo tanto, estos factores pueden incluir relaciones interpersonales, soporte social y características psicológicas (Singh-Manoux, 2003). Según Carvajal y Caro (2012) los factores psicosociales pueden evidenciarse en las tareas diarias de los/as estudiantes en las labores comprendidas en la organización del aprendizaje, por lo cual existe un compromiso emocional correlacionado con los resultados educativos, jugando incluso un papel vital en la predicción del logro académico (Engels et al., 2021; Hasnine et al., 2023).

Por lo cual, la respuesta del estudiante evidencia un mayor enriquecimiento acerca del aprendizaje de las ciencias en Formación Inicial Docente, pues el entorno educativo no solo contempla aspectos disciplinares sino también un compromiso emocional, donde los/as universitarios deben adaptarse a un nuevo círculo social, al ser aceptados/s, obtener cierto rendimiento en los trabajos y evaluaciones, teniendo un gran impacto en la salud mental de los/as universitarios en escenarios, familiares, sociales, y laborales y manifestándose en síntomas físicos, tales como, el dolor de cabeza, fatiga, y trastorno cardiovascular y presión arterial, además de síntomas psicológicos como, depresión, estrés, angustia y ansiedad (Verano y Garavito, 2015).

Por lo cual, considerar el capital psicológico es posible obtener resultados académicos óptimos (King y Caleon, 2021) ya que, estudios realizados acerca de la motivación y el capital psicológico han revelado que ejercen un papel mediador en la autoevaluación de la atención y el compromiso con el estudio (Ali et al., 2022) sugiriendo una relación bidireccional entre la motivación y capital psicológico (Liu et al., 2024) en el aprendizaje de las ciencias, aplicando los conocimientos teóricos a los aspectos de la realidad social en la que se encuentre el/la estudiante.

#### **4.4 Cuarto Nivel Formativo**

En relación con la respuesta proporcionada por el/la estudiante de 4° Nivel acerca de la resolución de problemas científicos en diversas asignaturas que compartan conceptos teóricos, se destaca que la transversalidad del contenido es esencial para crear un escenario de aprendizaje más integral. La transversalidad en materia de educación se refiere a la integración y relación de contenidos, habilidades o competencias de distintas áreas del conocimiento en el proceso educativo en un modelo didáctico interdisciplinar, que según Contreras (2021) se encuentra adaptado a los requerimientos e intereses de los/as jóvenes, con base en sus realidades contextuales y desde un orden ético, conceptual y metodológico que permite abordar fenómenos locales, nacionales y globales desde diversas áreas de estudio. Para Flores y sus colaboradores (2018) la transversalidad debe considerarse como una estrategia fundamental, puesto que promueve el conocimiento significativo, aplicado y relacionado con el torno, desempeñando un papel central en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

Por lo que, la respuesta del estudiante no solo es bastante acertada, sino que, también integra aspectos esenciales destacados en las Competencias de Facultad definidas por la Facultad de Ciencias Básicas de la UMCE, en el marco de su Modelo Educativo Institucional. En este contexto, el/la estudiante en formación debe gestionar la enseñanza y el aprendizaje de la matemática y de las ciencias naturales (física, química y Biología) desde perspectivas interdisciplinarias para resolver problemas en el marco de la alfabetización científica (UMCE, s.f.) por medio de la integración de conocimientos fundamentales para la vida en la sociedad actual, como el uso efectivo de las tecnologías de la información y comunicación, la investigación científica, la valoración de la cultura popular y la promoción de la educación ambiental.

#### **4.5 Quinto Nivel Formativo**

La respuesta elaborada por el/la estudiante de 5° Nivel señala que la resolución de problemas científicos en la enseñanza superior requiere de una mayor complejidad, la cual debe ir más allá del ámbito de las ciencias, fórmulas y/o algoritmos. Abordar los problemas científicos desde una perspectiva distinta a los conceptos disciplinarios resulta crucial en la Formación Inicial Docente, pues fomenta en los/as estudiantes una comprensión más holística y aplicable del conocimiento científico, para que este conocimiento no sólo sirva para aprobar las asignaturas, sino que sea de utilidad y aplicabilidad en sus actividades diarias del hogar y de forma general para la solución de problemas personales (Acosta y Barrios, 2023) abandonando la creencia de un aprendizaje rígido y conceptual del curriculum tradicional, promoviendo en los/as futuros/as docente la adopción de experiencias didácticas y formativas centradas en la resolución de problemas integrando la perspectiva cognoscitiva humana, la valoración de los aspectos positivos y la transformación de situaciones negativas presentes en los contextos sociales, escolares y comunitario (Contreras, 2021).

Además, este enfoque en la resolución de problemas científicos promueve la integración de diversas disciplinas, el desarrollo de competencias socioemocionales (Cassullo y García, 2015), el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico, iniciativa, innovación, capacidad de resolución de problemas, argumentación, comunicación, (Ortíz-Sacro et al., 2020) creatividad, el pensamiento crítico (Schleicher, 2018) y el desarrollo del pensamiento lógico y la resolución de problemas con base en conocimiento científico (Acosta

y Barrios, 2023). Aunque la respuesta del estudiante no especifica directamente cómo abordar una mayor complejización en la resolución de problemas científicos, se puede inferir que este enriquecimiento está asociado a la incorporación de variables relacionadas con el análisis crítico del entorno social. Esto sugiere una perspectiva que busca no solo abordar los aspectos científicos y técnicos de los problemas, sino también comprender las dinámicas sociales implicadas para plantear soluciones más integrales y contextualizadas, y para ello se requiere de docentes que empleen estas nociones en la resolución de problemas científicos (Zona y Giraldo, 2017).

## **5. Dimensión V. Competencias del Pensamiento Científicos**

En la quinta dimensión, se evidencia que los/as estudiantes del 2° Nivel y 3° Nivel, seleccionados aleatoriamente, coinciden en la selección del enunciado número 49 para elaborar sus respuestas.

### **5.1 Primer Nivel Formativo**

La respuesta del/la estudiante correspondiente al 1° Nivel formativo, en relación con las actividades que fomentan competencias de pensamiento científico basadas en la entrega de datos, fórmulas y teorías, plantea que, aunque el suministro de información es relevante, este no debería constituir el eje central. Más bien, enfatiza que las Competencias Científicas deben ir más allá de la mera transmisión de datos para centrarse en la aplicación crítica y contextual de estos conocimientos. Al respecto Perez y Meneses (2020) postulan que las Competencias Científicas deben estar relacionadas con el desarrollo del conocimiento y de las actitudes, sin embargo, estas deben estar relacionadas con el conocimiento específico entre sí, con el uso del conocimiento en situaciones concretas, con los procesos científicos y relacionadas con el uso de evidencia científica.

Por lo tanto, la respuesta del estudiante resulta ser acertada al reconocer que, aunque la entrega de datos es relevante, no constituye un elemento fundamental para el desarrollo de Competencias Científicas compatibles con los desafíos del siglo XXI. Estas competencias integran conocimientos, habilidades y actitudes que son esenciales para abordar problemas globales, como el desarrollo sostenible y la participación activa de la ciudadanía (Ortiz-Revilla et al., 2018). Pues, el desarrollo de competencias trasciende a la mera transmisión

de datos, pues su objetivo no es reforzar el aprendizaje mediante la memorización de conceptos. En cambio, busca preparar a los/las estudiantes para afrontar problemas de manera crítica y creativa, promoviendo el compromiso con la sociedad y el medio ambiente, fomentando una alfabetización científica integral que prioriza la acción y reflexión (Piug et al., 2023).

## 5.2 Segundo Formativo

La respuesta elaborada por el/la estudiante correspondiente al 2° Nivel respecto a la promoción y desarrollo de competencias del pensamiento científico destaca que estos procesos se ven favorecidos cuando los objetivos e instrucciones son presentados de manera clara y detallada. Este enfoque permite que los/as estudiantes comprendan de mejor manera las expectativas y procedimientos, facilitando así el fortalecimiento de habilidades relacionadas con el pensamiento lógico y críticos de los contextos científicos. Este planteamiento resalta la importancia de la precisión y claridad en la comunicación educativa, entre el/la docente y el estudiantado, para promover aprendizajes efectivos y fomentar una participación activa, esta capacidad para desarrollar buenas oportunidades de aprendizaje constituye una competencia docente clave para desarrollar Competencias Científicas en los/as estudiantes (Perrenoud, 2007).

Adicionalmente, Tekkumru-Kisa et al. (2015) enfatizan que, para fomentar estas competencias, es imprescindible definir de manera específica cuáles habilidades y aspectos contratos serán trabajados en las actividades diseñadas y cómo estas se integran con las ideas científicas que los/as estudiantes necesitan aprender. Para ello, Kang et al. (2016) proponen tres tareas claves que debe realizar el profesorado:

1. **Selección y adaptación de tareas:** Elegir o modificar actividades de aprendizaje que se alineen con secuencia o unidad didáctica específica.
2. **Diseño de tareas con niveles apropiados de complejidad:** Proponer actividades cuyos objetivos trasciendan el aprendizaje contenido en la tarea misma, fomentando un enfoque más integral.

3. **Provisión de apoyos adecuados:** Asegurar la implementación efectiva en el aula mediante ayudas y orientaciones que permitan a los/as estudiantes progresar en su aprendizaje.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, la respuesta elaborada por el/la estudiante demuestra una comprensión adecuada y positiva desde la Formación Inicial Docente. Este enfoque resalta que, desde los primeros niveles formativos, los/as estudiantes ya tienen nociones claras sobre la promoción y desarrollo de competencias del pensamiento científico. Estas competencias no se limitan a la mera transmisión de información, sino que incluyen aspectos esenciales como la claridad en los objetivos y las instrucciones, así como la conexión con contextos reales.

### **5.3 Tercer Nivel Formativo**

Por otro lado, la respuesta correspondiente al 3° Nivel formativo, en relación con la promoción y el desarrollo de competencias del pensamiento científico, no pone un énfasis particular en los objetivos e instrucciones. En lugar de ello, subraya que la Enseñanza de las Ciencias recae principalmente en hacer comprender lo que implica el aprendizaje del conocimiento a impartir. La respuesta en cuestión no califica este aspecto como negativo o positivo; sin embargo, permite inferir que corresponde a un modelo tradicionalista de Enseñanza de las Ciencias.

Este modelo se caracteriza por un enfoque más académico y estructurado donde la información se transmite de manera directa y unilateral del/la docente al estudiante (de la Luz y Granillo, 2021) generalmente a través de clases magistrales y memorización del contenido disciplinar, por lo cual el estudiante solo tiene un rol pasivo en su formación (Carneros y Murillo, 2017). En este contexto, el estudiante asume un rol pasivo, y las prácticas se limitan a demostrar la aplicación de la teoría, con una planificación centrada en objetivos definidos, contenidos y actividades de comprobación a cargo del docente (Zorrilla et al., 2022).

De este modo, la acción del estudiante se limita a seguir y memorizar las palabras del docente, lo que restringe significativamente su desarrollo integral. Este enfoque no

fomenta la participación activa, la creatividad, la curiosidad ni la iniciativa (de la Luz y Granillo, 2021), factores esenciales para la promoción y desarrollo de Competencias Científicas y de pensamiento crítico (Sánchez y Delgado, 2022).

#### **5.4 Cuarto Nivel Formativo**

La respuesta proporcionada por el/la estudiante del 4º Nivel formativo desataca que el profesorado en formación, competente en ciencias, identifica tanto las ventajas como las limitaciones de apoyarse en teorías para explicar fenómenos. Sin embargo, se enfatiza más en las desventajas, específicamente en lo poco actualizadas que pueden estar las teorías empleadas, lo que podría limitar su aplicabilidad en contextos educativos o científicos contemporáneos. Lo anterior sugiere que el/la estudiante correspondiente a este nivel formativo posee una concepción positivista e ingenua respecto a las teorías científicas, dado que asume que las teorías utilizadas están desactualizadas, cuando estas a menudo están implícitas en la forma en que medimos los fenómenos, en la escogencia de instrumentos de medición o hasta en la selección que hacemos de los fenómenos que se van a medir (Aragón-Vargas, 2017).

Es importante reconocer que las teorías científicas no son absolutas ni definitivas y están en constante evolución, adaptándose conforme surgen nuevos datos o se desarrollan métodos más avanzados para abordar problemas complejos. Este proceso de actualización evidencia el carácter dinámico y crítico de la ciencia. Según Kuhn (1970), las teorías científicas operan dentro de “paradigmas” que eventualmente pueden ser reemplazados por otros cuando nuevas evidencias no se ajustan al modelo vigente, dando lugar a una “revolución científica”. En este cambio, las explicaciones previas son sustituidas por interpretaciones más completas, precisas y acordes con los nuevos hallazgos.

Por lo tanto, una parte de la respuesta del estudiante sugiere que existe cierta comprensión de parte del estudiante al reconocer que las ciencias son un campo en constante evolución, y que, el profesorado en formación debe apoyarse de teorías científicas actualizadas para evitar limitaciones en la capacidad de los/as estudiantes para abordar problemas contemporáneos y encontrar soluciones innovadoras (Bunge, 2020) a problemas científicos contextualizados en la realidad de los/as estudiantes.

Sin embargo, es importante considerar el uso de teorías previas como una ventaja y no como una desventaja o limitante, ya que permite el análisis de cómo ha evolucionado la comprensión de los fenómenos, brindando un contexto social, histórico y cultural acerca de los avances actuales. Además, las teorías previas, aunque son obsoletas en algunos aspectos, pueden ofrecer un marco útil para comparar y contrastar nuevos descubrimientos y teorías, fomentando también una visión más crítica y amplia del conocimiento, esencial para mejorar la investigación y formación científica futura (Passey, 2020).

### **5.5 Quinto Nivel Formativo**

En este nivel, la respuesta del estudiante respecto a las mediciones como SIMCE, PAES, PISA, TIMMS, entre otras, señala que estas pruebas estandarizadas no reflejan completamente las competencias del pensamiento científico generadas. Argumenta que, aunque estas evaluaciones miden ciertos aspectos, existen diversas variables relevantes que no son consideradas, lo que limita su capacidad de reflejar de manera válida y confiable las habilidades desarrolladas por los/as estudiantes en el área científica.

De acuerdo con la evidencia aportada en esta respuesta, es posible decir que estas evaluaciones poseen fortalezas y limitaciones al medir competencias del pensamiento científico de manera válida y confiable, ya que, estas pruebas evalúan habilidades claves relacionadas con la resolución de problemas y la aplicación de conocimientos, sin embargo, su enfoque evaluativo varía. Por ejemplo, PISA mide competencias aplicadas a problemas reales, mientras que TIMMS se centra en habilidades vinculadas con el currículum escolar (Demarchi, 2020), por lo que ambos enfoques tienen diferencias metodológicas que impactan en la validez y aplicabilidad de sus resultados.

Este tipo de evaluaciones tiene la ventaja de proporcionar datos comparativos y cuantitativos sobre competencias del pensamiento científico, especialmente en habilidades como la resolución de problemas y el razonamiento basado en evidencia (OECD, 2020) no obstante, puede no reflejar matices culturales que afectan la Enseñanza de las Ciencias en diferentes países (Zhao, 2020). Además, investigaciones han señalado que estas pruebas suelen priorizar el aprendizaje basado en el contenido, por encima de habilidades complejas como la creatividad científica y la integración interdisciplinar (Zhai y Pellegrino, 2022).

Sin embargo, estudios recientes destacan sus limitaciones para captar la complejidad de estas competencias, dado que no considera completamente las variables contextuales, culturales y socioeconómicas (Darling-Hammond et al., 2020). Algunos/as autores/as señalan que estas evaluaciones pueden no captar plenamente la diversidad de habilidades científicas, especialmente aquellas relacionadas con el contexto cultural o la creatividad científica, lo que establece ciertas dudas sobre su capacidad para reflejar la totalidad de las competencias esperadas en el siglo XXI (Brookings, n.d.).

Por lo tanto, este tipo de evaluaciones son útiles, pero tal como menciona el/la estudiante no reflejan al 100% las competencias generadas, por lo cual deben complementarse con enfoques cualitativos y específicos, como evaluaciones basadas en proyectos, que capturen competencias como el trabajo colaborativo y el pensamiento crítico (Saavedra y Opfer, 2021). Estas estrategias pueden enriquecer la interpretación de los datos generados por pruebas estandarizadas, contribuyendo a una evaluación más integral del aprendizaje científico.

#### **4.2.2 Análisis del contenido de los enunciados aportados por la muestra**

Por otra parte, la Tabla 20 muestra los resultados del análisis del contenido conceptual de las respuestas aportadas por los/as estudiantes de la muestra cualitativa, según su nivel formativo y la dimensión correspondiente, considerando los tipos de racionalismos, Racionalismo Moderado (RM) o Racionalismo Positivista (RP).

**Tabla 20**

*Análisis del Contenido Conceptual y clasificación de las respuestas cualitativas por Dimensión y Nivel Formativo, según tipo de Racionalismo*

Dimensiones	Niveles Formativos									
	1° Nivel		2° Nivel		3° Nivel		4° Nivel		5° Nivel	
	RP	RM	RP	RM	RP	RM	RP	RM	RP	RM
<b>I Enseñanza de las Cs.</b>	1.No hay ningún tipo de filtro. 2.Conocimiento que se entrega.	-	1.Significados universales.	-	-	1.El proceso de aprendizaje permite generar una autoevaluación. 2.Considerar otros conocimientos previos.	-	1.Evaluar el proceso. 2.Una evaluación final no demuestra si desarrollamos las habilidades.	1.Poder abrirse a otras sensibilidades de lo que nos rodea.	1.Poder explicar el mundo no solo por formulas o lenguajes matemáticos.
<b>II Aprendizaje de las Cs.</b>	-	1.Aportes de muchos.	-	1.Moldeables a contexto.	-	3.Las Ciencias como tal, avanzan, cambian y evolucionan.	-	3.Guiar este conocimiento adquirido.	-	2.Visibilizar a la ciencia como un conocimiento que evoluciona.
<b>III Evaluación de los Aprendizajes Científicos</b>	-	2.Autocrítica. 3.Reconoce conceptos. 4.La falta de conocimiento.	-	2.Buscar ampliar los conocimientos.	1.Es a veces requerido esconder dicho objetivo por evitar la sugestión.	-	-	4.Números no reflejan el desarrollo de conductas o habilidades.	-	3.Es imperativo salir de los clásicos procesos de evaluación.
<b>IV Resolución de Problemas Científicos</b>	3.No debe afectar en el conocimiento.	-	2.Complejo. 3.Científico.	-	-	4.Deben considerar también factores psicosociales.	-	5.Transversalidad del contenido es primordial. 6.Se genera un escenario completo de aprendizaje.	-	4.La resolución de problemas es necesario complejizarlo.
<b>V Competencias del Pensamiento Científico</b>	4.La entrega de datos es relevante.	-	4.Más claro y detallado la info.	-	2.Lograr dar a entender lo que implica el aprendizaje del conocimiento a impartir.	-	1.Poco actualizado de las teorías explicadas.	-	-	5.Pruebas estandarizadas no reflejan 100% las competencias generadas.

*Nota.* Los conceptos asociados al Racionalismo Positivista (RP) están destacados en color verde, mientras que los conceptos correspondientes al Racionalismo Moderado (RM) se presentan con el color amarillo. Fuente: creación propia.

La tabla 20 muestra el análisis conceptual de las respuestas obtenidas de una muestra cualitativa, organizadas por dimensión y nivel según tipo de racionalismo.

Del análisis del contenido conceptual para las respuestas obtenidas de la muestra cualitativa, se evidenció lo siguiente:

### **1. Dimensión I. Enseñanza de las Ciencias**

En la dimensión Enseñanza de las Ciencias, las representaciones epistemológicas del estudiante muestran una tendencia hacia el racionalismo positivista (RP) en niveles formativos 1° Nivel y 2° Nivel.

- **1° Nivel**

En este nivel, la respuesta refleja una concepción epistemológica alineada con el RP, destacando conceptos como:

1. *No hay ningún tipo de filtro*
2. *Conocimiento que se entrega.*

- **2° Nivel**

Por otro lado, la tendencia hacia el RP en este nivel se presenta en el:

1. *Significados universales.*

En este sentido, la primera dimensión evidencia que, en los niveles iniciales de formación, los/as estudiantes suelen ofrecer explicaciones simplistas sobre la Enseñanza de las Ciencias en el ámbito universitario, lo cual refleja un Racionalismo Positivista.

En el caso del 1° Nivel, la respuesta ignora la importancia de contextualizar el proceso de enseñanza y aprendizaje, asumiendo que no existe ningún tipo de filtro ideológico, social o cultural que influya en la Enseñanza de las Ciencias del aula universitaria. Según Gilbert (2006) este enfoque afecta la motivación de los/as estudiantes, pues al contextualizar la Enseñanza de las Ciencias se contribuye a comprender cómo el conocimiento científico se aplica en el mundo real, fomentando la participación de los/as estudiantes en cuestiones más allá de los laboratorios y aulas, integrándose en las experiencias cotidianas para que los/as

estudiantes comprendan el impacto social, ambiental y ético de la ciencia, ya que, la ciencia impacta y es impactada por el contexto social en el que se ubica (Hodson, 2020).

De forma similar, el segundo concepto extraído de la respuesta del estudiante da cuenta de un enfoque de tradicionalista respecto a la Enseñanza de las Ciencias, conocido como el modelo transmisivo. Modelo centrado en la transmisión unidireccional de información desde el/la docente al estudiante, en la memorización del conocimiento entregado mediante la repetición y el refuerzo positivo (Skinner, 1953), donde los/as estudiantes deben recordar y reproducir hechos y conceptos científicos, sin enfocarse en su aplicación, comprensión profunda y análisis crítico (Ausubel, 1968). Paulo Freire (1970) fue uno de los/as autores/as que criticó ampliamente este enfoque denominándolo como “educación bancaria”, pues los/as estudiantes son tratados/as como recipientes vacíos que deben ser llenados con conocimientos, sin tener una participación activa y crítica del aprendizaje.

Del mismo modo, la respuesta correspondiente al 2° Nivel revela una concepción reduccionista de las ciencias, pues no existen significados universales en un sentido absoluto, ya que, de acuerdo con Driver et al. (1994) la ciencia opera como un lenguaje especializado que se encuentra culturalmente influenciado, por lo cual, a menudo no es neutral ni universal, pues depende de una gran diversidad cultural, lingüística, historia, epistemológica y de la experiencia previa de quienes aprenden y enseñan dichos conceptos científicos. Si bien existen conceptos, definiciones o abreviaciones globalmente aceptados por la comunidad científica, incluso su comprensión y enseñanza varía según nivel educativo, lenguaje o contexto cultural.

Para esta dimensión, en los niveles 3° Nivel y 4° Nivel se evidencia un mayor desarrollo en la explicación mostrando una tendencia hacia el posicionamiento epistemológico, que corresponde al Racionalismo Moderado (RM).

- **3° Nivel**

Los conceptos que reflejan esta transición hacia el RM son:

1. *El proceso de aprendizaje permite generar una autoevaluación.*

2. *Considerar otros conocimientos previos.*

- **4° Nivel**

En este nivel, la tendencia hacia el RM se consolida en conceptos como:

1. *Evaluar el proceso.*
2. *Una evaluación final no demuestra si desarrollamos las habilidades.*

En cuanto a los niveles 3° Nivel y 4° Nivel se evidencia que, existe una transición hacia una enseñanza y aprendizaje más constructivistas. Específicamente en el 3° Nivel, los conceptos extraídos de la respuesta del estudiante reconocen que el aprendizaje es un proceso, por lo cual implica una serie de pasos, interacciones y transformaciones orientadas a alcanzar un objetivo específico. Estas interacciones son bidireccionales, donde el/la estudiante es el/la protagonista, participando activamente en la construcción del aprendizaje, mientras que el/la docente cumple un rol facilitador en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, mediante la planificación e implementación de estrategias, creando ambientes que faciliten la construcción del conocimiento (Vygotsky, 1978).

Por lo tanto, el aprendizaje es un proceso activo y constructivo, donde los/as estudiantes integran, asimilan y acomodan nuevos conceptos e información a sus conocimientos previos (Piaget, 1970). Además, la respuesta contempla como uno de los resultados del aprendizaje la autoevaluación, donde los/as estudiantes deben ser conscientes de su propio proceso de aprendizaje, este proceso reflexivo y de metacognición permite a los/as estudiantes comprender sus errores y aprender de ellos (Schunk, 2012). Según Anderson et al. (2023), cuando los/as estudiantes participan de procesos de autoevaluación, desarrollan una mayor responsabilidad sobre su propio aprendizaje, lo que potencia su motivación y fortalece su capacidad para aprender de forma autónoma, Black y Wiliam (2020) destacan también que fomenta un aprendizaje más profundo, ya que los/as estudiantes se involucran activamente en la revisión y mejora de su propio aprendizaje.

Respecto al 4° Nivel formativo, los conceptos se centran en evaluar todo el proceso de enseñanza y aprendizaje, en lugar de limitarse únicamente a una evaluación final. Esta evaluación considera los diferentes tipos de aprendizaje, capacidades y experiencias de los/as

estudiantes, propiciando la reflexión del proceso de aprendizaje, lo que según De la Luz Berlanga Ramírez y Juárez-Hernández (2020) genera la oportunidad a un perfeccionamiento en el proceso de enseñanza y aprendizaje y en el desarrollo de habilidades, pues tanto los/as estudiantes como los/as profesores/as colaboran para desarrollar una comprensión compartida del estado actual de su aprendizaje y lo que necesitan hacer para avanzar en él (Sadler, 1989).

No obstante, en el 5° Nivel formativo de esta dimensión se identifica una dualidad de enfoques epistemológicos en las representaciones epistemológicas del estudiante.

- **5° Nivel**

Por un lado, el RP está presente en conceptos como:

1. *Poder abrirse a otras sensibilidades de lo que nos rodea.*

Mientras que, el RM se ve reflejado en:

1. *Poder explicar el mundo no solo por formulas o lenguajes matemáticos.*

Al respecto, es posible evidenciar que una parte de la respuesta posee conceptos que dan cuenta de una visión deformada de las ciencias, concibiéndolas como una actividad sencilla y próxima al sentido común, olvidando que la construcción científica inicia desde el cuestionamiento sistemático de lo obvio (Bachelard, 1938). Además, es posible decir que existe cierta concepción empiro-inductivista y ateorica de la ciencia (Fernández, 2002) pues, estas sensibilidades a las que se refiere el/la estudiante solo contempla aspectos como la observación, olvidando el esencial papel de las hipótesis como focalizadoras de la investigación y las teorías disponibles que, orientan al proceso de experimentación, dando cuenta principalmente de un Racionalismo Positivista.

En cambio, el Racionalismo Moderado se ve reflejado en otros conceptos de la respuesta, acerca de las limitaciones que posee el lenguaje matemático para explicar el mundo, pues la realidad abarca aspectos cualitativos, subjetivos y contextuales que las matemáticas, en su naturaleza abstracta y cuantitativa, no pueden capturar por completo. Además, Gadamer (2013) argumenta que la comprensión humana se obtiene mediante el

lenguaje, la historia y el contexto cultural, dimensiones que nuevamente no pueden ser reducidas al lenguaje matemático. Al respecto, Johnson (1998), en su estudio sobre sistemas complejos, señala que sistemas dinámicos, es decir, no lineales (como el mundo) escapan de una predicción exacta, siendo límites que las matemáticas no pueden determinar. Por lo cual es recomendable el uso de enfoques multidimensionales e interdisciplinarios sistémicos que reconozcan la interconexión entre diferentes dimensiones de la realidad (Morin y Pakman, 2003), para comprender el mundo, utilizando explicaciones cuantitativas y cualitativas para comprender fenómenos sociales (Weber, 1922).

## **2. Dimensión II. Aprendizaje de las Ciencias**

En la dimensión Aprendizaje de las Ciencias, las representaciones epistemológicas de los/as estudiantes evidencian una clara tendencia hacia el RM en todos los niveles formativos analizados.

- **1° Nivel**

La respuesta de este nivel refleja una concepción epistemológica alineada con el RM en conceptos como:

1. *Aportes de muchos.*

- **2° Nivel**

Por otro lado, la tendencia hacia el RM en este nivel se presenta en:

1. *Moldeables a contexto*

- **3° Nivel**

En este nivel, la tendencia hacia el RM se ve representada por conceptos como:

1. *Las Ciencias como tal, avanzan, cambian y evolucionan.*

- **4° Nivel**

La respuesta refleja la tendencia hacia el RM en:

1. *Guiar este conocimiento adquirido.*

## 5° Nivel

Por último, en este nivel se evidencia la tendencia hacia el RM en los conceptos:

### 1. *Visibilizar* a la ciencia como un conocimiento que evoluciona.

En este contexto, se puede afirmar que, en el aprendizaje de las ciencias, los/as estudiantes de prácticamente todos los niveles formativos analizados reflejan en sus representaciones epistemológicas una alineación con el Racionalismo Moderado. Esto permite identificar aspectos como el carácter acumulativo de la ciencia, tal como se evidencia en los conceptos extraídos de la respuesta del estudiante de 1° Nivel.

De acuerdo con Kuhn (1962) el progreso científico no es lineal, sino que se desarrolla a través de períodos de acumulación normal y revoluciones científicas. Los periodos normales comprenden el trabajo científico sobre ideas, descubrimientos y teorías previas, que en esencia representan contribuciones de diversos/as científicos/as para resolver problemas dentro de un paradigma, cuando un paradigma ya no es capaz de explicar fenómenos nuevos, se produce una “revolución científica” en la cual se sustituye por otro marco teórico más adecuado, sin embargo, incluso en estas transiciones, los avances se basan en conocimientos aportados previamente. De igual forma, Merton (1973) explica que las ciencias se desarrollan en comunidades basadas en la cooperación, el intercambio de ideas y la crítica mutua, aspectos que a su vez actúan como garantizadores de la validez del conocimiento científico, pues la ciencia también avanza a través de formulación y refutación de hipótesis (Popper, 2005), lo cual requiere de la participación de muchos/as investigadores que verifiquen y revisen las teorías.

Un ejemplo de lo anterior en la Biología es la teoría celular, la cual se construyó a partir de múltiples descubrimientos, Hooke (1665) identificó las celdillas microscópicas, acuñando el término células, posteriormente van Leeuwenhoek (1674) mejoró los instrumentos para evitar la aberración cromática y poder visualizar microorganismos vivos a los que denominaría “animálculos” (Dobell, 1932), para que luego Schwann y Schleiden (1838-1839) describieron la célula como unidad básica de los organismos vivos, y más tarde, Virchow (1855) postuló que todas las células provienen de células preexistentes.

De manera similar, estos modelos teóricos, como se señala en el 2° Nivel, deben adaptarse al contexto en el aprendizaje de las ciencias, ya que las condiciones educativas y culturales influyen directamente en la forma en que los/as estudiantes adquieren y comprenden conceptos científicos. Según Karakas (2007), este enfoque es coherente con la teoría del aprendizaje constructivista, en la medida que busca construir significados dentro del contexto real. En esta línea, Lawson (1999) añade que el razonamiento científico se desarrolla inicialmente en un contexto observable y posteriormente en uno no observable. Este proceso permite a los/as estudiantes comprender mejor la naturaleza de la ciencia y aplicar el razonamiento científico dentro y fuera del aula de ciencias (p. 401) siendo capaces de diferenciar entre el mundo real y la forma en la que es presentado el mundo en teorías y modelos (Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2021).

En relación con los conceptos extraídos del 3° Nivel y 5° Nivel, se destaca el carácter evolutivo de los modelos teóricos en el aprendizaje de las ciencias, dado que están influenciados tanto por los nuevos descubrimientos en la investigación científica como por los cambios en la sociedad. Halloun (2020) enfatiza que esta naturaleza evolutiva es inherente a los modelos científicos y al proceso de aprendizaje, ya que, a medida que los/as estudiantes interactúan con una información, sus modelos de comprensión se ajustan para incorporar nuevos datos, corregir ideas erróneas y refinar sus marcos conceptuales. Asimismo, Taber (2017) señala que los modelos suelen incluir simplificaciones cuidadosamente seleccionadas, diseñadas para facilitar el análisis y la enseñanza, aunque estas simplificaciones también pueden diferir en ciertos aspectos del sistema real que representan. Esto permite llevar a cabo investigaciones o experimentos que serían complejos o imposibles de realizar en contextos reales, lo que refuerza el valor didáctico y metodológico de los modelos teóricos en la educación científica.

Por último, el 4° Nivel aporta conceptos que consolidan el enfoque constructivista en el aprendizaje de las ciencias, destacando el papel fundamental, aunque secundario, del profesorado universitario en la Formación Inicial Docente. Este enfoque implica que el profesorado actúe como guía en la adquisición de conocimientos, creando experiencias de aprendizaje que promuevan la construcción activa del saber, el desarrollo del pensamiento crítico, la alfabetización científica y la aplicación de conceptos científicos a contextos reales.

Lo que según Owens (2015), esto se logra a través de estrategias de enseñanza que estimulan en los/as estudiantes la exploración, formulación de preguntas y la reflexión crítica. Además, Osborne (2015) señala que dichas estrategias permiten a los/as estudiantes tomar decisiones informadas sobre temas científicos y tecnológicos, fortaleciendo su capacidad para enfrentar desafíos del mundo real con una comprensión sólida y práctica de la ciencia.

### **3. Dimensión III. Evaluación de los Aprendizajes Científicos**

En la dimensión Evaluación de los Aprendizajes Científicos se observa una tendencia general hacia el RM en prácticamente todos los niveles formativos analizados. Sin embargo, en el 3° Nivel se destaca como una excepción, pues se evidencia una tendencia hacia el RP en las representaciones epistemológicas del estudiante.

- **1° Nivel**

En este nivel, la respuesta refleja una concepción epistemológica alineada con el RM destacándose conceptos como:

1. *Autocrítica.*
2. *Reconoce conceptos.*
3. *La falta de conocimiento.*

- **2° Nivel**

De manera similar, en este nivel la tendencia hacia el RM en este nivel se manifiesta a través de conceptos:

1. *Buscar ampliar los conocimientos.*

Es así como en la dimensión Evaluación de los Aprendizajes Científicos, el 1° Nivel destaca el rol de autoevaluación, concibiéndola como una herramienta fundamental en la Formación Inicial Docentes, ya que promueve la autocrítica al permitirá los/as futuros/as docentes reflexionar sobre sus propios aprendizajes, habilidades y áreas de mejora.

Para Brookfield (2017) la autocrítica es un pilar fundamental en la construcción de la identidad docente, ya que permite reflexionar sobre las propias prácticas y valores

educativos. Este proceso ayuda a identificar metas personales, monitorear el progreso y ajustar estrategias para alcanzar un aprendizaje más efectivo (Nicol y Macfarlane-Dick, 2006). Por otro lado, la autoevaluación desempeña un papel clave en el fomento del aprendizaje autónomo, además, autores como Wiliam y Leahy (2015) señalan la autoevaluación como uno de los cinco pilares fundamentales para producir una evaluación formativa y efectiva. Esta práctica permite al estudiantado establecer objetivos específicos y diseñar estrategias para mejorar, al mismo tiempo que identifica oportunidades de crecimiento en el aprendizaje de las ciencias. Como resultado, los/as estudiantes asumen la responsabilidad de su propio aprendizaje y desarrollo profesional, fortaleciendo su capacidad para enfrentar desafíos académicos y laborales de forma autónoma y efectiva (Segers et al., 2006).

En el caso del 2° Nivel, los conceptos reflejan un enfoque evaluativo constructivista, donde la evaluación trasciende la mera medición cuantitativa del aprendizaje. Este enfoque plantea que la evaluación no solo debe medir los conocimientos adquiridos, sino también ampliarlos, promoviendo un aprendizaje más profundo y significativo. Andrade y Du (2007) coinciden al señalar que la autoevaluación desempeña un papel crucial en este proceso, ya que fomenta una evaluación integral que no se limita a los resultados académicos, sino que también incluye el desarrollo profesional, ético y personal del estudiantado en Formación Inicial Docente. Además, enfoque fomenta a los/as estudiantes a reflexionar críticamente sobre su aprendizaje, identificar áreas de mejora y asumir un papel activo en su formación, fortaleciendo así su compromiso con un aprendizaje autónomo y transformador para abordar las necesidades de sus estudiantes y los cambios en las políticas educativas, pues en este modelo la finalidad no es calificar al estudiante, sino disponer de información que permita saber cómo ayudar al estudiantado a mejorar y aprender más, a la vez que los/as profesores/as realicen su trabajo cada vez mejor (Barrientos et al., 2018).

- **3° Nivel**

A diferencia de los niveles anteriores, en este nivel, se evidencia una inclinación hacia el RP respecto a la dimensión Evaluación de los Aprendizajes Científicos, representada por conceptos como:

1. *Es a veces requerido esconder dicho objetivo por evitar la sugestión*

En el caso del 3° Nivel, este enfoque implica un cambio considerable desde el punto de vista epistemológico, ya que los conceptos extraídos evidencian prácticas evaluativas que carecen de ética y equitatividad. Según Stiggins (2005), cuando los/as estudiantes no tienen claridad sobre qué será evaluado, las oportunidades para demostrar sus aprendizajes se distribuyen de manera desigual, lo que puede generar limitaciones o desventajas para algunos/as estudiantes, ya que, incluso en evaluaciones de corte tradicional, como las destinadas a medir el aprendizaje, deben estar alineadas con los objetivos previstos, asegurándose de evaluar lo que realmente se pretende medir (SERVE, 2006).

Además, las Bases Curriculares del Ministerio de Educación subrayan que la evaluación debe ser coherente con los objetivos de aprendizaje establecido en el currículum y se enfatiza que los/as estudiantes deben conocer estos objetivos para orientar su aprendizaje (MINEDUC, 2019). Lo anterior, se ve respaldado además por la Ley N° 20.730 la cual promueve un enfoque centrado en el aprendizaje integral y equitativo de los/as estudiante, lo cual incluye la transparencia en los procesos de enseñanza y evaluación, asegurando que los criterios sean explícitos y accesibles. Por lo cual prescindir de estos objetivos puede generar confusión y reducir el impacto formativo de la evaluación.

Es probable que los/as estudiantes correspondientes al nivel formativo mantengan estas representaciones debido a que aún no han cursado la asignatura “Evaluación Educacional” el cual generalmente se imparte en el séptimo semestre de la malla curricular. Esto sugiere que su comprensión sobre prácticas evaluativas y enfoques educativos aún está en desarrollo, dado que no han tenido la oportunidad de profundizar en los contenidos y metodologías específicos que este curso ofrece. Como resultado, sus perspectivas podrían estar influenciadas por in conocimiento limitado o por experiencias previas que no contemplan una visión integral de las evaluaciones de los aprendizajes científicos.

- **4° Nivel**

En este nivel, se retoma la tendencia hacia el RM en la dimensión Evaluación de los Aprendizajes Científicos, reflejada en:

1. *Números no reflejan el desarrollo de conductas o habilidades.*

## 5° Nivel

Por último, en el 5° Nivel se consolida la tendencia hacia el RM para esta dimensión, evidenciada en conceptos como:

### *1. Es imperativo salir de los clásicos procesos de evaluación.*

Por otro lado, en los niveles 4° Nivel y 5° Nivel se observa una restauración de los alineamientos hacia el Racionalismo Moderado. En el caso del 4° Nivel, los conceptos extraídos evidencian una crítica hacia las evaluaciones sumativas, ya que estas son percibidas como insuficientes para reflejar de manera integral el desarrollo de conductas, habilidades y competencias en el proceso de aprendizaje. Pues la evaluación sumativa realiza un balance general de los conocimientos adquiridos o competencias desarrolladas después de un proceso de enseñanza (Contreras et al., 2022) que puede ser el final de una unidad, curso, programa, año académico o semestre (Bennett, 2015; Miller et al, 2013; UNESCO, 2021). Dado que, para evaluar el desarrollo de actitudes, habilidades y competencias, tal como señala el 5° Nivel, es imperativo salir de los clásicos procesos de evaluación, incorporando estrategias de evaluación sumativas y formativas, tales como exámenes parciales o finales de curso, exámenes de certificación de profesionistas, exámenes de fin de carrera, exámenes de grado de maestría o doctorado, exámenes de admisión o de colocación actividades prácticas, proyectos de investigación y autoevaluación para capturar la diversidad de habilidades científicas (Ruiz-Primo y Furtak, 2024) diseñando instrumentos que evalúen no solo el conocimiento conceptual, sino también habilidades procedimental y la disposición actitudinal.

Lo anterior sugiere que, en los/as niveles analizados, predomina un enfoque constructivista hacia la evaluación de los aprendizajes, evidenciando una inclinación hacia el racionalismo moderado y prácticas que promueven una evaluación crítica y reflexiva en prácticamente todos los niveles formativos, exceptuando el 3° Nivel. Este enfoque conlleva a mejoras tangibles en el desempeño académico y profesional (Black y Wiliam, 2009). Asimismo, resalta la necesidad de abordar las ideas reduccionistas presentes en el 3° Nivel respecto a la práctica evaluativa, especialmente al cursas la asignatura “Evaluación

Educacional”, donde los/as estudiantes tienen la oportunidad de revisar y enriquecer su comprensión sobre la evaluación.

#### **4. Dimensión IV. Resolución de Problemas Científicos**

En la dimensión Resolución de Problemas Científicos, las representaciones epistemológicas de los/as estudiantes muestran una evolución notable hacia el RM a lo largo de los niveles formativos.

En los niveles iniciales de la formación (1° Nivel y 2° Nivel), predomina una tendencia hacia el RP, reflejando una concepción más rígida y estructurada frente a la resolución de problemas. Sin embargo, a partir del 3° Nivel, se evidencia un cambio en las representaciones epistemológicas hacia el RM, tendencia que se mantiene constante hasta el 5° Nivel.

- **1° Nivel**

En este nivel, las representaciones epistemológicas del estudiante están alineadas con el RP, destacándose el concepto:

1. *No debe afectar en el conocimiento.*

- **2° Nivel**

De manera similar, en este nivel persiste la tendencia hacia el RP, manifestándose a través de los conceptos:

1. *Complejo.*

2. *Científico.*

En este sentido, el 1° Nivel y 2° Nivel, aportan conceptos similares respecto al mundo cotidiano y la dimensión Resolución de Problemas Científicos. En el caso del 1° Nivel los conceptos extraídos revelan que éste no debe afectar en el conocimiento científico, al respecto es posible decir que se evidencia una tendencia hacia el Racionalismo Positivista, pues según Carnap (1937) en la tradición del empirismo lógico, el lenguaje cotidiano puede introducir confusión a la construcción del conocimiento, pues es impreciso y está cargado de

subjetividad. Además, Tversky y Kahneman (1974), agregan que el lenguaje cotidiano y las creencias que se tiene sobre el mundo común pueden llevar a errores en el razonamiento, ya que pueden desarrollar sesgos y distorsionar la observación científica, obviando por lo tanto la influencia del contexto sobre la construcción del conocimiento científico.

En el 2° Nivel, los conceptos analizados revelan una visión distorsionada y descontextualizada de las ciencias, en la que se percibe la actividad científica como socialmente neutra. Este enfoque ignora la complejidad inherente a las dinámicas sociales y ambientales, lo que resulta en una interpretación simplista de la ciencia, reduciéndola solo a un factor absoluto de progreso (Fernández, 2002).

Esta perspectiva limita la comprensión crítica de la ciencia, al considerar únicamente como un fenómeno aislado de los contextos culturales, históricos y éticos, que, al igual que la ciencia, están dotados de complejidad. El conocimiento científico y el conocimiento cotidiano no son esferas separada, sino que se encuentran en un continuo, ya que la vida diaria está llena de interacciones y eventos impredecibles que requieren una interpretación tan como compleja como la de los fenómenos naturales. Tal como lo señala Whitehead (1925), la complejidad es inherente tanto a la ciencia como a la vida cotidiana. En este sentido, como argumenta Waldrop (1992), la complejidad no es exclusiva del ámbito científico, sino que se manifiesta también fuera de él, en las experiencias y proceso del día a día.

- **3° Nivel**

A diferencias de los niveles anteriores, en este nivel se observa una transición hacia el RM respecto a la dimensión Resolución de Problemas Científicos, reflejada en el concepto:

1. *Deben considerar también factores psicosociales.*

- **4° Nivel**

En este nivel, la inclinación hacia el RM se consolida, destacándose los siguientes conceptos en cuanto a la dimensión Resolución de Problemas Científicos:

1. *Transversalidad del contenido es primordial.*

2. *Se genera un escenario completo de aprendizaje.*

### **5° Nivel**

Por último, en el 5° Nivel se reafirma la tendencia hacia el RM en esta dimensión, representada en el concepto:

1. *La resolución de problemas es necesario complejizarlo.*

A partir del 3° Nivel, los conceptos analizados comienzan a evidenciar una inclinación hacia el Racionalismo Moderado. En este nivel, la resolución de problemas científicos ya no se limita únicamente a aspectos científicos, sino que incorpora la consideración de factores psicosociales. Esto implica reconocer que el proceso de construcción del conocimiento científico está influenciado por elementos como las interacciones humanas, los contextos culturales y las dinámicas sociales, aspectos que cumplen un papel fundamental en cómo se abordan y solucionan los problemas.

Asimismo, Vygotsky (1978), en su teoría sociocultural, destaca que el aprendizaje humano está profundamente influenciado por las interacciones sociales y culturales. De manera complementaria, Lave y Wenger (1991), al proponer el concepto de “aprendizaje situado”, coinciden en que el aprendizaje se produce en un contexto social y está determinado por la influencia de la comunidad a la que pertenece la persona. Por otro lado, Olson (1965) destaca cómo los interés individuales y grupales interactúan en la toma de decisiones colectivas, reflejando la relevancia de los factores psicosociales en la resolución de problemas sociales y políticos.

En el 4° Nivel, se evidencian conceptos que enfatizan la transversalidad del contenido en la resolución de problemas científicos, ya que esta práctica genera un escenario completo de aprendizaje. Este enfoque no solo fomenta el desarrollo de habilidades transversales, sino también el pensamiento crítico y la capacidad de aplicar el conocimiento en diversos contextos. Cuando los/as estudiantes trabajan con problemas científicos en asignaturas como matemáticas, ciencias naturales o historia, aprenden a vincular conceptos y a utilizar herramientas de diferentes campos disciplinares para resolver problemas complejos. Por ejemplo, Basu et al. (2017) señalan que integrar la resolución de problemas en ciencias y

matemáticas no solo mejora la comprensión conceptual, sino que también fortalece la capacidad de análisis. Además, Larson y Miller (2011) argumentan que la habilidad para integrar diferentes áreas del conocimiento resulta esencial en la formación de un profesional o ciudadano/a capaces de enfrentar los desafíos del siglo XXI, los cuales son inherentemente interdisciplinarios y demandan soluciones innovadoras en un mundo cada vez más complejo y cambiante. Este enfoque interdisciplinario permite a los/as estudiantes desarrollar una visión más amplia y adaptable para responder a los retos contemporáneos.

En el 5° Nivel, los conceptos se orientan a complejizar la resolución de problemas científico, lo cual tiene un impacto altamente positivo en el aprendizaje. Esta complejización implica trascender los problemas simples y estructurados para abordar situaciones más amplias, auténticas e interdisciplinarias, conectadas con la realidad. Según Jonassen (1997), es fundamental que estos problemas no solo se limitan a temáticas estrictamente disciplinarias, sino que incluyan escenarios del mundo real, donde las respuestas no siempre son claras o únicas. Este enfoque fomenta un aprendizaje profundo, ya que anima a los/as estudiantes a reflexionar críticamente sobre los problemas, identificar áreas de mejora en su conocimiento y explorar nuevas perspectivas (Hmelo-Silver, 2004). Asimismo, Johnson y Johnson y Johnson (2009) destacan que el trabajo colaborativo es esencial para abordar problemas complejos, ya que este tipo de interacción no solo facilita la generación de diversas ideas, sino que también desarrolla habilidades clave como la comunicación efectiva, la capacidad de alcanzar consensos y el pensamiento crítico en equipo.

Este enfoque representa un avance hacia una comprensión más integral y contextualizada de la ciencia, alineándose con la idea de que el conocimiento científico no es estático ni aislado, sino que forma parte de un complejo entramado que involucra tanto el pensamiento lógico como las realidades humanas y sociales.

## **5. Dimensión V. Competencias del Pensamiento Científicos**

En la dimensión Competencias del Pensamiento Científico, se observa la mayor tendencia hacia el RP entre todas las dimensiones analizadas, que predomina en prácticamente todos los niveles formativos exceptuando el 5° Nivel.

Desde los niveles formativos iniciales hasta el 4° Nivel, las representaciones epistemológicas de los/as estudiantes reflejan una clara alineación con el RP. Sin embargo, este patrón cambia en el 5° Nivel, donde se evidencia una preferencia por el RM.

- **1° Nivel**

En este nivel, la respuesta refleja una concepción epistemológica alineada con el RP respecto a la dimensión Competencias del Pensamiento Científico, destacándose el concepto:

1. *La entrega de datos es relevante.*

- **2° Nivel**

De manera similar, en este nivel persiste la tendencia hacia el RP, manifestándose en la idea de:

1. *Más claro y detallado la info.*

- **3° Nivel**

Este nivel mantiene una inclinación hacia el RP en la dimensión, interpretada desde el concepto:

1. *Lograr dar a entender lo que implica el aprendizaje del conocimiento a impartir.*

- **4° Nivel**

En este nivel, continúa la tendencia hacia el RP respecto a la dimensión Competencias del Pensamiento Científico, evidenciada en el concepto:

1. *Poco actualizado de las teorías explicadas.*

En el caso de 1° Nivel, los conceptos enfatizan la importancia de trabajar con datos como una herramienta clave para desarrollar competencias del pensamiento científico. Según Osborne (2014), el análisis de datos numéricos permite a los/as estudiantes identificar patrones y relaciones que les ayudan a comprender fenómenos científicos, fortaleciendo sus habilidades analíticas y matemáticas. No obstante, los datos cuantitativos por sí solos no son

suficientes para lograr un desarrollo integral de estas competencias. Es necesario complementar esta práctica con la integración de datos cualitativos, el razonamiento crítico, la interpretación contextual y la reflexión sobre los procesos científicos. Kuhn (2019) señala que estas habilidades se desarrollan de manera más efectiva cuando las actividades combinan el análisis de datos con discusiones reflexivas, observaciones y cuestionamientos profundos. Estos enfoques no solo promueven una mejor comprensión de los datos, sino que también refuerzan habilidades como la comunicación de ideas, la colaboración y el pensamiento crítico.

Asimismo, es importante reconocer que la ciencia no se limita al análisis de datos. Según Lederman y Lederman (2019), el pensamiento científico también incluye elementos esenciales como el diseño de experimentos y la formulación de preguntas originales, aspectos demandan creatividad. Sin embargo, esta creatividad no siempre se desarrolla exclusivamente a través del trabajo con la entrega de datos, fórmulas y teorías.

Del mismo modo, el 2° Nivel presenta conceptos asociados al modelo de transmisión y recepción en el aprendizaje de las ciencias, un enfoque tradicionalista que se basa en la transmisión lineal de conocimientos. En este modelo, el/la maestro/a presenta contenidos estructurados, mientras los/as estudiantes se limitan a memorizarlos y reproducirlos posteriormente. Este enfoque tiene sus raíces en paradigmas conductivistas del aprendizaje e ideas mecanicistas del desarrollo del conocimiento, lo que dificulta el desarrollo de habilidades necesarias para enfrentar problemas complejos o construir una comprensión profunda de los fenómenos científicos.

Al centrarse únicamente en la transmisión de hechos, los/as estudiantes se convierten en receptores pasivos de información, sin participar activamente en procesos de descubrimiento o exploración científica. Esto impide que comprendan la naturaleza dinámica y evolutiva de la ciencia, limitando, por ejemplo, competencias clave como la indagación científica (Bybee, 2009). Además, el aprendizaje descontextualizado característico de este enfoque dificulta la transferencia de conocimientos a situaciones prácticas o interdisciplinarias, restringiendo habilidades esenciales para la resolución de problemas complejos y la aplicación del conocimiento en contextos reales (Harlen, 2015).

Asimismo, este modelo reduce el desarrollo de competencias comunicativas relacionadas con la ciencia, haciendo que los/as estudiantes no adquieran habilidades para discutir, argumentar o participar, por ejemplo, en debates científicos, lo cual es crucial para abordar temas sociocientíficos (Osborne, 2010). Tampoco fomenta la reflexión sobre el uso responsable del conocimiento científico ni sobre los dilemas éticos asociados a su aplicación, aspectos fundamentales en la formación de ciudadanos/as críticos y responsables (Zeidler et al., 2005).

De manera similar, el 3° Nivel incluye conceptos que no están directamente vinculados con el desarrollo de Competencias Científicas, presentando de igual forma una inclinación hacia el Racionalismo Positivista. Dado que, los conceptos se centran en la idea de que la Enseñanza de las Ciencias se enfoca principalmente en garantizar la comprensión de los contenidos que se deben transmitir, sin abordar de forma explícita las habilidades y competencias necesarias para un aprendizaje científico más integral. Cuando la enseñanza se limita a transmitir contenidos, los/as estudiantes tienden a adquirir un conocimiento superficial. De acuerdo con Bybee (2010), este enfoque limita el desarrollo de estas competencias, dificultando que los/as estudiantes se conviertan en participantes activos/as y críticos en una sociedad cada vez más tecnológica y dependiente del conocimiento científico.

Además, este modelo de enseñanza puede percibirse monótono, ya que suele estar desvinculado de los intereses y experiencias de los/as estudiantes, lo que genera una disminución de la motivación y participación, aspectos fundamentales para un aprendizaje significativo en ciencia (Harlen, 2010). Este tipo de aprendizaje requiere involucrar activamente a los/as estudiantes en procesos como la indagación, el descubrimiento y la resolución de problemas, lo que rara vez se logra en un enfoque centrado exclusivamente en la exposición de contenidos. En su lugar, Zohar y Dori (2003) argumentan que el pensamiento crítico en ciencias surge de la resolución de problemas abiertos y la construcción de argumentos sólidos, permitiendo a los/as estudiantes explorar diferentes perspectivas u justificar sus razonamientos de manera estructurada.

Respecto a los conceptos extraídos de la respuesta del 4° Nivel, también se puede evidenciar una inclinación hacia el Racionalismo Positivista. Esto se debe a que estos conceptos dan cuenta de una enseñanza simplificada, lo cual, según Duit et al. (2012), puede

constituir un obstáculo para la transición hacia un entendimiento más profundo y actualizado de las ciencias. Además, Hodson (2014) señala que puede existir cierta lentitud en la actualización curricular, ya que los currículum a menudo reflejan la “ciencia establecida” en lugar de la “ciencia en construcción”. Esta situación puede explicar la persistencia de enfoques positivistas en este nivel, dificultando que los/as estudiantes comprendan la naturaleza dinámica de las teorías.

Aunque las teorías científicas utilizadas en la Enseñanza de las Ciencias pueden estar desactualizadas o simplificadas, esto no necesariamente implica un problema fundamental, sino un desafío estructural y pedagógico. La clave para superar este obstáculo reside en integrar la Naturaleza de la Ciencias y la historia de los avances científicos en el currículum educativo. Según Lederman (2013), esta integración ayuda a los/as estudiantes a entender la ciencia como un proceso dinámico, en lugar de un conjunto de hechos estáticos. Al comprender cómo se desarrollan y evolucionan las teorías científicas, los/as estudiantes pueden apreciar mejor la naturaleza investigativa y crítica del pensamiento científico, fomentando así un aprendizaje más profundo y significativo. Preparando a los/as estudiantes para enfrentar y comprender los desafíos científicos contemporáneos de manera efectiva y adaptable que, promueva y desarrolle competencias del pensamiento científico.

- **5° Nivel**

Por último, solo en el 5° Nivel se evidencia una preferencia por el RM en la dimensión Competencias del Pensamiento Científico, evidenciada en el concepto:

1. *Pruebas estandarizadas no reflejan 100% de las competencias generadas.*

En el 5° Nivel formativo, los conceptos evidencian un cambio de enfoque epistemológico hacia el Racionalismo Moderado, al reconocer que las pruebas estandarizadas no logran reflejar completamente las competencias generadas en los/as estudiantes. Estas herramientas de evaluación presentan limitaciones para capturar de manera integral las habilidades, conocimientos y actitudes que constituyen una competencia. Según Black y Wiliam (2009), los exámenes estandarizados tienen evaluar aprendizajes superficiales, promoviendo que los/as estudiantes se enfoquen en “aprender para el examen”

en lugar de desarrollar competencias del pensamiento científico. Este tipo de evaluación tienden a ignorar metodologías como el aprendizaje basado en proyecto o la resolución de problemas del mundo real, lo que limita su capacidad para evaluar competencias complejas (Torrance, 2007).

En este contexto, Darling-Hammond et al. (2019) argumentan que las evaluaciones formativas y aquellas basadas en desempeño son más adecuadas para medir competencias. Estas evaluaciones se centran en tareas auténticas que reflejan de manera más precisa el aprendizaje y desarrollo de competencias en los/as estudiantes. Por ello, es fundamental complementar las pruebas estandarizadas con enfoques cualitativos y específicos, como las rúbricas analíticas, que define tareas, actividades o comportamientos concretos, junto a los niveles de desempeño asociados. Este enfoque asigna puntuaciones diferenciadas a aspectos específicos del desempeño, lo que permite identificar tanto aciertos como áreas de mejora. Según Sosa et al. (2022), estas herramientas ofrecen información detallada que facilita una retroalimentación precisa para los elementos necesarios para cumplir con éxito las actividades asignadas y verificar su progreso. Además, Jonsson y Svingby (2007) destacan que las rúbricas mejoran la consistencia en la evaluación y promueven una retroalimentación específica para fortalecer competencias.

Por lo tanto, para evaluar competencias asociadas al pensamiento científico, se recomienda un enfoque integrado, como evaluaciones basadas en desempeño, portafolios y rúbricas analíticas. Estas herramientas proporcionan una visión más completa del desarrollo de competencias, capturando tanto la profundidad como la amplitud del aprendizaje científico en contextos reales.

## SÍNTESIS

A partir de la evidencia obtenida de los análisis específicos, se puede afirmar que el Racionalismo Positivista (RP) predomina en 1° Nivel y 2° Nivel, con representación en casi todas las dimensiones de la Enseñanza de las Ciencias analizadas. Esta tendencia responde a una tradición educativa que prioriza la memorización y la aplicación de métodos experimentales simplificados, limitando el desarrollo de competencias críticas en torno a la naturaleza de las ciencias y sus aspectos sociocientíficos (Vildósola, 2009). Como resultado, los/as estudiantes perciben la ciencia como un proceso lineal y objetivo, lo que a su vez lleva a los/as futuros/as docentes a reproducir una visión reduccionista de la Enseñanza de las Ciencias, en lugar de cuestionar e interpretarla críticamente (Khishfe y Lederman, 2006).

Por otra parte, respecto a la primera dimensión, **Enseñanza de las Ciencias**, la evidencia mostró que el Racionalismo Positivista (RP) está presente en el 1° y 2° Nivel formativo, revelando que los conceptos de las explicaciones aportadas en la etapa cualitativa se alinean con una Enseñanza de las Ciencias tradicionalista en los niveles formativos iniciales. A su vez, este posicionamiento se encontró en 5° Nivel, aunque compartido con el Racionalismo Moderado (RM), de acuerdo Matthews (2014), su integración en la formación docente no solo mejora la enseñanza de contenidos, sino que también fomenta el desarrollo de habilidades críticas en los/as futuros/as profesores/as promoviendo una enseñanza y una comprensión más enriquecedora de las ciencias.

Respecto a la dimensión **Aprendizaje de las Ciencias**, del análisis del contenido conceptual de las explicaciones de los/as estudiantes no se observó presencia de conceptos propios del Racionalismo Positivista. De este modo, esta dimensión ha mostrado la tendencia más favorable dado que, del análisis de los conceptos solo se evidenció el Racionalismo Moderado (RM), aunque, con una construcción de ideas menos desarrolladas en el 1° y 2° Nivel. A su vez, los siguientes niveles tienen un mayor desarrollo, pero sin mayores diferencias entre estos. De acuerdo con esta evidencia se entiende que los/as futuros/as profesores/as priorizan el razonamiento lógico y la mediación docente para adaptar estrategias inclusivas y fomentar aprendizajes significativos en diversos contextos, lo que es consistente con los aportes de Ausubel (2002). De este modo, esta tendencia reflejaría un conocimiento adecuado para fomentar un conocimiento sólido, situado y fundamentado en

las exigencias del siglo XXI, preparando a los/as estudiantes para enfrentar los desafíos intelectuales y sociales de un mundo laboral y académico en constante cambio (Dede, 2010).

Por otro lado, el RP se vio menos reflejado en la tercera dimensión, **Evaluación de los Aprendizajes Científicos**, ya que, en los conceptos analizados hubo predominancia de ideas constructivistas acerca de la evaluación de los aprendizajes de las Ciencias. Esto se observó en la mayoría de los niveles formativos, con excepción del 3° Nivel que presentó conceptos concordantes con el Racionalismo Positivista. Este escenario evidencia avances hacia una evaluación formativa que acompaña y valora el progreso en la construcción del conocimiento más allá de la calificación, lo que se ve debilitado únicamente en el 3° Nivel. Esta situación resulta favorable tanto en el sentido que, los/as estudiantes en formación inicial de Biología comprenden que, la evaluación no solo debe servir para calificar, sino también como una herramienta formativa que permita identificar y acompañar el progreso en la construcción del conocimiento científico (Molina et al., 2024), así como también es importante en la construcción de conocimiento profesional y una habilidad fundamental para su futura práctica docente.

Por otro lado, en la dimensión **Resolución de Problemas Científicos** se evidenció que, en el 1° y 2° Nivel las respuestas de los/as estudiantes mostraron conceptos relacionados con el Racionalismo Positivista (RP), y desde el 3° nivel hasta el 5° Nivel esta tendencia se revierte, ya que se evidenció que los conceptos utilizados en la construcción de explicaciones se relacionan principalmente con el Racionalismo Moderado (RM). En este sentido el Racionalismo Positivista que predomina en los dos primeros niveles da cuenta de la necesidad de reforzar estrategias de enseñanza constructivistas en estos niveles formativos. De este modo, la evidencia concuerda con lo propuesto por Quintanilla-Gatica et al. (2022) quienes consideran fundamental que los/as estudiantes, a lo largo de toda su formación, tengan la oportunidad de enfrentarse a problemas científicos auténticos, contando con el apoyo y orientación del profesorado universitario. Esto permitiría explorar y poner en práctica diversas estrategias de solución de problemas, fortaleciendo habilidades y Competencias Científicas a lo largo del trayecto formativo.

Siguiendo la línea anterior, en la quinta dimensión, **Competencias del Pensamiento Científico**, se observó una mayor incidencia de RP desde los niveles 1° a 4°, destacándose

una tendencia epistemológica desfavorable, ya que los conceptos presentes en las explicaciones aportadas en la etapa cualitativa se corresponden con una tendencia epistemológica tradicional. En contraste, solo el último nivel de la trayectoria formativa mostró un mayor desarrollo de conocimientos de naturaleza epistemológica en el marco de las Competencias del Pensamiento Científico. A partir de la evidencia, es posible aseverar que es necesario promover tempranamente, desde el primer nivel de la formación inicial de los/as futuros/as profesores/as de Biología, la integración del conocimiento científico con las habilidades y destrezas propias de la actividad científica y que estas sean orientadas hacia el contexto escolar. Por lo tanto, esta tendencia, fundamental de revertir, requiere de experiencias formativas teórico-prácticas, adecuadamente organizadas, y con un desarrollo continuo en el tiempo. Estas ideas son consistentes con lo afirmado por Quintanilla (2005) y Castro y Ramírez (2013), quienes enfatizan en la relevancia de integrar lenguaje, pensamiento y experiencia, promoviendo un aprendizaje significativo desde perspectivas cognitivas, procedimentales y actitudinales. Para superar este paradigma, es imprescindible que los/as futuros/as profesores/as tengan una formación que les permita en el futuro realizar prácticas docentes que valoren tanto los productos como los procesos educativos, fomentando competencias cognitivas, tecnológicas, digitales y ciudadanas (Zompero et al., 2022).

De acuerdo a lo anterior, es evidente la predominancia del Racionalismo Positivista en los primeros niveles formativos, pero que, gradualmente se produce una evolución en las perspectivas epistemológicas hacia posicionamientos del Racionalismo Moderado. Ello sería un reflejo de una evolución en las visiones acerca de los distintos aspectos que involucran las cinco dimensiones de la Enseñanza de las Ciencias. También, existen desafíos en la formación epistemológica de los/as futuros/as profesores/as de Biología, en lo que respecta a la integración de procesos asociados a la construcción del conocimiento científico que tenga sentido y significados para la Enseñanza de las Ciencias escolar.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES, LIMITANTES Y PROYECCIONES**

Capítulo dedicado a la presentación de las principales conclusiones, limitaciones y posibles proyecciones del estudio

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES, IMPLICANCIAS, LIMITANTES Y PROYECCIONES**

En este capítulo se exponen las consideraciones finales de esta investigación. Se presentan las conclusiones para cada uno de los objetivos del estudio, así como las implicancias, limitaciones, y proyecciones vinculadas a esta investigación.

### **5.1 CONCLUSIONES**

A continuación, se presentan las conclusiones de los objetivos general y de los objetivos específicos.

#### **5.1.1 Conclusiones para el Objetivo General**

**Determinar las representaciones epistemológicas del profesorado de Biología en formación inicial acerca de la Enseñanza de las Ciencias desde las perspectivas del racionalismo positivista y racionalismo moderado considerando el trayecto formativo.**

**Se concluye que:**

Existen representaciones epistemológicas en el profesorado de Biología en formación inicial acerca de la Enseñanza de las Ciencias Naturales que varían en los cinco niveles formativos analizados de la carrera Licenciatura en Educación en Biología y Pedagogía en Biología con menciones. Lo anterior es evidenciado en cada una de las dimensiones estudiadas, dimensión I. Enseñanza de las Ciencias, dimensión II. Aprendizaje de las Ciencias, dimensión III. Evaluación de los Aprendizajes Científicos, dimensión IV. Resolución de Problemas Científicos y dimensión V. Competencias del Pensamiento Científico.

La evidencia reveló que, en los primeros niveles formativos (1° Nivel y 2° Nivel), las representaciones epistemológicas de los/as estudiantes tienden predominantemente hacia el Racionalismo Positivista (RP) en la mayoría de las dimensiones analizada. Esta tendencia es particularmente evidente en la dimensión V. Competencias del Pensamiento Científico, donde la incidencia de este racionalismo se mantiene desde el 1° Nivel al 4° Nivel formativo. De manera similar, las representaciones de los/as estudiantes, desde el 1° hasta el 5° Nivel en la dimensión IV. Resolución de Problemas Científicos, reflejaron una tendencia, aunque

menor, hacia el Racionalismo Positivista. En cuanto a la dimensión I. Enseñanza de las Ciencias, se evidenció la permanencia de este racionalismo únicamente en el 1° y 2° Nivel formativo, mientras que, a partir del 3° Nivel en adelante, los/as estudiantes tienden a presentar representaciones moderadas en relación a la Enseñanza de las Ciencias. De esta manera, se observó un cambio en las representaciones epistemológicas de los/as estudiantes, con una progresiva transición hacia el Racionalismo Moderado (RM), especialmente en la dimensión II. Aprendizaje de las Ciencias, donde todos los niveles del trayecto formativo presentan representaciones que tienden al Racionalismo Moderado. Una tendencia similar se encontró en la dimensión III. Evaluación de los Aprendizajes Científicos, donde la mayoría del estudiantado correspondiente a los niveles analizados tienen representaciones moderadas, con excepción del 3° Nivel, donde aún se observó cierta inclinación hacia el Racionalismo Positivista.

La evidencia mostró un cambio progresivo en las representaciones epistemológicas del profesorado de Biología en Formación Inicial, pasando de un predominio del Racionalismo Positivista en los primeros niveles a una adopción más amplia del Racionalismo Moderado en los niveles superiores del trayecto formativo, particularmente con las dimensiones relacionadas con el aprendizaje y evaluación de las ciencias. Este hallazgo subraya la importancia de los procesos formativos en el desarrollo de representaciones más complejas sobre la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias.

### **5.1.2 Conclusiones para los Objetivos Específicos**

Para el **Objetivo Específico 1**:

**Establecer las representaciones epistemológicas presentes en el profesorado de Biología en formación inicial acerca de la Enseñanza de las Ciencias, desde las perspectivas del racionalismo positivista y racionalismo moderado.**

**Se concluye que:**

La investigación permitió establecer las representaciones epistemológicas presentes en el profesorado de Biología en formación inicial acerca de la Enseñanza de las Ciencias. En primer término, los hallazgos indicaron la presencia de representaciones epistemológicas

positivistas y moderadas. Dichas representaciones cambian de manera progresiva a través de los distintos niveles formativos, lo que indicaría la presencia de una transición desde perspectivas del Racionalismo Positivista (RP), en los niveles iniciales, y Racionalismo Moderado en los niveles superiores, 4° y 5° Nivel. De esta manera, en los primeros niveles predominan ideas que priorizan la Enseñanza de las Ciencias como un proceso centrado en la transmisión de conocimientos objetivos y verdades universales, sin la incorporación de componentes ideológicos, sociales y culturales a la Enseñanza de las Ciencias. Esto se manifiesta en una tendencia por abordar principalmente contenidos científicos y en una menor medida el desarrollo de Competencias Científicas. A su vez, el Racionalismo Moderado (RM) está presente a medida que los/as futuros/as docentes avanzan hacia niveles superiores, a partir del 3° Nivel. En este sentido, se evidenciaron representaciones epistemológicas moderadas, en tanto que, reconocieron la complejidad e importancia de la interdisciplinariedad en la construcción del conocimiento científico y la importancia de fomentar en los/as estudiantes una actitud ciudadana crítica y responsable frente a los fenómenos naturales. A pesar de lo anterior, en estos niveles también persisten representaciones epistemológicas positivistas, en particular en la dimensión V. Competencias del Pensamiento Científico.

Para el **Objetivo Específico 2:**

**Caracterizar las representaciones epistemológicas del profesorado de Biología en formación inicial acerca de la Enseñanza de las Ciencias según el nivel formativo y dimensión de la Enseñanza de las Ciencias, desde las perspectivas del racionalismo positivista y racionalismo moderado.**

**Se concluye que:**

La caracterización de las representaciones epistemológicas en el profesorado de Biología en formación inicial, considerando tanto su naturaleza epistemológica como su nivel dentro trayecto formativo, permitió identificar una serie de variaciones en los aspectos analizados de la Enseñanza de las Ciencias. Se evidenció que estas representaciones evolucionan progresivamente a lo largo de los niveles formativos y entre las diferentes dimensiones analizadas. En el 1° Nivel formativo, las representaciones epistemológicas de

los/as estudiantes se enmarcan predominantemente en el Racionalismo Positivista (RP), especialmente en las dimensiones I. Enseñanza de las Ciencias y V. Competencias del Pensamiento Científico. Asimismo, en los niveles 2° y 3°, se observó una transición hacia el Racionalismo Moderado (RM), con una tendencia más evidente en la dimensión II. Aprendizaje de las Ciencias. De igual manera, en los niveles 4° y 5° se consolidó el Racionalismo Moderado (RM) en la mayoría de las dimensiones analizadas, destacándose particularmente la dimensión III. Evaluación de los Aprendizajes Científicos. Aunque, también se evidenció una dualidad epistemológica, desde el 3° al 5° Nivel, particularmente en la dimensión IV. Resolución de Problemas Científicos, ya que las representaciones de los/as estudiantes oscilan entre el Racionalismo Positivista (RP) y el Racionalismo Moderado (RM).

Esta investigación evidencia que las representaciones epistemológicas de los/as futuros/as profesores/as de Biología cambian a lo largo de su formación inicial, evidenciando la necesidad de fortalecer la formación epistemológica en los programas de Formación Inicial Docente. Para ello, es fundamental garantizar que las experiencias de aprendizaje promuevan la consolidación de representaciones alineadas con una enseñanza reflexiva y transformadora de las ciencias. Este proceso demanda del diseño de estrategias didácticas que permitan afianzar representaciones epistemológicas moderadas para mejorar las ideas acerca de la Enseñanza de las Ciencias, lo que impactará en su futura práctica de aula.

Para el **Objetivo Específico 3:**

**Establecer el racionalismo epistemológico presente en las explicaciones acerca de la Enseñanza de las Ciencias de una muestra cualitativa del profesorado de Biología en formación inicial.**

**Se concluye que:**

El análisis conceptual de las explicaciones elaboradas por los/as estudiantes de Biología en formación inicial permitió establecer y caracterizar el racionalismo predominante en las distintas etapas de su formación. La evidencia mostró la presencia del Racionalismo Positivista (RP) en los niveles 1° y 2°, reflejando una orientación tradicional en el análisis

del contenido de las respuestas aportadas, especialmente en las dimensiones I. Enseñanza de las Ciencias y IV. Resolución de Problemas Científicos. Sin embargo, desde el 3° Nivel, se observó una transición hacia un Racionalismo Moderado (RM), caracterizado por una visión más integral y reflexiva de la ciencia. Particularmente, en las dimensiones II. Aprendizaje de las Ciencias y III. Evaluación de los Aprendizajes Científicos. Se observó también, una mayor tendencia hacia el Racionalismo Moderado en los niveles 3°, 4° y 5°. Lo anterior sugiere que, los/as futuros/as profesores/as comienzan a reconocer la importancia de la mediación pedagógica y la evaluación como herramientas formativas, trascendiendo su uso tradicional como un mecanismo de calificación. Sin embargo, se identificaron inconsistencias en la dimensión III. Evaluación de los Aprendizajes Científicos donde los conceptos correspondientes al 3° Nivel se inclinaron por el Racionalismo Positivista. Asimismo, la dimensión V. Competencias del Pensamiento Científico se evidenció como un área crítica de la Enseñanza de las Ciencias, con una alta incidencia del Racionalismo Positivista en la mayoría de los niveles formativos, lo que refleja la necesidad de una integración temprana y efectiva de las habilidades y destrezas científicas orientadas hacia los contextos escolares. Del mismo modo, estos resultados subrayan la urgencia de rediseñar experiencias formativas teórico-prácticas que permitan al estudiantado de Biología en formación inicial apropiarse de un marco epistemológico coherente con los desafíos de la educación científica escolar contemporánea, fortaleciendo estrategias pedagógicas y didácticas durante la Formación Inicial Docente.

## **5.2 IMPLICANCIAS**

Esta investigación tiene una implicancia directa en el ámbito de la Formación Inicial Docente en Biología, pues aporta evidencia empírica y conceptual sobre las representaciones epistemológicas que los/as futuros/as profesores/as tienen respecto a la Enseñanza de las Ciencias, el conocimiento científico y su construcción. Al comprender cómo estas representaciones evolucionan durante la formación profesional, se pueden diseñar estrategias formativas más efectivas que promuevan representaciones epistemológicas actuales y contextualizadas, lo que impactará en una mejor comprensión de la alfabetización científica. En un contexto nacional que actualmente se encuentra caracterizado por cambios curriculares y demandas crecientes hacia una educación más contextualizada y crítica, los resultados de esta investigación ofrecen orientaciones para mejorar los proyectos formativos. En este

sentido, es fundamental que los/as futuros/as profesores/as de ciencias, así como su Formación Inicial Docente, mejoren continuamente para impactar positivamente en la calidad de la educación escolar. Al destacar el papel fundamental que juegan las representaciones epistemológicas en la Formación Inicial Docente en Biología, esta investigación contribuye a mejorar la calidad de la Enseñanza de las Ciencias, al tiempo que promueve la alfabetización científica como un medio para la transformación social.

### **5.3 LIMITACIONES**

Durante el desarrollo de esta investigación, se presentaron diversas limitaciones que influyeron en el alcance y profundidad de los resultados obtenidos. A continuación, se detallan las principales limitaciones:

#### **Limitaciones relacionadas al contexto personal**

Las restricciones personales influyeron en la posibilidad de acceder a reuniones presenciales que hubieran facilitado la guía y uso de métodos adicionales para robustecer los resultados obtenidos.

#### **Limitaciones relacionadas con el tiempo**

Las pausas necesarias para el cuidado personal limitaron el tiempo disponible para realizar la exploración de áreas adicionales de análisis que pudieran enriquecer los resultados.

#### **Limitaciones relacionadas con la modalidad de trabajo online**

La modalidad de trabajo virtual limitó la posibilidad de aplicar estrategias complementarias que podrían haber aumentado la significancia del estudio.

#### **Impacto en los resultados**

Las limitaciones mencionadas afectaron la posibilidad de generar resultados más significativos y generalizables. La interpretación de los hallazgos se centró en tendencias y exploraciones preliminares, dejando ciertos aspectos abiertos a una mayor exploración en futuras investigaciones.

## 5.4 PROYECCIONES

A partir de la evidencia obtenida en el estudio, emergen nuevas problemáticas que permiten elaborar preguntas necesarias de responder en otras investigaciones sobre el tema:

1. ¿Qué dimensiones de las representaciones epistemológicas analizadas muestran una mayor resistencia al cambio durante la Formación Inicial Docente en Biología?
2. ¿De qué manera varían las representaciones epistemológicas de los/as futuros/as profesores/as de Biología en relación con sus experiencias con cursos teóricos-prácticos?
3. ¿De qué manera las representaciones epistemológicas influyen en la forma en que los/as futuros/as profesores/as de Biología comprenden y enseñan las Competencias Científicas?
4. ¿De qué manera influye el racionalismo epistemológico predominante en los/as profesores/as en el diseño de estrategias de Enseñanza de las Ciencias en el aula escolar?
5. ¿Qué impacto tienen las representaciones epistemológicas de los/as docentes en la forma en que contextualizan los contenidos científicos en relación con problemas sociocientíficos en el aula escolar?

Con lo anteriormente mencionado finaliza el capítulo correspondiente a las conclusiones, implicaciones, limitaciones y proyecciones de la investigación, para dar paso al capítulo de Referencias Bibliográficas.

## **CAPÍTULO VI**

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Capítulo dedicado a la presentación de los/as autores/as que sustentan teóricamente la investigación

## CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abd-El-Khalick, F., Myers, J. Y., Summers, R., Brunner, J. L., Waight, N., Wahbeh, N., Zeineddin, A. A., y Belarmino, J. J. (2016). A longitudinal analysis of the extent and manner of representations of nature of science in U.S. high school biology and physics textbooks. *Journal Of Research In Science Teaching*, 54(1), 82-120. <https://doi.org/10.1002/tea.21339>
- Acevedo, J. A., Acevedo, P., Manassero, M. A., Oliva, J. M., Paixão, F., y Vázquez, Á. (2004). Naturaleza de la ciencia, didáctica de las ciencias, práctica docente y toma de decisiones tecnocientíficas. *III Seminário Ibérico CTS no Ensino das Ciências*, 23-30. <http://hdl.handle.net/10400.11/362>
- Acevedo-Díaz, J. A., Aragón-Méndez, M. M., y García-Carmona, A. (2018). Comprensión de futuros profesores de ciencia sobre aspectos epistémicos de la naturaleza de la ciencia en cuatro controversias de historia de la ciencia. *Revista Científica*, v. 33, n. 3. 344-355. <https://doi.org/10.14483/23448350.13355>
- Acevedo-Díaz, J.A, García-Carmona, A., Aragón-Méndez, M, M., y Oliva-Martínez, J.M. (2017). Modelos científicos: significado y papel en la práctica científica. *Revista Científica*, 30 (3), 155-166. <https://doi.org/10.14483/23448350.12288>
- Acosta, S., y Barrios, M. (2023). La enseñanza contextualizada para el aprendizaje de las Ciencias Naturales. *Revista de la Universidad del Zulia*, 14(40), 103-126.
- Acosta, S., y Villalba, A. (2022). Educación para la paz como mecanismo de convivencia ciudadana. *Revista Honoris Causa*, 14(2), 7-27. Recuperado de: <https://revista.uny.edu.ve/ojs/index.php/honoris-causa/article/view/156>
- Adibelli-Sahin, E., y Deniz, H. (2017). Elementary teachers' perceptions about the effective features of explicit-reflective nature of science instruction. *International Journal Of Science Education*, 39(6), 761-790. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1308035>
- Adúriz-Bravo, A., Gómez Galindo, A. A., Márquez, C., y Sanmartí, N. (2005). La mediación analógica en la ciencia escolar: propuesta de la función modelo teórico. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra). [https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2005nEXTRA/edlc\\_a2005nEXTRAp486medana.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp486medana.pdf)
- Agencia de Calidad de la Educación. (2023, 11 julio). Evaluación internacional de estudiantes tras la pandemia: Competencia Lectora, Matemática y Científica en estudiantes de 15 años en Chile. PISA 2022 - *Agencia de Calidad de la Educación*. Recuperado de: <https://s3.amazonaws.com/archivos.agenciaeducacion.cl/PISA+2022+Entrega+de+Resultados+final+final.pptx.pdf>
- Aguilar, A. (2018). La enseñanza de la física con enfoque investigativo a partir del uso de problemas cualitativos y la vinculación con la historia de la ciencia. *Revista Atlante. Cuadernos de Educación y desarrollo*. Recuperado de: [www.eumed.net/rev/atlante/2018/09/fisica-enfoque-investigativo.html](http://www.eumed.net/rev/atlante/2018/09/fisica-enfoque-investigativo.html)
- Aguilar, F. D. R. (2020). Contribuciones de la filosofía para la consolidación de la filosofía de la educación. *Conrado*, 16(74), 99-111. Recuperado de: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1990-86442020000300099&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442020000300099&lng=es&tlng=es).

- Alameh, S., Abd-El-Khalick, F., y Brown, D. E. (2022). The Nature of Scientific Explanation: Examining the perceptions of the nature, quality, and “goodness” of explanation among college students, science teachers, and scientists. *Journal Of Research In Science Teaching*, 60(1), 100-135. <https://doi.org/10.1002/tea.21792>
- Alcibar, M. (2015). Comunicación pública de la ciencia y la tecnología: una aproximación crítica a su historia conceptual. *Arbor*, 191(773), a242. <https://doi.org/10.3989/arbor.2015.773n3012>
- Allchin, D. (2012). Teaching the nature of science through scientific errors. *Science Education*, 96(5), 904-926. <https://doi.org/10.1002/sce.21019>
- Allchin, D., Andersen, H., y Nielsen, K. (2014). Complementary Approaches to Teaching Nature of Science: Integrating Student Inquiry, Historical Cases, and Contemporary Cases in Classroom Practice. *Science Education*, 98(3), 461-486. <https://doi.org/10.1002/sce.21111>
- American Association for the Advancement of Science. (1989). *Project 2061-science for all americans*. Washington, D.C.
- Andrade, H., y Du, Y. (2007). Student responses to criteria-referenced self-assessment. *Assessment & Evaluation In Higher Education*, 32(2), 159-181. <https://doi.org/10.1080/02602930600801928>
- Aragón-Vargas, L. F. (2017). ¿QUÉ ES LA CIENCIA y HASTA DÓNDE PUEDE LLEGAR? *Pensar En Movimiento Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, 15(1), 1-14. <https://doi.org/10.15517/pensarmov.v15i1.29637>
- Ausubel, D. (1968). *Educational Psychology; A Cognitive View*. Nueva York, United States: Rinehart and Winston.
- Ausubel, D. (1983). *Teoría del aprendizaje significativo*. Fascículos de CEIF, 1(1-10), 1-10.
- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva* (Vol. 40). Grupo Planeta (GBS).
- Ausubel, D., Novak, J. D., y Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Ayer, A. (Comp.) (1965). *El positivismo lógico*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Bächtold, M., Cross, D., y Munier, V. (2024). The relationships between the practice of different scientific activities and students’ scientific knowledge, inquiry skills, view of the nature of science and attitude towards science: a study in primary school. *International Journal Of Science Education*, 1-22. <https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2303623>
- Ballesteros-Aguado, M.M. (2017). Análisis e interpretación de datos estadísticos. *Revista Ensayos Militares*.
- Ballesteros-Ballesteros, V., y Gallego-Torres, A. P. (2022). De la Alfabetización Científica a la comprensión pública de la ciencia. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 14(26). <https://doi.org/10.22430/21457778.1855>
- Barrientos, E. H., López-Pastor, V. M., y Pérez-Brunicardi, D. (2018). ¿Por qué hago evaluación formativa y compartida y/o evaluación para el aprendizaje en EF? La influencia de la formación inicial y permanente del profesorado (Why do I do Formative and Share Assessment and/or Assessment For Learning in Physical Education?). *Retos*, 36, 37-43. <https://doi.org/10.47197/retos.v36i36.66478>
- Basu, S., Biswas, G., y Kinnebrew, J. S. (2017). Learner modeling for adaptive scaffolding in a Computational Thinking-based science learning environment. *User Modeling*

- And User-Adapted Interaction, 27(1), 5-53. <https://doi.org/10.1007/s11257-017-9187-0>
- Basurto-Mendoza, S. T., Moreira-Cedeño, J. A., Velásquez-Espinales, A. N., y Rodríguez-Gámez, M. (2021). Autoevaluación, Coevaluación y Heteroevaluación como enfoque innovador en la práctica pedagógica y su efecto en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Polo del Conocimiento: Revista Científico - Profesional*, 6(3), 828-845. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i3.2408>
- Belenky, M. F., Clinchy, B. M., y Goldberger, N. R. (1986). *Women's Ways of Knowing: The Development of Self, Voice and Mind*, Basic Books, New York.
- Bell, R. L., Lederman, N. G., y Abd-El-Khalick, F. (2000). Developing and acting upon one's conception of the nature of science: A follow-up study. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 37(6), 563-581. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200008\)37:6%3C563::AID-TEA4%3E3.0.CO;2-N](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200008)37:6%3C563::AID-TEA4%3E3.0.CO;2-N)
- Bell, R. L., Matkins, J. J., y Gansneder, B. M. (2010). Impacts of contextual and explicit instruction on preservice elementary teachers' understandings of the nature of science. *Journal Of Research In Science Teaching*, 48(4), 414-436. <https://doi.org/10.1002/tea.20402>
- Beriain, J. (1990). *Representaciones colectivas y proyecto de modernidad* (Vol. 8). Anthropos Editorial.
- Beriain, J. (1990). Representaciones colectivas y proyecto de modernidad (Vol. 8). *Anthropos Editorial*.
- Berlin, D. F., y Lee, H. (2005). Integrating Science and Mathematics Education: Historical Analysis. *School Science And Mathematics*, 105(1), 15-24. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2005.tb18032.x>
- Bingle, W., y Gaskell, P. (1994). Scientific literacy for decision making and the social construction of scientific knowledge. *Science Education*, 72(2), 185-201. <https://doi.org/10.1002/sce.3730780206>
- Blácido, I. R., Guerra, E. D., Reyes, N. C., Luque, O. C., y Olortegui, M. U. (2022). Métodos científicos y su aplicación en la investigación pedagógica. *Dilemas Contemporáneos Educación Política y Valores*. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v9i2.3106>
- Black, P., y Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment Evaluation And Accountability*, 21(1), 5-31. <https://doi.org/10.1007/s11092-008-9068-5>
- Blanco-Mesa, F. (2020). La ciencia de la decisión. *Revista UIS Ingenierías*, 19(2). <https://doi.org/10.18273/revuin.v19n2-2020020>
- Bok, H. G., Teunissen, P. W., Favier, R. P., Rietbroek, N. J., Theyse, L. F., Brommer, H., y Jaarsma, D. A. (2013). Programmatic assessment of competency-based workplace learning: when theory meets practice. *BMC Medical Education*, 13, 123-132. <https://bmcmededuc.biomedcentral.com/articles/10.1186/1472-6920-13-123>
- Bosco, J., Yadav, L. L., y Mashood, K. K. (2024). Effect of explicit and reflective activity-based instruction on senior secondary physics students' views towards Nature of Science. *International Journal Of Science Education*, 1-25. <https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2346621>
- Brookfield, S. D. (2017). *Becoming a critically reflective teacher*.
- Brookings. (n.d.). *International tests are not all the same*. Brookings Institution. <https://www.brookings.edu/articles/international-tests-are-not-all-the-same/>

- Brunner, J. L., y Abd-El-Khalick, F. (2019). Improving nature of science instruction in elementary classes with modified science trade books and educative curriculum materials. *Journal Of Research In Science Teaching*, 57(2), 154-183. <https://doi.org/10.1002/tea.21588>
- Bunge, M. (1989). *La investigación científica: Su estrategia y su filosofía*. Ariel.
- Bunge, M. (2000). *La investigación científica: su estrategia y su filosofía*. Siglo XXI.
- Bunge, M. (2010). *La ciencia, su método y su filosofía*. Editorial Losada.
- Burr, J. E., y Hofer, B. K. (2002). Personal epistemology and theory of mind: Deciphering young children's beliefs about knowledge and knowing. *New Ideas in Psychology*, 20(2-3), 199-224. [https://doi.org/10.1016/S0732-118X\(02\)00010-7](https://doi.org/10.1016/S0732-118X(02)00010-7)
- Busch, K. C., y Rajwade, A. (2024). Conceptualizing community scientific literacy: Results from a systematic literature review and a Delphi method survey of experts. *Science Education*. <https://doi.org/10.1002/sce.21871>
- Busquets, T., Silva, M., y Larrosa, P. (2016). Reflexiones sobre el aprendizaje de las ciencias naturales: Nuevas aproximaciones y desafíos. *Estudios Pedagógicos*, 42(especial), 117-135. <https://doi.org/10.4067/s0718-07052016000300010>
- Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Heinemann, 88 Post Road West, PO Box 5007, Westport, CT 06881.
- Bybee, R. W. (2009). *The BSCS 5E instructional model and 21st century skills*. Colorado Springs, Co: BSCS, 24.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and engineering teacher*, 70(1), 30.
- Cabrera, G. E. C. (2021). Conductismo y constructivismo en la educación universitaria. *Killkana sociales: Revista de Investigación Científica*, 5(2), 1-1.
- Cabrera, M. (2023). *Evaluación, autoevaluación y coevaluación de los estudiantes de cuarto año de la carrera de Maestro de Educación Primaria de Maldonado*. <https://repositorio.cfe.edu.uy/handle/123456789/2191>
- Cabrera-Ramírez, S., y Cepeda-Retana, J. (2022). La epistemología, guía para el conocimiento científico. *Portal de la Ciencia*, 3(2), 123-133.
- Cáceres, Z., y Munévar, O. (2016). Evolución de las teorías cognitivas y sus aportes a la educación. *Revista Actividad Física y Desarrollo Humano*, 1-13. <https://ojs.unipamplona.edu.co/ojsviceinves/index.php/afdh/article/view/1635/1728>
- Çakıcı, Y., y Bayir, E. (2012). Developing Children's Views of the Nature of Science Through Role Play. *International Journal Of Science Education*, 34(7), 1075-1091. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.647109>
- Camarero, F. J., M. del Buey, F. de Asís y F.J. Herrero (2000). Styles and learning Strategies in University Students. *Psicothema*, 12(4), 615-62.
- Campos Gómez, A. A., Hernández, M. A. H., y Vargas, P. F. A. (2021). Análisis documental del concepto estrategias de aprendizaje aplicado en el contexto universitario. *Psicumex*, 11, 1-28. <https://doi.org/10.36793/psicumex.v11i1.395>
- Campos, C. J. G. (2004). Método de análise de conteúdo: ferramenta para a análise de dados qualitativos no campo da saúde. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 57(5), 611-614. <https://doi.org/10.1590/s0034-71672004000500019>
- Campos, C.J. G. y Ribeiro, E.T. (2009). Análisis de Contenido en Investigaciones que utilizan la Metodología Clínico-Cualitativa: Aplicación y Perspectivas. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 17(2).

- Campos, Y. (2000). Estrategias de enseñanza aprendizaje. *Estrategias didácticas apoyadas en Tecnología*. Universidad Autónoma Metropolitana. Recuperado de: <https://www.uv.mx/personal/yvelasco/files/2012/08/estrategias-E-A.pdf>
- Campos-Gómez, A. A. D. C., Hernández-Hernández, M. A., y Aniceto-Vargas, P. F. (2021). Análisis documental del concepto estrategias de aprendizaje aplicado en el contexto universitario. *Psicumex*, 11. <https://doi.org/10.36793/psicumex.v11i1.395>
- Carless, D., Joughin, G. y Mok, M. (2006). Learning-oriented assessment: Principles and practice. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 31(4), 395-398. <https://doi.org/10.1080/02602930600679043>
- Carlton, R. (1963). On scientific literacy. *NEA Journal*, 52(4), 33-35.
- Carmona, C. (2016). Corrientes pedagógicas y tiempos de reformas. *Revista Investigaciones En Educación*, XVI(1), 15–30. <https://revistas.ufro.cl/ojs/index.php/educacion/article/view/1112>
- Carnap, R. (1937). *Logical syntax of language*. Routledge.
- Carneros, S., y Murillo, F. J. (2017). Aportaciones de las escuelas alternativas a la justicia social y ambiental: Autoconcepto, autoestima y respeto. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 15(3), 129-150.
- Carrillo, B. A. A., y Sánchez, M. M. (2022). Validez, confiabilidad y amenazas a la Validez. En Sánchez, M. y Martínez, G. (Eds.). *Evaluación y aprendizaje en educación universitaria: estrategias e instrumentos*. (pp. 37-52). CUAIEED, Coordinación de Universidad Abierta, Innovación Educativa y Educación a Distancia, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Carvajal, G. C., y Caro, C. V. C. (2012). Familia y escuela: escenarios de prevención de la conducta suicida en adolescentes desde la disciplina de enfermería. *Avances en enfermería*, 30(1), 102-117.
- Castro, A., y Ramírez, R. (2013). Enseñanza de las ciencias naturales para el desarrollo de Competencias Científicas. *Amazonia Investiga*, 2(3), 30–53. Recuperado de: <https://www.amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/646>
- Chamorro, D., Barletta, N., y Mizuno, J. (2013). El lenguaje para enseñar y aprender las Ciencias Naturales: Un caso de oportunidades perdidas para la formación ciudadana. *Revista Signos*, 46(81), 1-2. <https://doi.org/10.4067/s0718-09342013000100001>
- Chávez Loor, M. D., Chávez Loor, Y., Macías Loor, M., y Chancay Cedeño, C. (2020). Fundamentos teóricos del constructivismo y el enfoque reflexivo y su aporte en el perfeccionamiento del proceso de las prácticas preprofesionales. *Revista de Investigaciones En Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT*, 5(1), 10–14. <https://doi.org/10.33936/riemat.v5i1.2497>
- Chávez, D. (2011). *Evaluación del aprendizaje dentro de distintos paradigmas de psicología educativa*. <https://educarparaaprender.wordpress.com/category/evaluacion-del-aprendizaje/tema-2-evaluacion-del-aprendizaje-dentro-de-distintos-paradigmas-de-psicologia-educativa/page/2/>
- Chona, G., Arteta, J., Fonseca, G., Ibáñez, X., Martínez, S., Pedraza, M., y Gutiérrez, M. (2006). ¿Qué Competencias Científicas desarrollamos en el aula? *Tecné, Episteme y Didaxis*: TED, 20, 62-79.
- Cizek, G. J. (2009). Reliability and validity of information about student achievement: Comparing large-scale and classroom testing contexts. *Theory into Practice*, 48(1), 63–71. <https://doi.org/10.1080/00405840802577627>

- Comte, A. (2002). *Cours de philosophie positive. Classiques des sciences sociales*. <https://doi.org/10.1522/cla.coa.cou>
- Contreras, F. A. O. (2016). El aprendizaje significativo y su relación con otras estrategias. *Horizonte de la Ciencia*, 6(10), 130. <https://doi.org/10.26490/uncp.horizonteciencia.2016.10.210>
- Contreras, M. (2021). *Transversalidad de la educación ambiental desde la práctica pedagógica del docente en el área de ciencias naturales* [Doctoral dissertation, Universidad Francisco de Paula Santander].
- Couso, D., Izquierdo, M., y Rubilar, C. M. (2008). La resolución de problemas. En C. Merino, A. Gómez y A. Adúriz. (2008). *Áreas y Estrategias de Investigación en la Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 37-49). Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals, Universidad autónoma de Barcelona.
- Creswell, A., White, T., Dumoulin, V., Arulkumaran, K., Sengupta, B. y Bharath, AA (2018). Redes generativas adversarias: una visión general. *Revista de procesamiento de señales IEEE*, 35 (1), 53-65.
- Creswell, J. (1997). *Qualitative inquiry and research designs: Choosing harmony among five traditions*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Creswell, JW y Tashakkori, A. (2007). Diferentes perspectivas sobre la investigación con métodos mixtos. *Revista de investigación de métodos mixtos*, 1 (4), 303-308. <https://doi.org/10.1177/1558689807306132>
- Cucinotta, D., y Vanelli, M. (2020). WHO Declares COVID-19 a Pandemic. *Acta Biomed*, 91(1), 157-160. <https://doi.org/10.23750/abm.v91i1.9397>
- Darling-Hammond, L., Flook, L., Cook-Harvey, C., Barron, B., y Osher, D. (2019). Implications for educational practice of the science of learning and development. *Applied Developmental Science*, 24(2), 97-140. <https://doi.org/10.1080/10888691.2018.1537791>
- Darling-Hammond, L., Flook, L., Cook-Harvey, C., Barron, B., y Osher, D. (2019). Implications for educational practice of the science of learning and development. *Applied Developmental Science*, 24(2), 97-140. <https://doi.org/10.1080/10888691.2018.1537791>
- De Cabo, J. V., De la Fuente Díez, E., y Verdejo, M. Z. (2008). Modelos de estudios en investigación aplicada: conceptos y criterios para el diseño. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 54(210). <https://doi.org/10.4321/s0465-546x2008000100011>
- De la Luz Berlanga Ramírez, M., y Juárez-Hernández, L. G. (2020). Paradigmas de evaluación: del tradicional al socioformativo. *Diálogos Sobre Educación*, 0(21). <https://doi.org/10.32870/dse.v0i21.646>
- De la Luz Espíndola Juárez, M., y Granillo, R. M. (2021). Perspectivas de la escuela tradicional, nueva y contemporánea. *Ingenio y Conciencia Boletín Científico de la Escuela Superior Ciudad Sahagún*, 8(15), 30-34. <https://doi.org/10.29057/escs.v8i15.6458>
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal Of Research In Science Teaching*, 37(6), 582-601. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200008\)37:6](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200008)37:6)
- Decreto N°67 de 2018 [con fuerza de Ley]. Por medio de la cual se aprueba normas mínimas nacionales sobre evaluación, calificación y promoción desde 1° básico a 4° medio de la formación Humanista Científica, Técnico Profesional y Artística. 31 de diciembre. D.O. N.o. 20.370. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

- Dede, C. (2010). Comparing frameworks for 21st century skills. In J. Bellance, y R. Brandt (Eds.), *21st century skills: Rethinking how students learn* (pp. 51-76). Bloomington, IN: Solution Tree Press.
- Demarchi, G. D. S. (2020). La evaluación desde las pruebas estandarizadas en la educación en Latinoamérica. *Revista En-Contexto*, 8(13), 107-133.
- Deng, F., Chen, D., Tsai, C., y Chai, C. S. (2011). Students' views of the nature of science: A critical review of research. *Science Education*, 95(6), 961-999. <https://doi.org/10.1002/sce.20460>
- Díaz Lozada, J. A., y Díaz Caballero, J. R. (2020). La resolución de problemas desde un enfoque epistemológico. *Foro de Educación*, 18(2), 191-209. <https://doi.org/10.14516/fde.694>
- Dilthey, W. (2010a). *A construção do mundo histórico nas ciências humanas*. Trad. de Marco Antônio Casanova. Brasil: Unesp Editora.
- Dobell, C. (1932). *Antony van Leeuwenhoek and his "Little Animals." Being Some Account of the Father of Protozoology and Bacteriology and his Multifarious Discoveries in these Disciplines. Collected, Translated, and Edited, from his Printed Works, Unpublished Manuscripts, and Contemporary Records*. Harcourt, Brace and Company.
- Dogan, N., Manassero, M. A. M. M. A., y Vázquez-Alonso, Á. (2020). El pensamiento creativo en estudiantes para profesores de ciencias: efectos del aprendizaje basado en problemas y en la historia de la ciencia. *Tecné Episteme y Didaxis TED*, 48. <https://doi.org/10.17227/ted.num48-10926>
- Downing, S. M. y Haladyna, T. M. (2006). *Handbook of test development*. <https://fatihegitim.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/03/hndb-t-devt.pdf>
- Driver, R. (1989). Students' conceptions and the learning of science. *International Journal Of Science Education*, 11(5), 481-490. <https://doi.org/10.1080/0950069890110501>
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., y Scott, P. (1994). Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5-12. <https://doi.org/10.2307/1176933>
- Duell, O. K., y Schommer, M. A. (2001). Measures of people's beliefs about knowledge and learning. *Educational psychology review*, 13, 419-449. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1011969931594>
- Duit, R., Treagust, D. F., y Widodo, A. (2013). Teaching science for conceptual change: Theory and practice. In *International handbook of research on conceptual change* (pp. 487-503). Routledge.
- Duschl, R. (2022). Naturalizing the Nature of Science: A response to and acknowledgement of Klopfer y Aikenhead. *Science Education*, 106(3), 484-489. <https://doi.org/10.1002/sce.21711>
- Eastwood, J., Sadler, T. D., Zeidler, D. L., Lewis, A., Amiri, L., y Applebaum, S. (2012). Contextualizing Nature of Science Instruction in Socioscientific Issues. *International Journal Of Science Education*, 34(15), 2289-2315. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.667582>
- Einsiedel, E. (2007). Of publics and science. *Public Understanding of Science*, 16(1), 5-6. <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0963662506071289>
- Elías, M. G., Zúñiga, E. G., y Tomljenovic, M. N. (2021). Desafíos del profesor de ciencias frente a estudiantes Millennials y Post-Millennials. *Revista de Estudios y*

- Experiencias En Educación*, 20(44), 285-311. <https://doi.org/10.21703/0718-5162.v20.n43.2021.017>
- Enderle, P., Cohen, S., y Scott, J. (2020). Communicating about science and engineering practices and the nature of science: An exploration of American Sign Language resources. *Journal Of Research In Science Teaching*, 57(6), 968-995. <https://doi.org/10.1002/tea.21619>
- Engels, M. C., Spilt, J., Denies, K., y Verschueren, K. (2021). The role of affective teacher-student relationships in adolescents' school engagement and achievement trajectories. *Learning and Instruction*, 75, 101485. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2021.101485>
- Erickson, F. (2007). Some thoughts on "proximal" formative assessment of student learning, *Yearbook of the National Society for the study of Education*, 106, 186-216.
- Erumit, B. A., Namdar, B., y Namdar, A. O. (2023). Promoting preservice teachers' global citizenship and contextualised NOS views through role-play activities integrated into place-based SSI instruction on climate issues. *International Journal Of Science Education*, 46(6), 590-619. <https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2251189>
- Espinoza, A., Casamajor, A y Pitton, E. (2009). *Enseñar a leer textos de ciencias*. Paidós.
- Esteban-Albert, M., y Zapata-Ros, M. (2016). Estrategias de aprendizaje y eLearning. Un apunte para la fundamentación del diseño educativo en los entornos virtuales de aprendizaje. *RED. Revista de Educación A Distancia*, 50. <https://doi.org/10.6018/red/50/15>
- Estrada, M. M. (2016). Entrevista a Carlos López Beltrán. En M. B. Uribe (Ed.), *El crisol de la ciencia y la tecnología. Voces y perspectivas desde la historia y la filosofía de la ciencia* (pp. 223-255). UNAM.
- European Comission. (2007). *Key competences for lifelong learning: a European reference framework*. Commission of the European Communities. <http://www.britishcouncil.org/sites/britishcouncil.uk2/files/youth-in-action-keycomp-en.pdf>
- European Union (2014). Key Competence Development in School Education in Europe. KeyCoNet's review of the literature: A summary. 2014. <http://keyconet.eun.org>
- Fernandes, I., Pires, D., y Iglesias, J. (2018). Perspetiva Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente (CTSA) nos manuais escolares portugueses de Ciências Naturais do 6º ano de escolaridade. *Ciência e Educação*, 24(4), 875-890. [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132018000400875](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132018000400875)
- Ferreira, S., y Morais, A. M. (2013). The Nature of Science in Science Curricula: Methods and concepts of analysis. *International Journal Of Science Education*, 35(16), 2670-2691. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.621982>
- Flores, G. A. E., Maitland, M. G., y González, J. G. (2018). La transversalidad: Un acercamiento a la matemática desde las ciencias naturales y sociales. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 31(2), 1584-1592.
- Fourez, G. (2008). *Cómo se elabora el conocimiento* (Vol. 109). Narcea Ediciones.
- Freire, P. (1970). *Pedagogía del oprimido*. Siglo XXI, Madrid.
- Gadamer, H. G. (2013). *Truth and method*. A&C Black.
- Gandolfi, H. E. (2020). "It's a lot of people in different places working on many ideas": Possibilities from global history of science to Learning about nature of science.

- Journal Of Research In Science Teaching*, 58(4), 551-588.  
<https://doi.org/10.1002/tea.21671>
- García, A., Martínez, R., Jaén, J., y Tapia, S. (2016). La autoevaluación como actividad docente en entornos virtuales de aprendizaje/enseñanza. *Revista de Educación a Distancia*, (50). Recuperado de: <https://revistas.um.es/red/article/view/272241>
- García-González, M. (2021). Formación de Competencias docentes, desafío de la universidad hoy. En Loyola-Illescas, E (coord.), *¿Qué nos dejó la pandemia? Retos y aprendizajes para la educación superior*. (pp. 47-67). Quito: Editorial Abya-Yala.  
<https://doi.org/10.7476/9789978106754>
- Garrett, R. M. (1988). Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículo de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 6(3), 224-230.
- Garrido-Clavero J., Sánchez-del Árbol MA., y Fernández-Adarve GJ., (2020) Didáctica de las salidas de campo de geografía en las distintas etapas educativas: Primaria, Secundaria, Grado, Postgrado, Formación Abierta y Profesional. *ReiDoCrea*, 9, 155-172.
- Genovard, C. y Götzens, C. (1990). *Psicología de la instrucción*. Madrid: Santillana.
- Gibson, K. (2016). *Investigación con métodos mixtos en deporte y ejercicio: Integrando la investigación cualitativa*. En *el manual de investigación cualitativa en deporte y ejercicio de Routledge* (págs. 404-418). Rutledge.
- Gibbs, G., y Simpson, C. (2009). *Condiciones para una evaluación continuada favorecedora del aprendizaje*. Barcelona: Octaedro.
- Giere, R. (1994). The cognitive structure of scientific theories, *Philosophy of Science*, 61, pp. 276-296.
- Giere, R. N. (2006). *Scientific perspectivism*. University of Chicago press.
- Giere, R. N., y Blanchet, C. E. G. (1992). *La explicación de la ciencia: Un acercamiento cognoscitivo*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México.
- Giere, Ronald N. (1999). Using models to represent reality. En Lorenzo Magnani, Nancy J. Nersessian y Paul Thagard (eds.), *Model-based reasoning in scientific discovery* (pp. 41-57). Nueva York: Kluwer/Plenum.
- Gil Pérez, D., Martínez Torregrosa, J., y Senent, F. (1988). El fracaso en la resolución de problemas de física: una investigación orientada por nuevos supuestos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*.
- Gilbert, J. K. (2006). On the Nature of "Context" in Chemical Education. *International Journal Of Science Education*, 28(9), 957-976.  
<https://doi.org/10.1080/09500690600702470>
- Gómez, H. M. R., y Salinas, M. L. (2020). La evaluación para el aprendizaje en la educación superior: Retos de la alfabetización del profesorado. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 13(1), 111-137.
- González Pérez, M. (2000). Evaluación del aprendizaje en la enseñanza universitaria. *Revista pedagogía universitaria*, 6(1). Recuperado a partir de <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistadocencia/article/view/819>
- González Salas, R, González Chico, M. G., Rodríguez Reyes, E., y Fong Betancourt, M. I. (2020). Competencias investigativas de los estudiantes de Posgrado de Medicina de la Universidad Regional Autónoma de los Andes. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 7(57), 1-14.

- González, M. G., Cárdenas, T. O., Rodríguez, A. G., y García, R. H. F. (2019). Competencias generales de dirección, su formación en la universidad desde el grupo y la dimensión extensionista. *Revista Cubana de Educación Superior*, 38(1). <http://scielo.sld.cu/pdf/rces/v38n1/0257-4314-rces-38-01-e15.pdf>
- González, R. O., y Ricalde, D. C. (2021). Aproximaciones a una metodología mixta. *Novarua. Revista Universitaria de Administración*, 13(22), 65-84. <https://doi.org/10.20983/novarua.2021.22.4>
- Guerra, J. G. (2020). El constructivismo en la educación y el aporte de la teoría sociocultural de Vygotsky para comprender la construcción del conocimiento en el ser humano. *Dilemas Contemporáneos Educación Política y Valores*. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v32i1.2033>
- Guerrero, G. y Torres-Olave, B. (2020). Alfabetización Científica y agencia en el currículo chileno: Tensiones y desafíos. En ENCIC, Universidad de Málaga. (Eds.), 1er Congreso Internacional sobre Educación Científica y problemas relevantes para la ciudadanía. *Grupo de Investigación Enseñanza de las Ciencias y Competencias*. Universidad de Málaga. Junta de Andalucía.
- Guirado, A. (2013). *Los Modelos Didácticos de docentes de Ciencias Naturales de nivel secundario: reconstrucción a partir de sus concepciones y sus prácticas áulicas*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Cuyo]. Mendoza, Argentina.
- Guirado-Ariza, A. M., Gimenez, Y. P., y Mazzitelli, C. L. (2022). La enseñanza, el aprendizaje y el conocimiento científico desde la perspectiva de futuros profesores de Ciencias Naturales. *Educación*, 31(60), 197-214. <https://doi.org/10.18800/educacion.202201.009>
- Halliday, M. A. K. (1993). Some grammatical problems in Scientific English. En M.A.K. Halliday y J. R. Martin (Eds.) *Writing science: Literacy and discursive power* (pp. 69-85). Londres: The Falmer Press.
- Halloun, I. (2020). Model-based convergence in science education in the framework of Systemic Cognition and Education. *Jounieh, LB: H Institute*. [https://www.halloun.net/wp-content/uploads/2020/04/Halloun\\_SCE-Model-based-Convergence\\_2020.pdf](https://www.halloun.net/wp-content/uploads/2020/04/Halloun_SCE-Model-based-Convergence_2020.pdf)
- Hamza, K., Wójcik, A., Arvanitis, L., Haglund, K., Lundegård, I., y Schenk, L. (2022). Nature of science in students' discussions on disagreement between scientists following a narrative about health effects of the Fukushima Daiichi accident. *International Journal Of Science Education*, 45(1), 22-42. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2151327>
- Hand, B., Lawrence, C., y Yore, L. D. (1999). A writing in science framework designed to enhance science literacy. *International Journal Of Science Education*, 21(10), 1021-1035. <https://doi.org/10.1080/095006999290165>
- Hanfling, O. (2004). Logical positivism. En S. G. Shanker (Ed.), *Philosophy of Science, Logic and Mathematics in the Twentieth Century* (pp. 193-213). Nueva York: Routledge.
- Hanuscin, D. L., Lee, M. H., y Akerson, V. L. (2010). Elementary teachers' pedagogical content knowledge for teaching the nature of science. *Science Education*, 95(1), 145-167. <https://doi.org/10.1002/sce.20404>
- Harlen, W. (2015). *Working with Big Ideas of Science Education*. The Science Education Programme (SEP) of IAP.

- Harlen, W. (Ed.). (2010). *Principles and big ideas of science education*. Association for science education.
- Harrison, G. M., Duncan Seraphin, K., Philippoff, J., Vallin, L. M., y Brandon, P. R. (2015). Comparing Models of Nature of Science Dimensionality Based on the Next Generation Science Standards. *International Journal of Science Education*, 37(8), 1321–1342. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1035357>
- Hasnine, M. N., Nguyen, H. T., Tran, T. T. T., Bui, H. T. T., Akçapmar, G., y Ueda, H. (2023). A Real-Time Learning Analytics dashboard for automatic detection of online learners' affective states. *Sensors*, 23(9), 4243. <https://doi.org/10.3390/s23094243>
- Hayes, A. F., y Krippendorff, K. (2007). Answering the Call for a Standard Reliability Measure for Coding Data. *Communication Methods And Measures*, 1(1), 77-89. <https://doi.org/10.1080/19312450709336664>
- Herman, B. C. (2017). Students' environmental NOS views, compassion, intent, and action: Impact of place-based socioscientific issues instruction. *Journal Of Research In Science Teaching*, 55(4), 600-638. <https://doi.org/10.1002/tea.21433>
- Herman, B. C., Clough, M. P., y Olson, J. K. (2013). Teachers' Nature of Science Implementation Practices 2–5 Years After Having Completed an Intensive Science Education Program. *Science Education*, 97(2), 271-309. <https://doi.org/10.1002/sce.21048>
- Hernández Rojas, G. (2010). *Paradigmas en psicología de la educación*. Primera edición. pp. 79-245. México. D.F. México.: Paidós.
- Hernández Sampieri, R. y Mendoza, C. (2008). *El matrimonio cuantitativo cualitativo: el paradigma mixto*. En J. L. Álvarez Gayou (Presidente), 6º Congreso de Investigación en Sexología. Congreso efectuado por el Instituto Mexicano de Sexología, A. C. y la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación. Sexta Edición. *Editorial Mc Graw Hill*. México.
- Hernández, M. P. o., y Lizama-Lefno, A. (2015). Constructivismo y conectivismo: factor clave para la enseñanza en entornos virtuales. *Signos Universitarios Anejo: Revista de la Universidad del Salvador*. <https://p3.usal.edu.ar/index.php/signos/article/view/3205/3951>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (Vol. 6, pp. 102-256). México: McGraw-Hill.
- Hernández, S. (2008). El modelo constructivista con las nuevas tecnologías: aplicado en el proceso de aprendizaje. Comunicación y construcción del cono cimientto en el nuevo espacio tecnológico. (monográfico en línea). *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*, vol. 5, nº 2. UOC.
- Herrera, I. (2018). Evaluación para el aprendizaje. *Revista Educación las Américas*, 6, 13 28. Recuperado de: <http://revistas.udla.cl/rea/index.php/rea/article/view/22>
- Hesse-Biber, S. (2016). Enfoques de investigación de investigación con métodos cualitativos o mixtos: algunas pautas flexibles para publicar roles sexuales. *Roles sexuales* , 74 (1), 6-9.
- Himmel, E.; Olivares, M. y Zabalza, J. (1999). *Hacia una evaluación educativa aprender para evaluar y evaluar para aprender*. Vol 1. Santiago: PUC-MINEDUC.
- Hjørland, B. (2005). Empirismo, racionalismo y positivismo en la biblioteconomía y la ciencia de la información. *Journal of Documentation*, vol. 61, núm. 1, págs. 130-155. <https://doi.org/10.1108/00220410510578050>

- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266. <https://doi.org/10.1023/b:edpr.0000034022.16470.f3>
- Hodson, D. (2010). Science Education as a Call to Action. *Canadian Journal Of Science Mathematics And Technology Education*, 10(3), 197-206. <https://doi.org/10.1080/14926156.2010.504478>
- Hodson, D. (2020). Going Beyond STS Education: Building a Curriculum for Sociopolitical Activism. *Canadian Journal Of Science Mathematics And Technology Education*, 20(4), 592-622. <https://doi.org/10.1007/s42330-020-00114-6>
- Hodson, D., y Wong, S. L. (2014). From the Horse's Mouth: Why scientists' views are crucial to nature of science understanding. *International Journal Of Science Education*, 36(16), 2639-2665. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.927936>
- Hofer, B. y Pintrich, P. (1997). The development of epistemological theories: beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research.*, 67(1), 88-140.
- Hofer, B.K. (2001). Personal Epistemology Research: Implications for Learning and Teaching. *Educational Psychology Review* 13, 353-383. <https://doi.org/10.1023/A:1011965830686>
- Holmos-Flores, E., Atencio-González, R. E., Espinoza-Moreno, T. M., y Abarca-Arias, Y. M. (2023). Evaluación alternativa y evaluación tradicional en el contexto de la educación universitaria. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 8(16), 219-236. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i16.2546>
- Hooke, R. (1665). *Micrographia: or some physiological descriptions of minute bodies made by magnifying glasses, with observations and inquiries thereupon*. Royal Society.
- Höttecke, D., y Allchin, D. (2020). Reconceptualizing nature-of-science education in the age of social media. *Science Education*, 104(4), 641-666. <https://doi.org/10.1002/sce.21575>
- Hounsell, D. (2007). Towards more sustainable feedback to students. In *Rethinking assessment in higher education* (pp. 111-123). Routledge.
- Hurtado, F. (2020). La educación en tiempos de pandemia: los desafíos de la escuela del siglo XXI. *Revista Arbitrada del Centro de Investigación y Estudios Gerenciales*, núm. 44, pp. 176-187.
- Hurtado, Y. (2008). *El Proyecto de investigación*. Caracas, República Bolivariana de Venezuela: Quirón – Sygal.
- Ibarra-Sáiz, M. S., y Rodríguez-Gómez, G. (2020). Aprendiendo a evaluar para aprender en la educación superior. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 13(1), 5-8. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7408491.pdf>
- Izquierdo Aymerich, M., y Aduriz-Bravo, A. (2021). Contribuciones de Giere a la reflexión sobre la educación científica. *ArtefaCToS Revista de Estudios Sobre la Ciencia y la Tecnología*, 10(1), 75-87. <https://doi.org/10.14201/art20211017587>
- Izquierdo, M. (1992). Reconsidering the sciences currículum starting from contemporary (converging) models of science and cognition. *History y Philosophie of Science in Science Education*, S. Hills, Ed., 517-529.
- Izquierdo, M. (1995). *La experimentación escolar, des de la perspectiva del modelo cognitiu de ciencia*. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Izquierdo, M., y Aduriz-Bravo, A. (2003). Epistemological foundations of school science. *Science & Education*, 12, 27-43.

- Izquierdo-Aymerich, M. (2014). Los modelos teóricos en la enseñanza de las “ciencias para todos” (ESO, nivel secundario). *Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, 7(13), 69-85
- Jara, N., Rubio, N., y González, J. C. (2012). Unidad didáctica sobre la estructura de la célula eucarionte animal, desde el modelo cognitivo de ciencia. *Revista de Educación En Biología*, 15(1). <https://doi.org/10.59524/2344-9225.v15.n1.22342>
- Jara, R., Quintanilla, M. y Joglar, C. (2010). La resolución de problemas en el estudio de algunos conceptos termoquímicos. Aportes para la formación inicial del profesorado. *XXIII Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Santiago, Chile.
- Jaurilaritza, E., y Vasco G. (2012). *Competencia en cultura científica, tecnología y de la salud: marco teórico*. Berritzegune. [https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/inn\\_doc\\_comp\\_basicas/es\\_def\\_adjuntos/competencias/300026c\\_Pub\\_BN\\_aportaciones\\_cultura\\_cientifica\\_c.pdf](https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/inn_doc_comp_basicas/es_def_adjuntos/competencias/300026c_Pub_BN_aportaciones_cultura_cientifica_c.pdf)
- Johnson, D. S. (1998). The End Of Certainty: Time, Chaos, And The New Laws Of Nature. *Futurics*, 22(3/4), 86. <https://www.proquest.com/openview/7d94e0be02af090e0790397f29303970/1?pq-origsite=gscholar&cbl=31167>
- Johnson, D. W., y Johnson, R. T. (2009). An Educational Psychology Success Story: Social Interdependence Theory and Cooperative Learning. *Educational Researcher*, 38(5), 365-379. <https://doi.org/10.3102/0013189x09339057>
- Jonassen, D. H. (1997). Instructional design models for well-structured and III-structured problem-solving learning outcomes. *Educational Technology Research And Development*, 45(1), 65-94. <https://doi.org/10.1007/bf02299613>
- Jonsson, A., y Svingby, G. (2007). The use of scoring rubrics: Reliability, validity and educational consequences. *Educational Research Review*, 2(2), 130-144. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2007.05.002>
- Jorba, J., y Sanmartí, N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continúa: Propuestas didácticas para las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas*. Ministerio de Educación.
- Julca-Asto, M. J. M., Duran-Llaro, K. L., Alvarez-Medina, G. M., y Donato-Palacios, M. (2023). El aprendizaje basado en problemas para la enseñanza de las ciencias. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 8(2), 390-408. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i2.2882>
- Kampourakis, K. (2016). The “general aspects” conceptualization as a pragmatic and effective means to introducing students to nature of science. *Journal Of Research In Science Teaching*, 53(5), 667-682. <https://doi.org/10.1002/tea.21305>
- Kang, H., Windschitl, M., Stroupe, D., y Thompson, J. (2016). Designing, launching, and implementing high quality learning opportunities for students that advance scientific thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(9), 1316-1340. <https://doi.org/10.1002/tea.21329>
- Karakas, M. (2007, December). The influence of constructivism on nature of Science as an area of research and as a classroom subject. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching* (Vol. 8, No. 2, pp. 1-14). The Education University of Hong Kong, Department of Science and Environmental Studies. [https://www.eduhk.hk/apfslt/download/v8\\_issue2\\_files/karakas.pdf](https://www.eduhk.hk/apfslt/download/v8_issue2_files/karakas.pdf)
- Khishfe, R. (2011). Nature of Science and Decision-Making. *International Journal Of Science Education*, 34(1), 67-100. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.559490>

- Khishfe, R. (2012). Relationship between nature of science understandings and argumentation skills: A role for counterargument and contextual factors. *Journal Of Research In Science Teaching*, 49(4), 489-514. <https://doi.org/10.1002/tea.21012>
- Khishfe, R. (2015). A Look into Students' Retention of Acquired Nature of Science Understandings. *International Journal of Science Education*, 37(10), 1639-1667. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1049241>
- Khishfe, R. (2019). The transfer of nature of science understandings: a question of similarity and familiarity of contexts. *International Journal Of Science Education*, 41(9), 1159-1180. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1596329>
- Khishfe, R. (2020). Retention of acquired argumentation skills and nature of science conceptions. *International Journal Of Science Education*, 42(13), 2181-2204. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1814444>
- Khishfe, R. (2023). Connected learning: An approach for teaching nature of science aspects and argumentation components. *Journal Of Research In Science Teaching*, 60(10), 2180-2215. <https://doi.org/10.1002/tea.21855>
- Khishfe, R., y Lederman, N. (2006). Teaching nature of science within a controversial topic: Integrated versus nonintegrated. *Journal Of Research In Science Teaching*, 43(4), 395-418. <https://doi.org/10.1002/tea.20137>
- Khun, T.S. (1985). *La estructura de las revoluciones científicas*. Ed. F.C.E., México.
- Kim, S. Y., y Alghamdi, A. K. H. (2020). Saudi Arabian secondary students' views of the nature of science within Islamic context. *International Journal Of Science Education*, 42(13), 2266-2283. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1818327>
- Kitchener, K. S. y King, P.M. (1981). Reflective judgment: Concepts of justification and their relationship to age and education. *Journal of Applied Development. Psychology*, 2, 89-116. [https://doi.org/10.1016/0193-3973\(81\)90032-0](https://doi.org/10.1016/0193-3973(81)90032-0)
- Kuhn, D. (2019). Critical Thinking as Discourse. *Human Development*, 62(3), 146-164. <https://doi.org/10.1159/000500171>
- Kuhn, T. S. (1962). *The structure of scientific revolutions* (Vol. 962). University of Chicago press.
- Kuhn, T. S. (1970). *La estructura de las revoluciones científicas* (3.ª ed.). Editorial Fondo de Cultura Económica.
- Labarrere, S. F. L., y Quintanilla, M. R. G. (2002). La solución de problemas científicos en el aula. Reflexiones desde los planos de análisis y desarrollo. *Pensamiento Educativo, Revista de Investigación Latinoamericana (PEL)*, 30(1), 121-137.
- Larson, L. C., y Miller, T. N. (2011). 21st Century Skills: Prepare Students for the Future. *Kappa Delta Pi Record*, 47(3), 121-123. <https://doi.org/10.1080/00228958.2011.10516575>
- Lave, J., y Wenger, E. (1991). *Situated learning*. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511815355>
- Lawson, A. E. (1999). What should students learn about the nature of science and how should we teach it? Applying the "If-and-then-therefore" pattern to develop students' theoretical reasoning abilities in science. *Journal of college science teaching*, 28, 401-411.
- Leden, L., Hansson, L., y Thulin, S. (2022). Characteristics of book talks about Nature of Science. *Science Education*, 106(6), 1469-1500. <https://doi.org/10.1002/sce.21749>
- Lederman, N. G. (2013). Nature of science: Past, present, and future. *Handbook of research on science education* (pp. 831-879). Routledge.

- Lederman, N. G., y Lederman, J. S. (2019). Teaching and learning nature of scientific knowledge: Is it Déjà vu all over again? *Disciplinary And Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1). <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0002-0>
- Lederman, N.G., y Zeidler, D.L. (1987). Science teachers' conceptions of the nature of science: Do they really influence teacher behavior? *Science Education*, 71(5), 3- 19. 22(7), 649-662. 225-239. 72 1-734.
- Ley 20.370 de 2009. Por la cual establece el marco normativo en materia de educación. 12 de septiembre de 2009. D.O. N.o. 20.370. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.
- Ley 21.091 de 2018. Por la cual establece el marco normativo en materia de educación superior. 29 de mayo de 2018. D.O. N.o. 21.091.
- Librea-Carden, M. R., Mulvey, B. K., Borgerding, L. A., Wiley, A., y Ferdous, T. (2021). 'Science is accessible for everyone': preservice special education teachers' nature of science perceptions and instructional practices. *International Journal Of Science Education*, 43(6), 949-968. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1893857>
- Lieber, E., y Weisner, T. (2010). Enfrentando los desafíos prácticos de la investigación con métodos mixtos. En *SAGE Handbook of Mixed Methods in Social & Behavioral Research* (2.<sup>a</sup> ed., págs. 559-580). SAGE Publications, Inc., <https://doi.org/10.4135/9781506335193>
- Litwin, E. (2007). Los desafíos de la Buena enseñanza en los primeros años de la formación universitaria. En N. Carreño (comp.), *Los desafíos de la buena enseñanza en los primeros años de la formación universitaria*. (pp. 15-49). Nueva editorial Universitaria y secretaria Académica de la Universidad Nacional de San Luis.
- Liu, Y., Ma, S., y Chen, Y. (2024). The impacts of learning motivation, emotional engagement and psychological capital on academic performance in a blended university course. *Frontiers in Psychology*, 15, 1357936. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1357936>
- Llorens, J.A. (1987). *Propuesta y aplicación de una metodología para analizar la adquisición de los conceptos químicos necesarios en la introducción a la teoría atómico-molecular*. [Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia].
- López-Pastor, V. y Sicilia-Camacho, A. (2017). Formative and shared assessment in higher education. Lessons learned and challenges for the future. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 42(1), 77-97. <https://doi.org/10.1080/02602938.2015.1083535>
- Lorenzo, M., Odetti, H. y Ortolani, A. (2018). Comunicando la Ciencia Avances en Investigación en Didáctica de la Ciencia. *Ediciones UNL*. [https://www.fcb.unl.edu.ar/institucional/wp-content/uploads/sites/7/2017/08/ODETTI\\_digital.pdf](https://www.fcb.unl.edu.ar/institucional/wp-content/uploads/sites/7/2017/08/ODETTI_digital.pdf)
- Lu, F., Takahashi, S. G., y Kerr, C. (2021). Myth or reality: Self-Assessment is central to effective curriculum in anatomical pathology graduate medical education. *Academic Pathology*, 8, 23742895211013528. <https://doi.org/10.1177/23742895211013528>
- Macías, J. E., y Barzaga, O. (2019). Fundamentos teóricos del constructivismo para la enseñanza de la educación física. *Revista Cognosis. Revista de Filosofía, Letras y Ciencias de La Educación*, IV(1), 99–109. <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Cognosis/article/view/1578/2018>
- Maeng, J. L., Bell, R. L., St Clair, T., Gonczi, A., y Whitworth, B. A. (2018). Supporting elementary teachers' enactment of nature of science instruction: a randomized controlled trial. *International Journal Of Science Education*, 40(18), 2245-2264. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1528643>

- Maeng, J. L., Whitworth, B. A., Bell, R. L., y Sterling, D. R. (2020). The effect of professional development on elementary science teachers' understanding, confidence, and classroom implementation of reform-based science instruction. *Science Education*, 104(2), 326-353. <https://doi.org/10.1002/sce.21562>
- Maki, P. L. (2023). *Assessing for Learning: Building a Sustainable Commitment across the Institution*. Routledge.
- Marbach-Ad, G., Egan, L., y Thompson, K. (2015). A discipline-Based teaching and learning center. *A model for professional development*. New York: Springer.
- Marcelo, C. y Vaillant, D. (2009). *Desarrollo profesional docente*. Narcea.
- Marchesi, A. y Martín, E. (1998). *Calidad de la enseñanza en tiempos de cambio*. Madrid: Alianza Editorial.
- Marinoni, Giorgio, Van't Land, Hilligje, y Jensen, Trine. (2020). *The Impact of COVID-19 on Higher Education Around the World IAU Global Survey Report*. Recuperado de: [https://www.iau-aiu.net/IMG/pdf/iau\\_covid19\\_and\\_he\\_survey\\_report\\_final\\_may\\_2020.pdf](https://www.iau-aiu.net/IMG/pdf/iau_covid19_and_he_survey_report_final_may_2020.pdf)
- Martínez, A. G., García, M. M., y Herrera, C. J. P. (2022). Examen Objetivo. En Sánchez, M. y Martínez, G. (Eds.). *Evaluación y aprendizaje en educación universitaria: estrategias e instrumentos*. (pp. 181-197). CUAIEED, Coordinación de Universidad Abierta, Innovación Educativa y Educación a Distancia, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Martínez, A.G., Manzano, A.P., Buzo, E.C., y Sánchez, M.M. (2022). Evaluación Diagnóstica. En M. Sánchez y A. Martínez (Eds.). (2022). *Evaluación y aprendizaje en educación universitaria: estrategias e instrumentos*. (pp. 53-63). CUAIEED, Coordinación de Universidad Abierta, Innovación Educativa y Educación a Distancia, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Martínez, F. (2021). Aprendizaje, enseñanza, conocimiento, tres acepciones del constructivismo Implicaciones para la docencia. *Perfiles Educativos*, 43(174), 170-185. <https://doi.org/10.22201/IISUE.24486167E.2021.174.60208>
- Martínez, J. M. O., y López, Á. B. (2021). Development of a questionnaire for assessing Spanish-speaking students' understanding of the nature of models and their uses in science. *Journal Of Research In Science Teaching*, 58(6), 852-878. <https://doi.org/10.1002/tea.21681>
- Martínez, M. G., y Naval, V. P. (2024). Análisis de contenido en SPSS y KALPHA: Procedimiento para un Análisis Cuantitativo Fiable con la Kappa de Cohen y el Alpha de Krippendorff. *Estudios sobre el mensaje periodístico*, (30), 125-142.
- Martínez-Tapia, Ricardo J, y Sampieri-Cabrera, Raúl. (2023). La autoevaluación basada en criterios como elemento de evaluación en asignaturas de carga cognitiva elevada. *FEM: Revista de la Fundación Educación Médica*, 26(6), 233-240. Epub 01 de abril de 2024. <https://dx.doi.org/10.33588/fem.2606.1308>
- Marzábal-Blancafort, A., y Venegas, C. (2021). Fortalecimiento de la relación teoría práctica en la formación inicial del profesorado de ciencia. En Marzábal-Blancafort, A., y Merino-Rubilar, C. (Eds.). *Investigación en educación científica en Chile: ¿ Dónde estamos y hacia dónde vamos?*(pp. 149-180) Ediciones Universitarias de Valparaíso.
- Matthews, M.R. (2014). *Science Teaching: The Contribution of History and Philosophy of Science, 20th Anniversary Revised and Expanded Edition (2nd ed.)*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203123058>

- McDonald, C. V. (2010). The influence of explicit nature of science and argumentation instruction on preservice primary teachers' views of nature of science. *Journal Of Research In Science Teaching*, 47(9), 1137-1164. <https://doi.org/10.1002/tea.20377>
- Merino, C. y Izquierdo-Aymerich, M. (2013). Los modelos teóricos en el diseño de una “química para todos”. *Enseñanza de las Ciencias, No. Extra IX Congreso Internacional*, 1784-1788.
- Merino, Cristian e Izquierdo-Aymerich, Mercè (2011). Aportes a la modelización según el cambio químico. *Educación Química*, 22(3), 212-223.
- Merton, R. K. (1973). *The sociology of science: Theoretical and empirical investigations*. The University of Chicago.
- Miller, J. D. (1983). Scientific literacy: A conceptual and empirical review. *Daedalus*, 29-48. <https://www.jstor.org/stable/20024852>
- Miller, M. D., Linn, R. L. y Gronlund, N. E. (2012). *Measurement and Assessment in Teaching* (11va ed.). Londres: Pearson.
- MINEDUC (2016). *Bases curriculares 7° básico a 2° medio*. Unidad de Currículum y Evaluación. Gobierno de Chile.
- MINEDUC (2018). *Bases curriculares primero a sexto básico*. Unidad de Currículum y Evaluación. Gobierno de Chile.
- MINEDUC (2019). *Bases curriculares 3° y 4° medio*. Unidad de Currículum y Evaluación. Gobierno de Chile.
- Ministerio de Educación Nacional. (2004). *Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y educación ambiental*. MEN.
- Mohamed, M., Pérez, MA. y Montero, MA. (2017). Salidas pedagógicas como metodología de refuerzo en la Enseñanza Secundaria. *ReiDoCrea*, 6, 194-210.
- Molina, W. A. R., Basurto, M. J. B., Pangay, C. E. R., Del Carmen Zambrano Herrera, S., y Barros, A. N. P. (2024). Innovación Educativa y Evaluación por Competencias Hacia un Futuro Transformador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 833-854. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i1.9461](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9461)
- Monereo, C., Castelló, M., Clariana, M., Palma, M., y Pérez, M. L. (2000). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje*. Editorial Graó, Barcelona.
- Morales Vallejo, P. (2006). *Las pruebas objetivas: normas, modalidades y cuestiones discutidas*. [https://www.academia.edu/14512086/Las\\_pruebas\\_objetivas](https://www.academia.edu/14512086/Las_pruebas_objetivas)
- Moreira, M. A., y Novak, J. D. (1988). Investigación en enseñanza de las ciencias en la Universidad de Cornell: esquemas teóricos, cuestiones centrales y abordajes metodológicos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 3-18.
- Morell, M. (2012). *Creencias epistemológicas, estrategias metacognitivas y rendimiento académico en estudiantes de primer año de ingeniería*. [Tesis de maestría no publicada, La CUJAE]. La Habana, Cuba.
- Moreno, O. T., y Ramírez, E.A. (2022). Evaluación Formativa y Retroalimentación del Aprendizaje. En M. Sánchez y A. Martínez (Eds.). (2022). *Evaluación y aprendizaje en educación universitaria: estrategias e instrumentos*. (pp. 65-79). CUAIEED, Coordinación de Universidad Abierta, Innovación Educativa y Educación a Distancia, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Morin, E., y Pakman, M. (2003). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: gedisa.
- Morles, V. (2002). Sobre la metodología como ciencia y el método científico: un espacio polémico. *Revista de Pedagogía*, 23(66), 121-146. Recuperado de:

[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-97922002000100006&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-97922002000100006&lng=es&tlng=es).

- Mulvey, B. K., Chiu, J. L., Ghosh, R., y Bell, R. L. (2016a). Special education teachers' nature of science instructional experiences. *Journal Of Research In Science Teaching*, 53(4), 554-578. <https://doi.org/10.1002/tea.21311>
- Mulvey, B. K., y Bell, R. L. (2016b). Making learning last: teachers' long-term retention of improved nature of science conceptions and instructional rationales. *International Journal Of Science Education*, 39(1), 62-85. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1267879>
- Murphy, K., Delli. A. y Edwards, M. (2004). The good teacher and good teaching: Comparing beliefs of second-grade students, preservice teachers and in service teachers. *The Journal of Experimental Education*, 72 (2), 69-92.
- National Research Council, Division of Behavioral, Board on Science Education, y National Committee on Science Education Standards. (1996). *National science education standards*. National Academies Press.
- National Science Teachers Associations. (1982). *Science-technology-society: Science education for the 80's*. Washington, DC: NSTA.
- Nehring, A. (2019). Naïve and informed views on the nature of scientific inquiry in large-scale assessments: Two sides of the same coin or different currencies? *Journal Of Research In Science Teaching*, 57(4), 510-535. <https://doi.org/10.1002/tea.21598>
- Neira, J. (2021). La experimentación en Ciencias Naturales como estrategia de alfabetización científica. *UCMaule*, 60, enero-junio, 2021, 102-116. <http://doi.org/10.29035/ucmaule.60.90>
- Neuendorf, K. A. (2002). *The content analysis guide-book*. Sage.
- Neuendorf, K. A., y Kumar, A. (2016). Content analysis. *The International Encyclopedia Of Political Communication*, 1-10. <https://doi.org/10.1002/9781118541555.wbiepc065>
- Niaz, M. (2016). History and philosophy of science as a guide to understanding nature of science. *Revista Científica*, v. 24, n. 1, 7-16. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2016.24.a1>
- Nicol, D. J., y Macfarlane-Dick, D. (2006). Formative assessment and self-regulated learning: a model and seven principles of good feedback practice. *Studies In Higher Education*, 31(2), 199-218. <https://doi.org/10.1080/03075070600572090>
- Nyarko, S. C., y Rudge, D. W. (2022). Using the history of plate tectonics to teach the nature of science. *International Journal Of Science Education*, 44(12), 1958-1977. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2105977>
- OECD (2023), PISA 2022 Results (Volume I): *The State of Learning and Equity in Education*, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>.
- OECD. (2020). *PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/19963777>
- OECD. (2024). *PISA 2025 Science Framework*. OECD Publishing.
- Oh, P. S. y Oh, S. J. (2011). What Teachers of Science Need to Know about Models: An overview. *International Journal of Science Education*, 33(8) 1109-1130. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.502191>
- Olivares, O., S. L. (2021). *Aprendizaje Basado en Retos: Transformando la educación en salud*. McGraw Hill. Recuperado de: [https://learn.mheducation.com/rs/303-FKF-702/images/NBI\\_2021\\_Olivares\\_Aprendizaje%20basado%20en%20retos\\_1e.pdf?mkt\\_tok=MzAzLUZLRi03MDIAAAGAHdyJO024Vswqn5YVwwSZ-](https://learn.mheducation.com/rs/303-FKF-702/images/NBI_2021_Olivares_Aprendizaje%20basado%20en%20retos_1e.pdf?mkt_tok=MzAzLUZLRi03MDIAAAGAHdyJO024Vswqn5YVwwSZ-)

[Ca0bEW1wbgAlvrsKvL7PED8vgqI6bnb49H5UEDGijns4DMopxFeG3nVtTy\\_My bZL57fpzkr0y5Bms7WZr-9RkfVsLo](#)

- Olivares, S. L., y Rojas, I. E. E. (2022). Evaluación Programática. En Sánchez, M. y Martínez, G. (Eds.). *Evaluación y aprendizaje en educación universitaria: estrategias e instrumentos*. (pp. 151-164). CUAIEED, Coordinación de Universidad Abierta, Innovación Educativa y Educación a Distancia, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Olson Jr, M. (1971). *The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups, with a new preface and appendix* (Vol. 124). harvard university press.
- Oñorbe, A. (2003). Resolución de problemas. En J. Jiménez. (2003). *Enseñar ciencias* (pp. 73-81). Ed. Graó, Barcelona.
- Ordorika, I. (2020). Pandemia y educación superior. *Revista de la Educación Superior*, 49(194), 1-8.
- Organisation for Economic Cooperation and Development. (2016). *PISA 2015. Assessment and analytical framework: Science, reading, mathematic and fnancial literacy*. OECD.
- Orion, N. (2001). A educação em Ciências da Terra: da teoria à prática – implementação de novas estratégias de ensino em diferentes ambientes de aprendizagem. In Marques y Praia, J. (Coords.) *Geociencias nos currículos ensinós básico e secundário*. Universidade de Aveiro, Aveiro, (93-114).
- Ortega, A, Espinoza, O, Ortega, A., y Brito, L. (2021). Rendimiento Académico de Estudiantes Universitarios en Asignaturas de las Ciencias Morfológicas: Uso de Aprendizajes Activos Basados en Problemas (ABP). [Academic Performance in University Students in Morphological Science Courses: Use of Active Problem Based Learning (PBL)]. *International Journal of Morphology*, 39(2), 401-406. <https://n9.cl/qz81n>
- Ortega, A. O. (2018). Enfoques de investigación. Métodos para el diseño urbano–*Arquitectónico*, 1, 9-10.
- Ortega, C., Passailaigue, R., Febles, A., y Estrada, V. (2017). El desarrollo de Competencias Científicas des de los programas de posgrado. REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(11), 1-16.
- Ortega, D. A. R., Rosales, M. J. H., Chavarria, V. C. M., y Moya, J. G. (2022). La educación tradicional vs La educación virtual. *RECIMUNDO*, 6(4), 689-698. [https://doi.org/10.26820/recimundo/6.\(4\).octubre.2022.689-698](https://doi.org/10.26820/recimundo/6.(4).octubre.2022.689-698)
- Ortiz, D. G (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. *Sophía*, 1(19), 93. <https://doi.org/10.17163/soph.n19.2015.04>
- Ortiz-Revilla, J., Greca, I. M. y Adúriz-Bravo, A. (2018) El enfoque de enseñanza STEAM a través de la metodología de indagación. In *Proyectos STEAM en la educación primaria: fundamentos y aplicaciones prácticas*. Greca I. M. y Meneses J. A. (coord.). Madrid: Dextra.
- Ortiz-Revilla, J., Greca, I., y Adúriz-Bravo, A. (2021). Conceptualización de las competencias: revisión sistemática de su investigación en Educación Primaria. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 25(1), 223- 250. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v25i1.8304>
- Ortiz-Sacro, J. C., Capera-Figueroa, C. L., Hernández-Rodríguez, L. E., y Medina-Hernández, J. D. (2020). La enseñanza de las ciencias: una mirada a la educación del siglo XXI. *Resvista Ideales*, 10, 86-91.

- Osborne, J. (2015). Scientific Practices and Inquiry in the Science Classroom. En *Routledge eBooks*. <https://doi.org/10.4324/9780203097267.ch29>
- Owens, A. D. (2015). The BSCS 5E instructional model. *Science Scope*, 39(1), 77.
- Pacheco, R. J. P., Miranda, L. C. B., y Enríquez, N. R. O. (2020). El conductismo en la formación de los estudiantes universitarios. *Revista EDUCARE - UPEL-IPB - Segunda Nueva Etapa 2 0*, 24(1), 117-133. <https://doi.org/10.46498/reduipb.v24i1.1229>
- Padilla-Tacuri, D., K. (2021). El docente en el siglo XXI: habilidades y competencias en la era digital. En Loyola-Illescas, E (coord.), *¿Qué nos dejó la pandemia? Retos y aprendizajes para la educación superior*. (pp. 88-106). Quito: Editorial Abya-Yala. <https://doi.org/10.7476/9789978106754>
- Palacios, F. J. P. (1993). La resolución de problemas: una revisión estructurada. Enseñanza de las Ciencias. *Revista de investigación y experiencias didácticas*, 11(2), 170-178.
- Passeggi, M. (2020). Reflexividad narrativa: «vida, experiencia vivida y ciencia». *Márgenes Revista de Educación de la Universidad de Málaga*, 1(3), 91-109. <https://doi.org/10.24310/mgnmar.v1i3.9504>
- Passey, D. (2020). *Understanding the role of digital technologies in educational settings: Implications for research and practice*. STEL. <https://doi.org/10.21428/8c225f6e.56810a1a>
- Pella, M. O. (1976). The place or function of science for a literate citizenry. *Science Education*, 60(1), 97-101.
- Pella, M., O'Hearn, G., y Gale, C. (1966). Referents to scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 4, 199-208. <https://doi.org/10.1002/tea.3660040317>
- Peralta Lara, D. C., y Guzmán Gómez, V. J. (2020). Metodologías activas para la enseñanza y aprendizaje de los estudios sociales. *Sociedad & Tecnología*, 3(2), 2-10.
- Perez, S., y Meneses, J. A. V. (2020). La competencia científica en las actividades de aprendizaje incluidas en los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(2), 1-18. [https://doi.org/10.25267/rev\\_eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2020.v17.i2.2101](https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i2.2101)
- Pérez, S., y Villagrà, J. (2020). La competencia científca en las actividades de aprendizaje incluidas en los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(2), 2101. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2020.v17.i2.2101](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i2.2101)
- Perrenoud, P. (2007). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Invitación al viaje. México: Graó.
- Perry, W. G., Jr. (1968). *Patterns of Development in Thought and Values of Students in a Liberal Arts College: A Validation of a Scheme*, Cambridge, MA: Bureau of Study Counsel, Harvard University (ERIC Document Reproduction Service No. ED 024315). <https://eric.ed.gov/?id=ED024315>
- Piaget, J. (1969). *Psicología y Pedagogía*. Barcelona: Ariel.
- Piaget, J. (1991). *Seis estudios de psicología*, España: Labor.
- Pimienta Prieto, J. H. (2012). *Estrategias de enseñanza-aprendizaje*. <http://localhost:8383/jspui/handle/123456789/1359>
- Piug, B. M., Blanco, P. A., y Bargiela, I. M. (2023). Integrar el Pensamiento Crítico en la Educación Científica en la Era de la Post-verdad. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(3). [https://doi.org/10.25267/rev\\_eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2023.v20.i3.3301](https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i3.3301)

- Popper, K. (2005). *The Logic of Scientific Discovery*. Routledge eBooks. <https://doi.org/10.4324/9780203994627>
- Porlán, R. y Martín del Pozo, R. (2002). Spanish teachers' epistemological and scientific conceptions: Implications for teacher education. *European Journal of Teacher Education*, 25 (2), 151-169.
- Porlán, R., Rivero, A. y Pozo R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: Teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (2), 155-173.
- Porlán, R., y Del Pozo, R. M. (2004). The conceptions of in-service and prospective primary school teachers about the teaching and learning of science. *Journal of science teacher education*, 15(1), 39-62.
- Prensky, M. (2001). *Digital natives, digital immigrants*. On the Horizon, 9(5), 1-6
- Prieto, L. (2012). Estadística para ciencias sociales y humanas. *Maracaibo: Ediciones del Vicerrectorado Académico*, Universidad del Zulia.
- Quevedo Arnaiz, N. V., García Arias, N., Cañizares Galarza, F. P., y Gavilánez Villamarín, S. M. (2020). La formación del conocimiento investigativo conceptual, actitudinal y procedimental en estudiantes universitarios. *Revista Conrado*, 16(75), 364-371.
- Quintanilla, M. (1999). El dilema epistemológico y didáctico en el curriculum de la enseñanza de las ciencias. ¿Cómo abordarlo en un enfoque CTS? *Pensamiento Educativo*, 25, 299-331.
- Quintanilla, M. (2005). Competencias Científicas. Identificación y caracterización de Competencias Científicas en el aula, ¿qué cambia en la enseñanza y en los nuevos modelos de conocimiento? *Foro Educativo Nacional*. Ministerio de Educación Nacional.
- Quintanilla, M. Q., Labarrere-Sarduy, A., y Orellana-Sepúlveda, C. (2022). Perfiles epistemológicos sobre resolución de problemas científicos en educadoras de infantil. *Enseñanza de las Ciencias*, 40(3), 29-50. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3518>
- Quintanilla, M., Joglar, C., Jara, R., Camacho, J., Ravanal, E., Labarrere, A., Cuellar, L., Izquierdo, M., y Chamizo, J. (2010). Resolución de problemas científicos escolares y fomento de competencias de pensamiento científico: ¿Qué piensan los profesores de química en servicio? *Enseñanza de las Ciencias*, 28 (2), 185-198. <https://ddd.uab.cat/record/60788>
- Quintanilla, M., Joglar, C., Labarrere, A., Merino, C., Cuellar, L., y Koponen, I. (2014). ¿Qué piensan los profesores de química en ejercicio acerca de la resolución de problemas científicos escolares y sobre las competencias de pensamiento científico? *Estudios Pedagógicos*, 40(2), 283-302. <https://doi.org/10.4067/s0718-07052014000300017>
- Quintanilla-Gatica, M., Orellana-Sepúlveda, C., y Páez-Cornejo, R. (2020). Representaciones epistemológicas sobre competencias de pensamiento científico de educadoras de párvulos en formación. *Enseñanza de las Ciencias Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 38(1), 47-66. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2714>
- Ramírez, J. (2003). *Las Representaciones epistemológicas de los profesores sobre la Enseñanza de la Ciencia y sus implicaciones para la Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias Naturales en la perspectiva del Cambio Conceptual*. [Tesis doctoral, Universidad Nacional Autónoma de México]. <https://repositorio.unam.mx/contenidos/79315>

- Ramírez, J. (2017). Representaciones epistemológicas y de aprendizaje en profesores de Ciencias Naturales. *Ethos Educativo*, 51, 11-20.
- Ramírez, T. (1997). *Cómo hacer un proyecto de investigación*. Caracas, Venezuela.
- Ramnarain, U., y Chanetsa, T. (2016). An analysis of South African Grade 9 natural sciences textbooks for their representation of nature of science. *International Journal Of Science Education*, 38(6), 922-933. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1167985>
- Ravanal Moreno, E., Quintanilla Gatica, M., y Labarrere Surday, A. (2012). Concepciones epistemológicas del profesorado de Biología en ejercicio sobre la enseñanza de la Biología. *Ciência & Educação*, 18(4), 875-895. <https://doi.org/10.1590/s1516-73132012000400009>
- Reátegui Torres, G. R., Yahua Pasapera, R., Soplin Rios, J. A., Vizcarra Quiñones, A. M., y Barba-Briceño, L. E. (2022). Conductismo, cognitivismo, constructivismo: sus aportes y las características del docente y estudiante. *Paidagogo*, 4(2), 90–102. <https://doi.org/10.52936/p.v4i2.136>
- Rebar, B. (2009). *Evidence, Explanations, and Recommendations for Teachers' Field Trip Strategies*. [Doctoral Thesis, Oregon State University]. Oregon.
- Reina, M. (2017). Percepciones de autoevaluación: Autoestima, autoeficacia y satisfacción vital en la adolescencia. *Psychology, Society, & Education*, 2(1), 55-69. Recuperado de <http://ojs.ual.es/ojs/index.php/psye/article/view/435/418>
- Reinisch, B., y Fricke, K. (2022). Broadening a nature of science conceptualization: Using school biology textbooks to differentiate the family resemblance approach. *Science Education*, 106(6), 1375-1407. <https://doi.org/10.1002/sce.21729>
- Ridernour, C. y Newman, I. (2008). *Mixed methods research: Exploring the interactive continuum*. Carbondale: Southern Illinois University Press.
- Ríordáin, M. N., Johnston, J., y Walshe, G. (2015). Making mathematics and science integration happen: key aspects of practice. *International Journal Of Mathematical Education In Science And Technology*, 47(2), 233-255. <https://doi.org/10.1080/0020739x.2015.1078001>
- Roberts, D. A. (2012). *What counts as science education? In Developments and dilemmas in science education* (pp. 27-54). Routledge.
- Rodríguez, F., y Blanco, L. (2021). Diseño de una secuencia de enseñanza-aprendizaje para el desarrollo de Competencias Científicas en el contexto del consumo de agua envasada. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1803. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2021.v18.i1.1803](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1803)
- Rodríguez, L. (2005). *Análisis de las creencias epistemológicas, concepciones y enfoques de aprendizaje de los futuros profesores* [Tesis de doctorado no publicada, Universidad de Granada].
- Roschelle, J., Pea, R. D., Hoadley, C. M., Gordin, D. N., Y Means, B. (2000). Changing How and What Children Learn in School with Computer-Based Technologies. *The Future of Children*, 10(2), 76. <https://doi.org/10.2307/1602690>
- Ruiz-Primo, M. A., y Furtak, E. M. (2024). Classroom activity systems to support ambitious teaching and assessment. In Marion, S.F., Pellegrino, J. W., y Berman, A. I. (Eds.) *Reimagining Balanced Assessment Systems*. (pp. 93- 131). National Academy of Education. [https://naeducation.org/wp-content/uploads/2024/04/Full-Report\\_Reimagining-Balanced-Assessment-Systems.pdf#page=102](https://naeducation.org/wp-content/uploads/2024/04/Full-Report_Reimagining-Balanced-Assessment-Systems.pdf#page=102)
- Ryan, A., y Aikenhead, G. (1992). Students' Preconceptions about the Epistemology of Science. *Science Education*, 76(6), 559-580. <https://doi.org/10.1002/sce.3730760602>

- Ryan, M. P. (1984). Monitoring text comprehension: individual differences in epistemological standards. *Journal of Educational Psychology*, 76, 248-258.
- Saavedra, A. R., y Opfer, V. D. (2012). Learning 21st-Century Skills Requires 21st-Century Teaching. *Phi Delta Kappan*. <https://doi.org/10.1177/003172171209400203>
- Sadler, D. R. (1989). Formative assessment and the design of instructional systems. *Instructional Science*, 18(2), 119-144. <https://doi.org/10.1007/bf00117714>
- Salazar-Cedeño, G. D., Alcívar-Olvera, M. G., y Esteves-Fajardo, Z. I. (2024). La alfabetización en investigación como necesidad educativa actual en educación superior [Research literacy as a current educational need in higher education]. *Deleted Journal*, 4(2), 28-34. <https://doi.org/10.62574/rmpi.v4i2.134>
- Sampieri, R. H. (2006). *Ampliación y fundamentación de los métodos mixtos*.
- Sampieri, R. H., y Torres, C. P. M. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas: cuantitativa, cualitativa y mixta*. <http://104.207.147.154:8080/handle/54000/1292>
- Sánchez, A., y Gómez, R. (2013). Enseñanza de las ciencias naturales para el desarrollo de competencias científicas. *Amazonia Investiga*, 2(3), 30-53. <https://amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/646/607>
- Sánchez, M. M., y Delgado, L. M. (2022). Evaluación Sumativa y Exámenes de Alto Impacto. En Sánchez, M. y Martínez, G. (Eds.). *Evaluación y aprendizaje en educación universitaria: estrategias e instrumentos*. (pp. 81-97). CUAIEED, Coordinación de Universidad Abierta, Innovación Educativa y Educación a Distancia, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sánchez, M. M., y Martínez, A. G. (2020). *Evaluación del y para el aprendizaje: instrumentos y estrategias*. Imagia Comunicación.
- Sánchez, M. M., y Martínez, A. G. (Eds.). (2022). *Evaluación y aprendizaje en educación universitaria: estrategias e instrumentos*. CUAIEED, Coordinación de Universidad Abierta, Innovación Educativa y Educación a Distancia, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sánchez-Mendiola, M. (2018). The assessment of learning in students: is it really so complicated? *Revista Digital Universitaria*, 19(6). <https://doi.org/10.22201/codeic.16076079e.2018.v19n6.a1>
- Sánchez-Mendiola, M., y Delgado M. L. (2022). Evaluación Sumativa y Exámenes de Alto Impacto. En M. Sánchez y A. Martínez (Eds.). (2022). *Evaluación y aprendizaje en educación universitaria: estrategias e instrumentos*. CUAIEED, Coordinación de Universidad Abierta, Innovación Educativa y Educación a Distancia, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sanmartí N. (2004). La Evaluación refleja el modelo didáctico: Análisis de actividades
- Sanmartí, N. (1997). Enseñar y aprender ciencias: algunas reflexiones. *Guía praxis para el profesorado de la ESO. Ciencias de la naturaleza. Contenidos, actividades y recursos*, 9-42.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. España.
- Sanmartí, N. y Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 3-16
- Sanmartí, N.; Jorba, J. (1995). Autorregulación de los procesos de aprendizaje y construcción de conocimientos. *Revista Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*. N° 4, abril, pp. 59-77.

- Santos Guerra, M. (1996). *La evaluación en las escuelas. En varios, las prácticas culturales en el aula: metodología y evaluación*. Centro de profesores de Granada
- Schleicher, A. (2018). *World Class: How to build a 21st-century School System, Strong Performers and Successful Reformers in Education*. Paris: OECD Publishing.
- Schleiden, M. J. (1838). *Beiträge zur Phytogenese* [Contribuciones a la fitogénesis]. *Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medizin*, 1838(2), 137-176.
- Schoenfeld, A. H. (1983). Beyond the purely cognitive: Belief systems, social cognitions, and metcognitions as driving forces in intellectual performance. *Cognitive Science*, 7, 329-363.
- Schommer, M. A. (1990). Effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 82, 498–504.
- Schommer, M.A. (1992). Predictors of Epistemological Beliefs: Comparing Adults with Only a Secondary Education to Adults with PostSecondary Education. *Paper presented at the Midwestern Educational Research Association*, Chicago.
- Schommer, M.A. (1994a). An emerging conceptualization of epistemological beliefs and their role in learning. In R. Garner and P.A. Alexander (Eds.), *Beliefs about text and instruction with text* (25-40). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Schommer, M.A. (1994b). Sythesizing epistemological belief research: tentative understandings and provocative confusions. *Educational Psychology Review*, 6, (4), 293-319.
- Schommer, M.A. (2002). An evolving framework for an epistemological belief system. En B. K. Hofer, and P. Pintrich (Eds.), *Personal Epistemology: The Psychology of Beliefs about Knowledge and Knowing* Erlbaum, (p.103–118). *Mahwah*, New York.
- Schommer, M.A. (2004). Explaining the Epistemological Belief System: Introducing the Embedded Systemic Model and Coordinated Research Approach. *Educational Psychologist*, 39 (1), 19-29
- Schommer, M.A., Beuchat-Reichardt, M., y Hernández-Pina, F. (2012). Creencias epistemológicas y de aprendizaje en la formación inicial de profesores Epistemological and learning beliefs of trainee teachers studying Education. *Anales de Psicología*, 28(2), 465-474. <https://doi.org/10.6018/analesps.28.2.125341>
- Schunk, D. H. (2012). *Learning theories an educational perspective*. Pearson Education, Inc.
- Schuwirth, L., y Van der Vleuten, C. (2019). How ‘Testing’ Has Become ‘Programmatic Assessment for Learning’. *Health Professions Education*, 5, 177–184
- Schwann, T. (1839). *Mikroskopische Untersuchungen über die Übereinstimmung in der Struktur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen* [Investigaciones microscópicas sobre la similitud en la estructura y el crecimiento de animales y plantas]. Berlin: Sander’schen Buchhandlung.
- Segers, M., Dochy, F., y Cascallar, E. (Eds.). (2006). *Optimising new modes of assessment: In search of qualities and standards* (Vol. 1). Springer Science & Business Media.
- SERVE Center at the University of North Carolina at Greensboro. (2006). How to assess student per formance in History: going beyond multiple-choice tests. [https://libres.uncg.edu/ir/uncg/f/J\\_Edmunds\\_How\\_2006.pdf](https://libres.uncg.edu/ir/uncg/f/J_Edmunds_How_2006.pdf)
- Sesento, L. (2021). El Constructivismo; posibilidades en el aula universitaria. *Milenaria, Ciencia y Arte*, Año 10(17), 215–258. <https://doi.org/10.2307/j.ctv13vddwp.8>
- Shamos, M. (1963). The price of scientific literacy. *National Association of School Principals*, 47, 41-51.

- Shen, B. (1975). Science literacy: The public need. *The Science*, 1(1), 27-29. <https://www.jstor.org/stable/27845461>
- Showalter, V. M. (1974). What is unified science education? Program objectives and scientific literacy. *Prism ii*, 2(3-4), 1-6.
- Shute, V. J. (2008). Focus on formative feedback, *Review of Educational Research* 78, 153–189. <https://doi.org/10.3102/0034654307313795>
- Singh-Manoux, A. (2003). Psychosocial factors and public health. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 57(8), 553–556. doi:10.1136/jech.57.8.553
- Sjøberg, S. (1997). Scientific literacy and school science. Arguments and second thoughts. Science, technology and citizenship. *The public understanding of science and technology in Science Education and research policy*, 9-28.
- Skinner, B. F. (1965). *Science and human behavior* (No. 92904). Simon and Schuster.
- Smith, L. D. (1994). *Conductismo y positivismo lógico: una reconsideración de la alianza*. Desclée de Brouwer.
- Soler Gil, R. A. (2023). El método científico y el pensamiento complejo para la investigación en la educación superior actual. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 15(2), 147-160. <https://doi.org/10.22335/rlct.v15i2.1780>
- Sousa Fernández S., García Monteagudo, D. y Souto González XM. (2016). Educación geográfica y las salidas de campo como estrategia didáctica: un estudio comparativo desde el Geoforo Iberoamericano. Biblio 3W, *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, XXI (1), 155.
- Stadermann, K., y Goedhart, M. (2020). Secondary school students' views of nature of science in quantum physics. *International Journal Of Science Education*, 42(6), 997-1016. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1745926>
- Stewart, J. (1988). Potential Learning Outcomes from Solving Genetics Problems: A Typology of Problems. *Science Education* 72(2):237-254
- Stewart, J. (2010). *Enaction: Toward a new paradigm for Cognitive Science*. MIT Press.
- Stiggins, R. J., Arter, J. A., y Chappuis, J. (2004). *Classroom assessment for student learning: Doing it right, using it well*. Assessment Training Institute.
- Stobart, G. (2010). *Tiempos de pruebas: los usos y abusos de la evaluación*. Madrid: Morata.
- Summers, R., Alameh, S., Brunner, J. L., Maddux, J. M., Wallon, R. C., y Abd-El-Khalick, F. (2019). Representations of nature of science in U.S. science standards: A historical account with contemporary implications. *Journal Of Research In Science Teaching*, 56(9), 1234-1268. <https://doi.org/10.1002/tea.21551>
- Taber, K. S. (2017). Models and modelling in science and science education. *Science education* (pp. 263-278). Brill. <https://brill.com/display/book/edcoll/9789463007498/BP000021.xml>
- Tekkumru-Kisa M., Stein M.K. y Schunn C. (2015). A framework for analyzing cognitive demand and content-practices integration: Task analysis guide in science. *Journal of Research in Science Teaching* 52(5), 659-685.
- Torrance, H. (2007). Assessment as learning? How the use of explicit learning objectives, assessment criteria and feedback in post-secondary education and training can come to dominate learning.1. *Assessment In Education Principles Policy And Practice*, 14(3), 281-294. <https://doi.org/10.1080/09695940701591867>
- Torrance, H. y Pryor, J. (2001). Developing formative assessment in the classroom: Using action research to explore and modify theory, *British Educational Research Journal*, 27, 615-631.

- Torres Salas, M. I. (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. *Revista Electrónica Educare*, 14(1), 131-142. <https://doi.org/10.15359/ree.14-1.11>
- Torres, G. R. R., Pasapera, R. Y., Rios, J. A. S., Quiñones, A. M. V., y Barba-Briceño, L. E. (2022). Conductismo, cognitivismo, constructivismo: sus aportes y las características del docente y estudiante. *Paidagogo*, 4(2). <https://doi.org/10.52936/p.v4i2.136>
- Torrijos-Muelas, M., González-Víllora, S., Osmá, A. R. B., y Guijarro, E. (2023). Teachers and pre-service teachers' scientific competencies: a methodological development for a systematic review. *International Journal Of Science Education*, 45(14), 1182-1213. <https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2190851>
- Toulmin, S. (1977). *La racionalidad humana. El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza.
- Trejo-Quintana, J. (2020). La falta de acceso y aprovechamiento de los medios y las tecnologías: dos deudas de la educación en México. En H. Casanova Cardiel (Coord.), *Educación y pandemia: una visión académica* (pp. 122-129). Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación.
- Turpo, O. (2021). *Pisa en Perú y Portugal: análisis curricular de la competencia científica*. Grupo Compás; Unesco.
- Tversky, A., y Kahneman, D. (1974). Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases. *Science*, 185(4157), 1124-1131. <https://doi.org/10.1126/science.185.4157.1124>
- Tyler, R. (1950). *Basic principle of curriculum and instruction*. Chicago: Chicago University.
- UMCE. (2022). *Plan Estratégico Institucional*. Recuperado de: [https://pdei2030.umce.cl/images/documentos/2022-07-15-pdei-umce\\_2022-2030.pdf](https://pdei2030.umce.cl/images/documentos/2022-07-15-pdei-umce_2022-2030.pdf)
- UMCE. (s.f.). *Pedagogía en Biología con Menciones*. <https://pregrado.umce.cl/index.php/pedagogia-en-biologia-con-menciones>
- UNESCO (2021). *Evaluación formativa: Una oportunidad para transformar la educación en tiempos de pandemia*. Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación (LLECE).
- UNESCO (2021). *Glossary*. Paris: UNESCO. <https://learningportal.iiep.unesco.org/es/glossary/e>
- UNESCO. (2016). *Educación para la ciudadanía mundial. Preparar a los educandos para los retos del siglo XXI*. Unesco.
- Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación (UMCE). (s.f.). *Pedagogía en Biología con menciones*. Recuperado de <https://pregrado.umce.cl/index.php/pedagogia-en-biologia-con-menciones>
- Uribe, B. I. M. (2017). La historia de la ciencia: ¿Qué es y para qué? *Revista Odontológica Mexicana Órgano Oficial de la Facultad de Odontología UNAM*, 21(2), 78-80. <https://doi.org/10.1016/j.rodsmex.2017.05.001>
- Valencia, A. (2017). *Desarrollo de Competencias Científicas (Analizar problemas y formulación de hipótesis) en estudiantes de 5° grado de básica primaria, mediante prácticas de laboratorio enmarcadas en los estándares básicos de competencia de ciencias naturales (entorno físico)*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia], Colombia.

- Van Dijk, E. M. (2014). Understanding the Heterogeneous Nature of Science: A Comprehensive Notion of PCK for Scientific Literacy. *Science Education*, 98(3), 397-411. <https://doi.org/10.1002/sce.21110>
- Vázquez, A., Manassero, M. A., Acevedo, J., y Acevedo, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: La comunidad tecnocientífica. *Revista Electrónica De Enseñanza De Las Ciencias*, 6(2). [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART7\\_Vol6\\_N2.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART7_Vol6_N2.pdf)
- Verano, R. A. Q., y Garavito, C. A. (2015). *Los factores psicosociales y su relación con las enfermedades mentales*. Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5771023>
- Vildósola Tibaud, X. (2009). *Las actitudes de profesores y estudiantes y la influencia de factores del aula en la transmisión de la naturaleza de la ciencia en la enseñanza secundaria*. [Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona]. <https://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/41440>
- Virchow, R. (1855). *Cellularpathologie: in ihrer Begründung auf physiologische und pathologische Gewebelehre* [Patología celular basada en la teoría de los tejidos fisiológicos y patológicos]. Berlin: Verlag von August Hirschwald.
- Vizcaino Escobar, A., Otero Ramos, I., y Mendoza González, Z. (2013). Las creencias epistemológicas como alternativa para la comprensión del aprendizaje. *Revista Psicoespacios*, Vol. 7, N. 10, diciembre 2013, pp.117-163.
- Von Stecher, P. (2017). El lenguaje de la ciencia y de su divulgación en la revista argentina Ciencia e Investigación (1945-1955). *Logos Revista de Lingüística Filosofía y Literatura*, 27(2), 198-210. <https://doi.org/10.15443/r12715>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes* (Vol. 86). Harvard university press.
- Wahbeh, N., y Abd-El-Khalick, F. (2013). Revisiting the Translation of Nature of Science Understandings into Instructional Practice: Teachers' nature of science pedagogical content knowledge. *International Journal Of Science Education*, 36(3), 425-466. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.786852>
- Waldrop, M. M. (1992). *Complexity: The emerging science at the edge of order and chaos*. Simon and Schuster.
- Walls, L. (2011). Third grade African American students' views of the nature of science. *Journal Of Research In Science Teaching*, 49(1), 1-37. <https://doi.org/10.1002/tea.20450>
- Walls, L. (2015). Awakening a dialogue: A critical race theory analysis of U. S. nature of science research from 1967 to 2013. *Journal Of Research In Science Teaching*, 53(10), 1546-1570. <https://doi.org/10.1002/tea.21266>
- Weber, M. (1922). *Economía y sociedad: Esbozo de sociología comprensiva*. Fondo de Cultura Económica. <https://zoonpolitikonmx.wordpress.com/wpcontent/uploads/2014/08/max-weber-economia-y-sociedad.pdf>
- Weber, N. (2004). Editor's Comments: The Rhetoric of Positivism versus Interpretivism: A Personal View. *MIS Quarterly*, 28(1), iii. <https://doi.org/10.2307/25148621>
- Weinstein, C. E. y Mayer, R. E. (1986). *La enseñanza de estrategias de aprendizaje. Manual de la investigación sobre la enseñanza*. New York: McMillan.
- Wheeler, L. B., Mulvey, B. K., Maeng, J. L., Librea-Carden, M. R., y Bell, R. L. (2019). Teaching the teacher: exploring STEM graduate students' nature of science

- conceptions in a teaching methods course. *International Journal Of Science Education*, 41(14), 1905-1925. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1647473>
- Whitehead, A.N. (1925). The Origins of Modern Science. In Tauber, A.I. (eds). *Science and the Quest for Reality. Main Trends of the Modern World*. (pp. 53-69). Palgrave Macmillan, London. [https://doi.org/10.1007/978-1-349-25249-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-1-349-25249-7_2)
- Yacoubian, H.A. (2012). *Hacia un currículo de ciencias con una naturaleza filosófica y pedagógicamente razonable*. University of Alberta.
- Yacoubian, HA (2015). Un marco para guiar a los futuros ciudadanos a pensar críticamente sobre la naturaleza de la ciencia y las cuestiones sociocientíficas. *Revista Canadiense de Educación en Ciencias, Matemáticas y Tecnología*, 15(3), 248–260.
- Yacoubian, HA (2017). Scientific literacy for democratic decision-making, *International Journal Of Science Education*, [doi.org/10.1080/09500693.2017.1420266](https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1420266).
- Zeidler, D. L., Herman, B. C., Ruzek, M., Linder, A., y Lin, S. (2013). Cross-cultural epistemological orientations to socioscientific issues. *Journal Of Research in Science Teaching*, 50(3), 251-283. <https://doi.org/10.1002/tea.21077>
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., y Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357-377. <https://doi.org/10.1002/sce.20048>
- Zhai, X., y Pellegrino, J. W. (2023). Large-scale assessment in science education. In *Handbook of research on science education* (pp. 1045-1097). Routledge.
- Zhao, Y. (2020). Two decades of havoc: A synthesis of criticism against PISA. *Journal of Educational Change*, 21(2), 245–266. <https://doi.org/10.1007/s10833-019-09367-x>
- Zhuang, H., Xiao, Y., Liu, Q., Bing, Y., Xiong, J., y Bao, L. (2021). Comparison of nature of science representations in five Chinese high school physics textbooks. *International Journal Of Science Education*, 43(11), 1779-1798. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1933647>
- Zohar, A., y Dori, Y. J. (2003). Higher Order Thinking Skills and Low-Achieving Students: Are They Mutually Exclusive? *Journal Of The Learning Sciences*, 12(2), 145-181. [https://doi.org/10.1207/s15327809jls1202\\_1v](https://doi.org/10.1207/s15327809jls1202_1v)
- Zompero, A. D. F., Parga Lozano, D. L., Werner da Rosa, C. T., y Vildósola Tibaud, X. (2022). Competencias Científicas en los currículos de Ciencias Naturales: estudio comparativo entre Brasil, Chile y Colombia. *Praxis & Saber*, 13(34), 22-38.
- Zona, J., y Giraldo, J. (2017). Resolución de problemas: escenario del pensamiento crítico en la didáctica de las ciencias. *Latinoamericana de Estudios Educativos*, 13(2), 122-150.