



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

Universidad de Sonora



Maestría en Innovación Educativa

**Significados de la alfabetización científico-crítica en profesores-investigadores
del área STEM de la Universidad de Sonora**

Alumno:

Jimena Daniela Mendoza Flores

Director de tesis:

Dr. Leonel De Gunther Delgado

Comité:

Mtra. Ana Bertha De la Vara Estrada

Dra. Janaina Minelli De Oliveira Ramos

Dr. Edgar Oswaldo González Bello

30 de junio del 2023, Hermosillo, Sonora.

Hermosillo, Sonora. Junio 29 de 2023

Dr. Juan Pablo Durand Villalobos

Coordinador de la Maestría en Innovación Educativa

Universidad de Sonora

Presente.

Por este medio se le informa que el trabajo titulado **“Significados de la alfabetización científico-crítica en profesores-investigadores del área STEM de la Universidad de Sonora”**, presentado por **Jimena Daniela Mendoza Flores** estudiante de la **Maestría en Innovación Educativa**, con número de **expediente 206200859**, **cumple con los requisitos teóricos-metodológicos** para ser sustentado en el examen de grado, para lo cual se aprueba su publicación.

Atentamente



Dr. Leonel De Gunther Delgado



Mtra. Ana Bertha de la Vara



Dra. Janaina Minelli De Oliveira



Dr. Edgar Oswaldo Gonzáles Bello

Para mis enanos, Vicky y Maty.

Agradecimientos

A la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología por el financiamiento otorgado para la realización de esta investigación, que permite confirmar los resultados de este trabajo de tesis, ya que sin ese apoyo este trabajo no habría podido realizarse.

A mi querido y estimado director de tesis, Dr. Leonel De Gunther Delgado, por su guía durante todo este proceso formativo, por sus bromas, consejos y detalles traídos de sus viajes. Por la confianza que depositó en mí, aún en los momentos en los que yo no podía hacerlo, por regalarme parte de su valioso tiempo a pesar de su agenda a punto de explotar.

A mi comité de tesis, Mtra. Ana Bertha De la Vara, con la que fue un placer reconectar después de años de haber concluido mi licenciatura; Dra. Janaina De Oliveira, por su tiempo y disposición para ofrecer su guía y comentarios para mejorar; Dr. Edgar González, quien me acompañó como profesor durante mi paso por la maestría, por sus comentarios y críticas que ponían a prueba mis capacidades, siempre para crecer.

A cada uno de mis profesores en el posgrado de Innovación Educativa de la Universidad de Sonora, en especial a la Dra. Emilia Castillo y Dra. ETTY Estévez. Al coordinador, Dr. Juan Pablo Durand, por siempre estar atento a las dudas y reírse de mis *stickers* de gatitos.

A todos los profesores que fueron parte de esta investigación como informantes quienes compartieron sus experiencias y saberes sobre la escritura científica: Dra. Jacinto, Dra. Villalba, Dra. Álvarez, Dr. Valenzuela, Dr. Castillo, Dr. Dávila, Dr. Brau, Dr. Weissman, Dr. Maldonado, Dr. Velasco, Dr. Velderraín, Dr. Olgún, Dr. Fernández, Dr. Cabrera, Dr. Porcayo, Dr. Armendáriz, Dr. Sánchez y Dr. Santos.

A mis compañeras, quienes a pesar de todo estuvieron para mí. Dulce y Valeria, mis preciadas *roomies*, a Edna y Alondra, quienes seguirán conmigo en este nuevo anime llamado Doctorado en Innovación Educativa.

A mi familia, en especial a mis padres, hermanos y mis fabulosos sobrinos, que fueron el motor para aventurarme en ese proceso y no salir huyendo cuando sentía que las cosas eran

insostenibles, porque mi deseo es ser el mejor ejemplo para ellos, ser su apoyo y su lugar seguro cuando no sepan a donde ir.

A mis amigas, Montsu, Yaja y Nessa, por sus porras y apoyo constantes, por perdonarme cada vez que tenía que cancelar algún plan porque las tareas y la tesis no me permitían dejar de trabajar.

A mi novio, Raúl por acompañarme en cada etapa de mi vida, por estar conmigo en este proceso, por las risas que me robas cuando me ves que estoy a punto de explotar, por cada abrazo que me das cuando el cansancio me gana.

Finalmente, gracias a la Dra. Martha y Dr. Chavarín quien estuvieron atentos a mi salud mental y emocional, durante los momentos difíciles que pasé en la maestría.

"Todos los escritores que conozco tienen problemas para escribir".

Joseph Heller

Resumen

El objetivo de esta investigación fue analizar los significados que le otorgan a la alfabetización científico-crítica profesore-investigadores del área STEM (Ciencias, Tecnologías, Ingenierías y Matemáticas) de la Universidad de Sonora a partir de tres líneas temáticas: Ética, pensamiento crítico y escritura. Este tipo de alfabetización postula que los científicos deben replantear su forma de hacer ciencia, esto para hacerlos responsables de su conocimiento y descubrimientos que tienen un impacto en los contextos sociales y ecológicos. Para realizar este estudio se decidió trabajar desde el paradigma constructivista desde un enfoque cualitativo. El instrumento utilizado fue la entrevista semi estructurada, la cual se aplicó a los 18 informantes que participaron, los cuales forman parte del área STEM, denominada así para fines de esta investigación. Los resultados dieron la generación de una categoría de análisis emergente que no se contempló en primera instancia: el factor económico, siendo este el principal condicionante de las líneas temáticas originales, ya que se reconoce que los apoyos recibidos por parte de los programas nacionales de investigación así como, los concursos de presupuestos condicionan la labor científica, Por lo que los principios propuestos desde la alfabetización científico-crítica se desdibujan.

Palabras clave: Alfabetización científico-crítica, Ética, Pensamiento crítico, Escritura, Profesor-Investigador.

Contenido:

Introducción	1
Capítulo 1. Planteamiento del problema	4
1.1 Alfabetización y ciencia	4
1.2 Fortalecimiento de la alfabetización y la ciencia en México y Sonora	7
1.3 Alfabetización y ciencia en el escenario universitario sonorense: caso UNISON	9
1.4 Alfabetización científico-crítica: estudios previos	12
1.4.1 Ética: significados del académico, implicaciones y su efecto en la investigación	16
1.4.2 Pensamiento crítico característica de la investigación científica	18
1.4.3 Escritura como habilidad del académico.	20
1.5 Problema de investigación	22
1.5.1 Pregunta de investigación	25
1.5.2 Preguntas específicas de investigación	25
1.5.3 Supuestos de investigación	26
1.6 Objetivos de investigación	26
1.7 Justificación.....	26
Capítulo 2. Marco teórico.....	27
2.1 Significados como explicación de la conciencia colectiva.	28
2.2 Influencia de factores externos a la ciencia: políticas públicas y factor económico.....	30
2.3 <i>Bildung</i> como referente ético de la ciencia y reconsideraciones de la Alfabetización científico-crítica.	31
2.4 Pensamiento crítico como necesidad de la filosofía STEM	34
2.5 Alfabetización: ciencia y conocimiento.	35
2.5.1 Comunidades de escritura: STEM.....	37
Capítulo 3. Metodología.....	40
3.1 Construcción de los significados desde un marco cualitativo.....	42
3.2 Delimitación de contexto e informantes clave	44

3.2.1 <i>Técnica e instrumento</i>	46
3.2.2 <i>Construcción de entrevista semiestructurada</i>	47
3.2.4 <i>Pilotaje</i>	50
3.2.5 <i>Aplicación de instrumento</i>	52
3.3 <i>Análisis de significados</i>	54
Capítulo 4. <i>Análisis de resultados</i>	56
4.1 <i>Finalidades de la ciencia: capacitación, publicación y divulgación</i>	57
4.1.1 <i>Investigadores: formadores de recurso humano de calidad</i>	58
4.1.2 <i>Publicación de textos: actividad laboral, redes de comunicación y comunicación científica</i>	62
4.1.3 <i>La divulgación define el impacto social de la escritura científica</i>	64
4.2 <i>Intereses y apoyos económicos: condicionantes de la escritura científica</i>	67
4.2.1 <i>Condiciones y valores del docente: pensamiento crítico en la ciencia</i>	68
4.2.2 <i>Apoyos económicos y evaluaciones: condiciones para el desarrollo de la ciencia</i>	70
4.3 <i>Ser crítico: necesidad de la escritura y la ciencia</i>	73
4.3.1 <i>Se necesita ser crítico para ser científico</i>	74
4.3.2 <i>Pensamiento crítico: Analizar y cuestionar para el desarrollo de la ciencia</i>	76
4.4 <i>Formación para la escritura científica: formatos de textos científicos</i>	78
4.4.1 <i>Ideas sobre cómo escribir un texto científico</i>	80
4.4.2 <i>Uso de guías de escritura científica: facilidades y limitaciones</i>	83
4.4.3 <i>Escritura científica: Es necesario capacitarse y formarse</i>	86
Capítulo 5. <i>Conclusiones</i>	90
5.1 <i>Significados de la Alfabetización científico-crítica de los Investigadores del área STEM de la Universidad de Sonora</i>	91
5.2 <i>Ética y pensamiento crítico: finalidades y condicionantes de la escritura científica</i>	93
5.3 <i>Ideas, guías y capacitación para la escritura científica</i>	95
5.4 <i>Filosofía STEM y formación de una ciudadanía científica</i>	97
5.5 <i>Agenda de investigación</i>	98
5.5.1 <i>Recomendación general</i>	98
5.5.2 <i>Limitaciones del estudio</i>	99

Referencias	100
Anexos.....	113

Índice de tablas:

Tabla 1 Asistencia de docentes: División de Ingenierías y División Ciencias Exactas y Naturales	10
<i>Tabla 3 Desglose de dimensiones, categorías y subcategorías de la alfabetización científico-crítica.....</i>	<i>44</i>
Tabla 4 Profesores SNI por género y Divisiones de Ciencias exactas y naturales, e Ingeniería:.....	45
<i>Tabla 5 Características de participantes</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 6 Construcción de categorías de análisis desde la reducción de códigos</i>	<i>55</i>

Índice de figuras:

<i>Figura 1 Modelo de cinco hélices de la innovación adaptado.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 2 Modelo componentes de la naturaleza de la ciencia.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 3 Orientador teórico para la comprensión de los significados de la escritura científica.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 4 Estrategia metodológica</i>	<i>41</i>
<i>Figura 5 Propósitos de la ciencia.</i>	<i>58</i>
<i>Figura 6 Intereses y apoyos económicos: condicionantes de la escritura científica</i>	<i>68</i>
<i>Figura 7 Ser crítico: necesidad de la escritura científica.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 8 Formación para la escritura científica: formatos de textos científicos</i>	<i>79</i>

Introducción

La presente investigación tiene como objetivo analizar los significados que le otorgan a la alfabetización científico-crítica los profesores investigadores del área de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM por su siglas en inglés) de la Universidad de Sonora. Se trata de un trabajo que presenta los diferentes ámbitos en que surge la alfabetización científico-crítica:

- a. El de promoción y apoyo para el desarrollo de la alfabetización -en general- a nivel internacional, nacional y local (véase por ej., los esfuerzos de los organismos internacionales como la UNESCO (1990; 2021; 2022), la ONU (2003), las Políticas públicas nacionales (INEA, 2022; PRONACES, 2021), y locales (ISEA, 2022), así como también los de la Universidad de Sonora (UNISON, 2015).
- b. De un esfuerzo de investigación para comprender los múltiples sentidos de la alfabetización que a lo largo del tiempo han encontrado diversas especificaciones: académica, científica, digital, científico-crítica, entre otras (Carlino, 2013; Harris y Hodges, 1995; Torres, 2018; Sjöström y Eilks, 2021) y sus relaciones con otras dimensiones sean sociales, culturales, éticas y cognitivas.
- c. De un esfuerzo por adecuar nuestra comprensión del fenómeno de la alfabetización científico-crítica (Sjöström y Eilks, 2021) ante los cambios y problemas sociales que afronta la humanidad: se trata de la relación existente entre sociedad y ciencia.

Todo lo anterior para analizar los significados de la alfabetización científico-crítica como un área de estudio naciente en el noroeste de México, conocida como STEM, y en particular en la Universidad de Sonora.

Se trata, sin duda, de un planteamiento problemático, debido a que pone al frente la conocida idea de que “el desarrollo social y la ciencia están relacionados”. Aunque esta idea no es nueva, su comprensión ofrece dos modelos opuestos: el de la ciencia como modelo neutral u objetivo y el de ciencia como modelo no neutral o subjetivo.

En el primero de los casos, el modelo neutral u objetivo señala que los procesos de alfabetización están unidos a la noción de progreso y de libertad social, los cuales se extienden y

se articulan a la práctica escolar (Braslavsky, 2003), sin embargo, este modelo no da cuenta como la alfabetización involucra otros dominios de conocimientos. Así, según Venezky (2005), la alfabetización comprende no sólo conocimientos disciplinares, sino además comunicativos, éticos y críticos. Así pues, el modelo se acerca más a una visión de ciencia desde una perspectiva subjetiva (histórica, cultural o contextual) donde tal neutralidad u objetividad se articula con lo social. Se trata entonces de que el saber científico tiene consecuencias sociales y culturales.

Por consiguiente, la alfabetización científico-crítica ofrece un posicionamiento más amplio de la concepción de la ciencia que puede contribuir con soluciones a problemas de índole social, ecológico y científico, a través de la formación de generaciones de científicos y profesionales más calificados, responsables y comprometidos con el contexto, así este trabajo da cuenta de los significados que los profesores le atribuyen a la ciencia y la escritura científica, desde el ámbito STEM.

En este sentido, el presente trabajo de investigación se divide en cinco capítulos.

El capítulo uno presenta la construcción del problema de investigación, la cual consistió en la revisión del contexto internacional, nacional y local con respecto a la alfabetización con el fin de encontrar su relevancia de estudio. Esto situó a la alfabetización como un problema importante de la educación y, en particular, para el desarrollo de la investigación. Seguido a esto, se realizó la revisión de la literatura específica, la cual da cuenta de los intereses de estudio de las “alfabetizaciones” y, además, reconocer indicios acerca de las consecuencias del saber científico en los ámbitos éticos, de pensamiento crítico y de escritura, en los que lo económico ejerce un condicionamiento importante. Esto permitió definir el problema de investigación y plantear la pregunta: ¿Cuáles son los significados que le otorgan a la alfabetización científico-crítica los profesores investigadores del área STEM de la Universidad de Sonora?

El capítulo dos presenta el orientador teórico que guía la investigación sobre los significados de la alfabetización científico-crítica. Se articula de seis componentes: 1) los significados (Vygotsky, 1987), 2) apoyos económicos, políticas públicas e intereses ajenos a la ciencia (Bunge, 1996; Lloyd, 2018; Peinado, Monto y Torres, 2020; Ratcliff y González del Valle, 2006; Ríos, 2002), este componente refiere a una categoría emergente resultado del análisis de los datos, 3) Ética/Bildung (Freire, 19970; Espinoza y Calva, 2020; Sjöstrom y Eilks 2021), 4)

Pensamiento crítico (Freire, 1967; Haber, 2020; Leal 2003), 5) Alfabetización: ciencia y conocimiento (Judy et al, 2018; Root, 1999), y 6) las comunidades de escritura STEM (Carlino, 2003; Hass,1992; Rojas, 2021).

El capítulo tres presenta la metodología desarrollada para la investigación. Primero, sigue la perspectiva del constructivismo de Guba y Lincoln (1994), así como el método inductivo interpretativo (Álvarez-Gayou, 2013; Flick, 2017). Segundo, se trata de un diseño de investigación transversal debido a que el levantamiento de datos se realizó en una sola ocasión (Gay, 1996; Grinnell, 1997). Tercero, los participantes del estudio fueron profesores del área STEM de la Universidad de Sonora a los cuales se les aplicó una entrevista semi estructurada cuya validación se realizó por medio del juicio de expertos (Kvale, 2011). Finalmente, el análisis se realizó con base en la orientación inductiva propuesta por McMillan y Schumacher (2015).

El capítulo cuatro presenta los resultados obtenidos del análisis de los datos conseguidos de los diferentes miembros de la comunidad STEM de la Universidad de Sonora. Sigue el planteamiento metódico enunciado en el capítulo tres, se introducen aspectos tanto del planteamiento del problema, como del orientador teórico, de igual manera se complementan con otros. Se recuperaron citas textuales de lo enunciado por los informantes con el fin de contrastarlas con el orientador teórico para comprender los significados que le otorgan a la alfabetización científico-crítica. En este apartado emerge el condicionamiento económico y cómo influye en los significados de los informantes.

El capítulo quinto presenta las principales conclusiones con respecto a los resultados y los significados encontrados. Se organizan en cuatro apartados: el primero da cuenta de los significados de la alfabetización científico-crítica en la Universidad de Sonora. El segundo la ética y el pensamiento crítico, el tercero de las ideas, guías y capacitación para la escritura científica, y finalmente, filosofía STEM y formación de una ciudadanía científica. Si bien la ética, el pensamiento crítico y la escritura científica conforman las tres aristas de la alfabetización científico-crítica, el modelo no neutral abre el espacio para considerar el impacto del factor económico como un elemento a considerar. Este capítulo cierra con la agenda de investigación y recomendaciones para la institución, también se describen las limitaciones para llevar a cabo este estudio.

Capítulo 1. Planteamiento del problema

En este primer capítulo se presenta la construcción del problema de investigación, la revisión del contexto internacional, nacional y local con respecto a la alfabetización científico-crítica. Así como la revisión de la literatura específica que permite reconocer la situación acerca de las consecuencias del saber científico en los ámbitos éticos, de pensamiento crítico y de escritura, en los que lo económico ejerce un condicionamiento importante. Se cierra con el planteamiento del problema conformado por: las preguntas, los supuestos, los objetivos de investigación y, finalmente, la justificación del estudio.

1.1 Alfabetización y ciencia

Desde hace más de cincuenta años existe una preocupación por la erradicación del analfabetismo. Organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 1990, 2022), ha promovido, diversas acciones de alfabetización para la adquisición de las habilidades lingüísticas y comunicativas como propuestas para mejorar la educación. De la misma manera la Organización de las Naciones Unidas (ONU) lanzó en 2003, la iniciativa: "Decenio de las Naciones Unidas para la Alfabetización" en el cual reconoce los avances alcanzados en esta materia, pero señala el trabajo aún por realizar (ONU, 2003).

Durante la Conferencia Mundial Educación para Todos de Jomtien, la educación se declara ya como un derecho de todos, así como una capacidad necesaria y base de otros derechos vitales. Además, refuerza la identidad y la herencia cultural y es una herramienta útil para la capacitación técnica. (UNESCO, 1990).

A lo largo del tiempo, el interés sobre la alfabetización ha ido en aumento lo mismo que las dificultades para definirla. En los párrafos anteriores se observa cierta ambigüedad en el uso del término alfabetización sea como enseñanza de la escritura y la lectura o como estrategia o acción para la formación de los ciudadanos.

Braslavsky (2003), puso en evidencia la ambigüedad del término alfabetización hace casi veinte años. Señalaba que 1) la alfabetización es un término que surge en el siglo XIX; 2) es ambiguo y sin consenso (afirmación compartida con Harris y Hodges, 1995, pp. 140-141); 3)

necesita adjetivarse para la especificación de su función (alfabetización científica, alfabetización tecnológica); 4) existe un problema en cuanto a la equivalencia con el término “literacy” y su traducción al español; y 5) se trata no sólo de un problema académico, sino político, social, cultural e institucional.

En la década de los sesenta, el término de alfabetización funcional se mencionó por primera vez en el *Congreso Mundial para la Erradicación del Analfabetismo*, donde se enfatizó que la expansión del mundo moderno y la apertura entre países exigía un proceso de alfabetización con el fin de que un adulto analfabeto se integrará a nuevos roles sociales, productivos y cívicos. Este término adquirió cierta aceptación. Se refería a que una persona con conocimiento de la lectura y de la escritura podrían cumplir con las exigencias de su comunidad.

El problema del analfabetismo en el mundo, a pesar de lo añejo, aún no ha sido zanjado. Según datos de la UNESCO (2021), existen en el planeta más de 773 millones de jóvenes y adultos que no saben leer ni escribir. Casi una octava parte de la población del mundo no cuenta con esas habilidades, aún y cuando desde los años sesenta se haya mantenido una postura firme sobre la necesidad de alfabetizar a la sociedad sin distinción de raza, edad, género y estatus social.

A la par de estos problemas y de las campañas de alfabetización, la discusión sobre los tipos de alfabetización o “alfabetizaciones” aún continúa. Una discusión iniciada en los años noventa. Harris y Hodges, (1995), ofrecen amplias definiciones que van desde los condicionamientos externos: sociedad, cultura, historia, instituciones; hasta los internos: desarrollo de habilidades o competencias. Ello les permite enunciar diferentes tipos de alfabetización: académica, para adultos, avanzada, tecnológica, crítica, computacional, entre muchos otros. Sobre esta última, señalan que se ha extendido a todos los campos del conocimiento científico. La relación entre alfabetización y ciencia, así como sus efectos, se mantiene también desde tiempo atrás.

Fourez (1997), retoma la discusión sobre la alfabetización científica y tecnológica en el ámbito de los estudios sobre ciencia y tecnología. Señala que la alfabetización tecnológica está contenida en la científica, ya que toda solución tecnológica emplea el conocimiento científico para su desarrollo. Agrega que esta última refiere a saberes y capacidades tecnocientíficas y debe distinguirse de las acciones o estrategias de acción institucionales.

Derivado de lo anterior, se sitúa la controversia entre los aportes científicos-tecnológicos y su uso para la solución de problemas sociales, además, de su capacidad destructiva. Este ha sido, uno de los temas que se aborda desde los años. Es por ello que se han creado iniciativas y acciones que intentan promover el avance científico por medio de programas, estrategias y acuerdos que incentiven la unidad entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. Por ejemplo, la Fundación Nacional de Ciencias (NSF)¹ acuñó el término STEM (Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas por sus siglas en inglés) para acordar la unificación de la relación entre el conocimiento y la responsabilidad social (Sanders, 2009).

Surgió así un movimiento que volcaba sus esfuerzos en la relación que existe entre las Ciencias, la Tecnología y la Sociedad (CTS), donde los tres tópicos conforman las aristas de un mismo triángulo que busca convertirse en una experiencia que permita la inclusión de la sociedad en los menesteres científicos y tecnológicos (Perales y Aguilera, 2020). Esto debido a sus principios formativos y valores, los cuales buscan colocar a esta filosofía como los cimientos del desarrollo sostenible² de la sociedad.

Este se puede sintetizar en las disciplinas STEM, las cuales contienen dentro de sí un acento interdisciplinario. Buscan generar un conocimiento con tendencias hacia la solución de problemas de orden político, social y ecológico (Rojas, 2019). Estas exigencias de los problemas requieren que los científicos adquieran y perfeccionen las competencias propias de esta corriente de pensamiento como lo son: pensamiento crítico, capacidad de resolver problemas, creatividad y ser ágiles comunicándose, sin embargo, para que esto se dé es preciso replantear los significados que se otorgan a la ciencia y a las habilidades científicas (Sjöström, y Eilks, 2018). Así que, cuando se piensa en esta filosofía como una herramienta y un medio se coloca un primer paso para propiciar el desarrollo de propuestas científicas basadas en el pensamiento crítico y de responsabilidad con el contexto social.

¹ Fundada en 1950 en Arlington, Virginia, Estados Unidos.

² Enunciado por primera vez en 1987 en el Informe Brundtland. Dicho documento plantea “satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades y aspiraciones.” Está conformado por tres entes: economía, medio ambiente, sociedad por lo que refiere a un desarrollo económico y social respetuoso con el medio ambiente, en otras palabras, que sea: soportable en lo ecológico, viable en lo económico, y equitativo en lo social (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT, 2018)

En concordancia con los principios de esta filosofía, los procesos de alfabetización inciden para que los individuos desarrollen habilidades para el aprendizaje a lo largo de la vida y también para desarrollo de las capacidades comunicativas, un fuerte código de valores éticos, así como el pensamiento crítico para la generación de conocimiento científico responsable con su contexto social que se ha visto impactado por las prácticas añejas de la ciencia.

En ese sentido, Carlino (2003) enuncia que la alfabetización es un proceso en constante evolución, de tal suerte que si, en los niveles básicos se exige que la escritura y la lectura repliquen el conocimiento que el docente transmite al estudiantado; en los niveles de educación superior se deben transformar en un proceso de apropiación del contenido.

Es por ello que dentro de los niveles universitarios, donde se forman a los futuros científicos y profesionistas, la escritura necesita no solo concebirse como un medio de comunicación (Carlino, 2004; 2009); sino volcarse en una nueva concepción para ser comprendida como una herramienta que permita la generación del conocimiento y esté a disposición para la formación de comunidades epistémicas o discursivas, es decir, comunidades que usan géneros superpuestos, específicos de esa comunidad, que se definen por sus propósitos comunicativos generales (Littlemore, 2015, p. 85).

En el mismo sentido, “la alfabetización, originalmente referida a la adquisición de la lectura y la escritura, es un proceso cambiante en la evolución cultural e histórica que se co-construye socialmente en el continuo de la evolución individual del ser humano” (Braslavsky, 2003, p. 12).

1.2 Fortalecimiento de la alfabetización y la ciencia en México y Sonora

Según datos del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI, 2020), la tasa de analfabetismo de las personas de 15 años en adelante se ha reducido considerablemente. Ha disminuido de un 25.8%, registrado en 1970, a un 4.7% en 2020. De eso resulta que poco más de 4 millones de mexicanos carecen de las habilidades de alfabetización; aunque esta disminución puede considerarse un logro para la educación mexicana, este porcentaje sigue considerándose alto, por lo que es relevante que se sigan implementando estrategias para reducir este número.

En este sentido, el Estado a través de sus instituciones ha implementado diversas estrategias encaminadas a resolver este problema. En el año 2021, México contabilizaba una población de 96 millones 213 mil 602 individuos mayores de 15 años, de los cuales 4 millones 318 mil 941 individuos mantenían un estatus de analfabetas (INEGI, 2022). Así, por ejemplo:

1. El Instituto Nacional para la Educación de los Adultos (INEA, 2022) desde 1981 ha centrado sus esfuerzos en la continuidad de la educación para los adultos y jóvenes quienes han abandonado el aprendizaje escolarizado. Esta institución asume que las personas puedan certificarse en niveles educativos básicos (primaria y secundaria) y media superior (preparatoria) lo que abre una puerta a las universidades a estos individuos.
2. El Instituto Sonorense de Educación para los Adultos (ISEA) ofrece servicios para la mejora de los procesos de formación dirigidos al sector de población mayor a 15 años que muestra su interés en continuar con sus estudios. Según los datos del INEGI e ISEA (2022), en Sonora hay una población de individuos mayores a 15 años de 2 millones 283 mil 079 individuos de los cuales 39 mil 394 individuos se encuentran en un estatus analfabeto.
3. El fomento de la escritura y la lectura forma parte de los intereses de investigación de los organismos especializados para la mejora de la educación, como es el caso de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES, 2014), sus resultados han sido referencia para que las universidades y sus docentes formulen estrategias formativas para cubrir dichas ausencias.
4. Otra guía que dirige los esfuerzos nacionales hacia la atención y solución de problemáticas del país, son los programas nacionales estratégicos (PRONACES). Estos programas se consideran como las directrices para el desarrollo de la investigación y la ciencia en México, atendidos por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT, 2021) (Creado en 1970 durante el sexenio de Luis Echeverría). Cada una de estas iniciativas propone una agenda general de trabajo que se concreta en los Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia (PRONAI). Estos se rigen bajo los lineamientos donde se define la relevancia y pertinencia de las investigaciones que se llevan a cabo en México, ya que no sólo buscan explorar y analizar situaciones, sino también ofrecer soluciones a los problemas; el programa PRONACES puede entenderse como el vínculo de la ciencia con el contexto social inmediato.

5. Así mismo, desde hace 30 años la SEP presentó un estudio de nuevas alternativas de educación superior, en el cual compararon las experiencias de países con mayor desarrollo económico y se decidió realizar un proyecto que definía un nuevo modelo pedagógico. Como resultado se concibió un sistema de educación tecnológica superior que colaboraría con el sector productivo de bienes y servicios. Crespo (2009), menciona que este subsistema de universidades ha promovido el desarrollo de la ciencia y la tecnología a nivel nacional y estatal.

1.3 Alfabetización y ciencia en el escenario universitario sonorense: caso UNISON

En el ámbito local, la Universidad de Sonora ha fomentado la escritura en su planta docente, así como el desarrollo de la ciencia y la tecnología. La institución ha configurado estrategias (cursos de actualización docente) que se mantienen vigentes para fomento de la escritura, la investigación y la ciencia.

La institución, en conjunto con los docentes, lleva a cabo estrategias para desarrollar habilidades de escritura sean para docentes o para el estudiantado, por medio de los talleres libres de redacción desarrollados en el Departamento de Letras y Lingüística o por la elaboración de cursos específicos elaborados por profesores. Con estas iniciativas de capacitación se pretende que profesores y estudiantes mantengan una constante capacitación y actualización con respecto a las necesidades contextuales, sociales y académicas que la sociedad requiere, por lo que se fomentan diversas iniciativas como el curso: Comunicación de la ciencia, Elaboración de textos científicos (artículos y/o ponencias) y Criterios de arbitraje académico, como un acercamiento hacia los textos científicos para los docentes que oferta el área de Bellas Artes.

Se trata de iniciativas que buscan promover el desarrollo de habilidades para la elaboración de textos académicos (artículos y/o ponencias) susceptibles de presentación y publicación en foros académicos, así como la aplicación de estrategias de revisión de ponencias bajo el criterio de revisión por pares, todo sustentado en las demandas actuales que son requeridas dentro del ejercicio de la profesión docente y de investigación en el nivel universitario. (De Gunther, 2018)

Asimismo, se han ofertado otros cursos formativos por parte de la Subdirección de Apoyo a Docentes, dentro del Área de Formación Docente, sin embargo, en lo general los datos de

asistencia a dichos cursos refleja poca participación de parte de la planta académica, contando con menos del 50% de asistencia por Departamento (ver tabla 1). Como ejemplo se encuentran las estadísticas de la División de Ingenierías y la División de Ciencias Exactas y Naturales.

Tabla 1 Asistencia de docentes: División de Ingenierías y División Ciencias Exactas y Naturales

Tema	Asistencia de personas por división		Área de formación	Línea temática
	Ciencias e Ingeniería	Ciencias Exactas y Naturales		
Conflicto y violencia con perspectiva de género en la IES	3	10	Responsabilidad social universitaria	Perspectiva de género
Curso de capacitación en Microsoft Teams	5	12	Formación didáctica y pedagógica	Diseño de distintas modalidades de aprendizaje
Elaboración de cuestionarios/exámenes en Moodle	2	4	Formación didáctica y pedagógica	Diseño de distintas modalidades de aprendizaje
Estrategias didácticas para la educación superior	9	19	Formación didáctica y pedagógica	Didáctica y gestión del conocimiento
Herramientas de Moodle para el aula virtual	4	1	Formación didáctica y pedagógica	Didáctica y gestión del conocimiento
Inducción a la Docencia Universitaria	1	2	Responsabilidad social universitaria	Equidad e inclusión
Introducción a Moodle	1	1	Responsabilidad social universitaria	Responsabilidad social
Lenguaje incluyente para la práctica docente	0	4	Responsabilidad social universitaria	Equidad e inclusión
Responsabilidad Social Universitaria	0	3	Responsabilidad social universitaria	Responsabilidad social

Fuente: Secretaría General Académica. Universidad de Sonora (2021)

Los datos permiten reconocer que existe una baja participación por parte del profesorado hacia la capacitación, por lo que es posible inferir que es poco el interés hacia la actualización de su formación con respecto a los temas que se encuentran en tendencia por las circunstancias contextuales, así mismo se puede apreciar la limitada oferta de capacitación que ofrece la UNISON, por lo que es posible pensar en que existe un área de oportunidad para el desarrollo de las habilidades de escritura científica..

De igual manera, el compromiso social que ha adquirido la universidad es vasto, por lo que se ha buscado propiciar el desarrollo de la investigación y la tecnología (UNISON, 2015), para ello la institución cuenta con lineamientos que hace hincapié en el cuidado de los principios éticos y bioéticos. Por medio del área de Apoyo a Docentes, las investigaciones que se llevan a cabo en la UNISON son regidas por cuatro directrices:

1. Desarrollo de investigación y programas de posgrado conforme a las normativas vigentes.
2. Atender necesidades y demandas de los investigadores para promover la investigación.
3. Atender demandas de las coordinaciones de programas de posgrado para contribuir al desarrollo del nivel académico.
4. Coordinar el uso eficiente de los recursos disponibles.

El área de apoyo a docentes es un órgano institucional para la gestión y el apoyo a la planta académica. Tiene la finalidad de promover que la investigación sea orientada a la solución de problemas del contexto inmediato y futuro. De igual manera, busca incentivar a los profesores a extender sus funciones e incluirse en programas de formación que les permita postularse al Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP³). Dentro de sus funciones se encuentra el desarrollo de estrategias que fomenten la participación de profesorado en los procesos de evaluación del desempeño para contribuir a la mejora de la educación a través de la docencia, la investigación elaborada por el personal académico, así como la promoción de la actualización

³ El Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP), busca que el personal docente acceda a programas de formación y actualización académica para el mejoramiento de sus funciones, en el caso de educación superior, este programa busca profesionalizar a Profesores de Tiempo Completo, con la finalidad de que alcancen capacidades de investigación-docencia, desarrollo tecnológico e innovación. Ofrece apoyos con recursos económicos para: Estudios de Posgrados a nivel nacional, Estancias Cortas de investigación, Postdoctorado y gastos de publicación, sin embargo para obtenerlos el docente debe cumplir con ciertos requisitos, tales como: Ser PTC, contar con grado académico mínimo de nivel maestría y demostrar trabajo como docente, generación innovadora del conocimiento, dirección o tutorías individuales y/o gestión o vinculación académica.

de la planta docente a través de convocatorias, becas, cooperación y movilidad de acuerdo con lo establecido en el modelo educativo vigente de la institución.

A lo largo de esta revisión contextual, se encontraron diversas iniciativas con respecto al desarrollo de la escritura en la ciencia, sin embargo, poco se atienden y visualizan las ausencias de la escritura en ámbito de la investigación científica como de la docencia, por lo que un nuevo enfoque para tratar el tema es posible. Se trata de abordarlo desde una comprensión de la escritura científica más amplia, así mismo sensibilizar a los investigadores hacia los nuevos requerimientos éticos y críticos que exige una escritura científica en la sociedad.

1.4 Alfabetización científico-crítica: estudios previos

Los procesos de alfabetización han evolucionado conforme las necesidades contextuales como son el desarrollo de la tecnología y la ciencia, así como la crisis ecológica. La alfabetización ha dejado de ser una práctica exclusiva de las aulas de educación básica. Carrasco (2016), señala que, durante el aprendizaje de la escritura y la lectura, también se ha alejado de las aulas universitarias y se ha integrado a las comunidades de escritura epistémica (Carlino, 2013) para la producción escrita según las disciplinas.

Los procesos de alfabetización han evolucionado conforme las necesidades contextuales como son el desarrollo social de la ciencia y la tecnología, así como la crisis ecológica. Los enfoques son variados y sus resultados son, en ocasiones, opuestos. En el caso de la llamada alfabetización académica podría verse desde dos enfoques principales, ambos ligados a la práctica social: uno a las disciplinas; el otro, a la formación universitaria.

En el primero, la alfabetización ha dejado de ser una práctica formativa exclusiva de las aulas de educación básica e, incluso, de las universitarias (Carrasco, 2016), se ha integrado más a las comunidades de escritura epistémica para la producción escrita según las disciplinas (Carlino, 2013), se ha especializado. El segundo da cuenta de que la alfabetización académica es un proceso transversal formativo (Russell citado por Torres, 2018).

Torres (2018), señala que los resultados de su estudio sobre escritura disciplinar y alfabetización académica realizado en la Escuela de Administración y Negocios, de Bogotá, Colombia, se localizan pocos géneros relativos a las disciplinas y más sobre géneros transversales: ensayos, resumen, reseñas, etc. Agrega que los primeros son relativos a la profesión mientras que, los segundos, a la formación universitaria. Este aspecto, que podría poner en duda la tendencia sobre la orientación disciplinar de la alfabetización académica, puede deberse al enfoque generalista, en el cual, el acercamiento desde los géneros transversales facilita la integración de la alfabetización académica y a uno de los propósitos de la universidad, la formación. En cualquier caso, ambas prácticas están instaladas en la universidad.

Si bien existen varios tipos de “alfabetizaciones” y así como definiciones posibles de las mismas (Harris y Hodges, 1995; Fourez, 1997; Carlino, 2013; Torres, 2018), desde principios del Siglo XXI han emergido otros enfoques, cuya valoración va en aumento. Se trata de la alfabetización científica, entendida tanto como una necesidad y como un derecho de los individuos.

Cañal (2004) considera la alfabetización científica como un proceso de desarrollo cultural, como la aprehensión de perspectivas científicas. Es decir, como un punto positivo para la formación de cada individuo, ya que permite la adquisición de conceptos y actitudes para un pensamiento racional y efectivo.

Lodl y Balschweid (2023), enuncian que la importancia de la alfabetización científica se corresponde con la circulación desmedida de información, ya que cada vez es más complicado saber cuál de ellas es real y cuál no. Se necesita que los individuos puedan leer ciencia y que la ciencia se comunique a la sociedad de manera accesible y oportuna. Enuncian que el conocimiento científico beneficia a las personas, permite analizar la información disponible para tomar decisiones acertadas.

La alfabetización científica posibilita la expansión de la ciencia, su apertura a la sociedad y al diálogo con los individuos. Se trata, por un lado, de que los individuos tengan acceso a información confiable y puedan actuar conforme a ella en la resolución de problemas y, por el otro, para que los científicos interactúen de primera mano con las necesidades y problemas sociales, con la finalidad de atacarlos y ofrecer alternativas de mejora (Aguilar, 1999). Sin embargo, Sjöström and Eilks (2021) afirman que es necesario que se aborde desde una perspectiva crítica, que permita

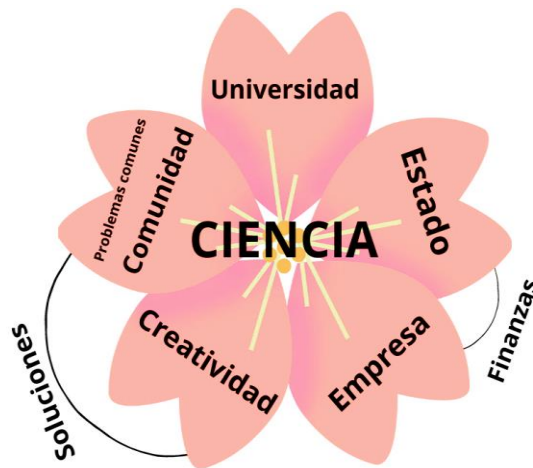
la reflexión del científico, no sólo para solucionar los problemas, sino para que se vuelvan responsables de su propio conocimiento.

Otro enfoque, agrega el término “crítica” en su construcción. Se trata de la alfabetización científico-crítica, la cual apuesta por científicos con conocimiento suficiente y con una actitud crítica, que permita cuestionar el financiamiento y el impacto de este tanto en la misma como en la sociedad, por consiguiente, el impacto ambiental y social. Esto permite entender que la ciencia influye de manera directa en la política e historia; por lo que proponen una articulación educativa, política y ambiental con la finalidad de promover una cultura que retome la socio-eco-justicia, como principal línea de trabajo (Guerrero, González-Weil y Bravo González, 2020).

Las propuestas de este nuevo enfoque crítico y científico han comenzado a tomar fuerza en países como Chile, por ello, Guerrero (2021), propone un modelo de alfabetización influenciado por el trabajo de Freire y su concepto de concientización a través del lenguaje escrito. Este proceso de aprehensión de la ciencia involucra entender de forma crítica el papel del progreso científico y la sociedad en la naturaleza, donde se orienta a analizar las consecuencias de la ciencia. Freire proponía desarrollar la consciencia crítica de los sujetos con la finalidad de liberarlos de los condicionamientos impuestos por la sociedad letrada a la no letrada (Como se cita en Braslavsky, 2003). En este caso, se trata de la erradicación de un analfabetismo científico funcional.

Este proceso de alfabetización científico y crítica exige que contar con habilidades y cualidades las cuales es posible clasificarlas en un conjunto de valores éticos y morales que se reflejen un pensamiento consciente de los resultados de sus investigaciones; así como el desarrollo del pensamiento crítico que les posibilite la capacidad argumentativa y reflexiva durante el proceso de indagación del problema de estudio; así mismo, una escritura fluida con la cual sean capaces de comunicar su trabajo dentro de la comunidad disciplinar en la que se encuentran inmerso. Estos aspectos son vitales no sólo para el desarrollo profesional de los académicos, sino para el avance de la investigación científica.

Figura 1 Modelo de cinco hélices de la innovación adaptado



Fuente: Modelo adaptado de Castillo-Vergara, 2020.

Por ello, el modelo de las tres hélices de Etzkowitz y Leydesdorff (citado en Castillo y Vergara, 2020), enuncia que la innovación y la ciencia se encuentran condicionadas por el estado, el mercado y las universidades, sin embargo, esto se encuentra desarticulado del contexto social, por lo que Carayannis y Campbell (2009 citado en Castillo y Vergara, 2020) proponen articular dos “hélices” más: la opinión de la sociedad (comunidad), ya que son en quienes repercuten los impactos positivos y negativos de los aportes científicos; así mismo incluyen la creatividad, con el fin de que se generen aportes que tengan la menor cantidad de consecuencias y solucionar las repercusiones negativas que traen consigo los descubrimientos científicos.

Este modelo invita a todos los actores de la ciencia (empresas, estado, universidades y sociedad (comunidad) a replantear su papel dentro del conocimiento y los avances científicos, lo que permite que cada uno se involucre en el proceso científico, para que cada parte se haga responsable de su propio papel, como se propone por medio de la alfabetización científico-crítica, lo que le otorgaría a la ciencia una resignificación colectiva (Vygotsky citado en Gutiérrez, et al 2008), una más social y preocupada por el entorno en el que impacta.

En ese sentido, es preciso reconocer las aristas que componen la alfabetización científico-crítica: la ética, el pensamiento crítico y la escritura, por ello es necesario comprender cómo han sido abordados para así reconocer enfoques desde los cuales han sido estudiados. A continuación, se presentan una serie de estudios que permiten vislumbrar la situación.

1.4.1 Ética: significados del académico, implicaciones y su efecto en la investigación

La ética, y su percepción, es un tema que depende de cada sociedad y contexto, ya que los comportamientos éticos se construyen desde el hogar, con el aprendizaje de valores y la profesionalización dichas costumbres se elevan.

En el ámbito universitario, la ética constituye un elemento inmerso en el desarrollo de diversas actividades del personal académico. Por ello, Maliandi (2002) propone una variante ética en la que convergen factores bioéticos y educacionales. Esta variante está regida por cuatro principios básicos: de no-maleficencia (la importancia de conservar lo esencial y lo valioso), de beneficencia (la exigencia de las ausencias), de justicia y de autonomía (como seres individuales).

En el mismo tenor, Salazar, Icaza y Alejo (2018) plantean otros tres principios éticos para la investigación científica. Enuncian estos puntos clave como: obtener el consentimiento de informantes al momento de participar en un experimento, también que los investigados son libres de decidir en qué condiciones participan, así como que los datos que se recolectan tampoco podrán utilizarse fuera de los propósitos definidos en una investigación.

Una cuestión más sobre la ética en el proceso científico, son los factores que intervienen en el entendimiento de un comportamiento ético. Ojeda de López, Quintero y Machado (2007) entienden la ética como la regulación de las conductas, lo que permite la comprensión de sistemas de valores, por lo que estudiaron los componentes morales relacionados a la investigación y la ética, así mismo el tipo de cualidades que forjan al investigador como la humildad, sobriedad y austeridad, los cuales pueden considerarse códigos de conducta del investigador.

Por otro lado, López (2006) analizó 250 cuestionarios de docentes de tres universidades españolas, con la finalidad de comprender cómo es que conciben su función ética. Aborda cuestiones sobre lo que entienden por ética profesional docente, la importancia que es otorgada y si creen necesaria la existencia de un código ético que regule su trabajo como docentes. Los resultados obtenidos aluden a que los docentes tienen consciencia sobre la ética profesional y poco menos de la mitad considera que debe existir un código que regule la ética.

La actitud del profesorado universitario hacia la ética para formar futuros docentes es otro tema de interés, por ello García *et al.* (2009) analizaron las actitudes como elemento integrado en

sus prácticas académicas. Este análisis presentó que el profesorado opina que las instituciones cumplen un rol en la enseñanza de valores profesionales; además reconocieron la necesidad formativa para futuros profesionales, debido a que los problemas sociales no sólo se centran en la ciencia y en la tecnología, sino también en situaciones éticas y por ello, afirman que es necesaria dicha enseñanza como parte del currículo del profesor y de la institución.

En ese mismo sentido, Opazo (2011) reconoce un cúmulo de problemas éticos específicos dentro de las prácticas de los investigadores, enuncia la búsqueda desordenada de competencias y señala que existen errores científicos que terminan publicados y que después tienen que ser retractados por los mismos autores, así como los fraudes y la adoración de investigadores mediáticos, además de los conflictos de intereses. Por ello, la ética es preponderante para mejorar la práctica investigadora, así como para la prosperidad de nuevas maneras para comprender el estudio de la ciencia.

Otro enfoque para tratar la ética es desde la perspectiva de quien regula, Zavala y Alfaro-Mantilla (2011), hacen una revisión crítica sobre los aspectos éticos y bioéticos más delicados de la investigación, así mismo cuestionan los alcances de los Comités de Ética. En el estudio se discute sobre el rol que los comités juegan al momento de regular los lineamientos éticos en las investigaciones de las universidades, especialmente en temas referentes al trabajo con seres vivos y la intervención o inacción de algunos comités cuando terminan perjudicando a los proyectos, debido a las decisiones éticas que se toman.

La ética, al ser un concepto abstracto que está condicionado al contexto, se dificulta su medición, debido a que depende de cuestiones internas del ser, sin embargo, García *et al.* (2006), elaboraron un cuestionario que permitió comprender aspectos sobre la ética profesional en el ámbito universitario en 126 docentes de tres universidades españolas. Los resultados obtenidos fueron favorables para la investigación que estaba en curso, la cual se esperaba incidir de manera positiva en los docentes para generar un compromiso ético con su profesión.

Con lo expuesto, es posible comprender la importancia desarrollo de la ética como una cualidad del académico, por ende, la necesidad del desarrollo de códigos que regulen las conductas de los investigadores, sin embargo, esta cualidad no puede tratarse de manera aislada, debe ser

complementada con un pensamiento que permita una crítica que dé pauta a la argumentación y la mejora de la práctica investigadora en los espacios universitarios.

1.4.2 Pensamiento crítico característica de la investigación científica

El pensamiento crítico para académicos es posible intuirlo como una habilidad que se desarrolla durante la etapa formativa de cada persona, aunque puede verse influenciado por el entorno y la ideología de cada individuo (Rodríguez, 2018). En la investigación, el pensamiento crítico se extiende como una cualidad necesaria por ello comprender las percepciones de los académicos se vuelve un tema atractivo para los investigadores educativos.

Determinar que el pensamiento crítico es una habilidad que los individuos desarrollan y maduran conforme se desenvuelven académica y profesionalmente, puede comprenderse desde la revisión documental que realizaron Mackay, Franco y Villacis (2018), esto permitió vislumbrar cómo es que los individuos son capaces de tomar decisiones acertadas. Como parte de los resultados de su estudio afirman que la lectura es una forma efectiva de cultivar este tipo de pensamiento. En esta investigación presenta que el pensamiento crítico supone una capacidad de análisis elevada, lo que permite a los académicos recolectar información clave para las investigaciones, generando una producción precisa y enfocada a la resolución de problemas sociales.

Así mismo, para Paul y Elder (2003), el pensamiento crítico es un modo de pensar donde los individuos se apoderan del acto de pensar mientras lo elevan y adecúan a las necesidades intelectuales del entorno. Afirman que un pensador crítico es capaz de formular preguntas clave, es capaz de absorber y evaluar información relevante por medio de ideas abstractas por lo que es capaz de llegar a soluciones al probarlas bajo criterios clave, está abierto a otras formas de pensamiento y puede dar soluciones a los problemas complejos.

En otra revisión documental realizada por Rodríguez (2018), se presentó el cómo comprender la naturaleza del pensamiento crítico, con la finalidad de ofrecer claridad respecto del tema. El autor encuentra que el lenguaje y la mente son elementos necesarios para pensar críticamente. Enuncia que un individuo sin un manejo correcto del lenguaje y sin capacidad de reflexión no le es posible pensar de forma crítica, por lo que identifica tres factores clave para que un individuo desarrolle el pensamiento crítico: un buen manejo del lenguaje, la capacidad de pensar

y la capacidad de acción, son rasgos que permitirán el desarrollo de habilidades superiores para tomar decisiones y actuar de manera racional y razonable.

Otra arista para analizar el pensamiento crítico es desde la perspectiva de las estrategias para desarrollarlo, por ello Gómez-Gómez y Botero-Bedoya (2021) entrevistaron a 14 docentes adscritos a una licenciatura en educación, en el análisis de la información encontraron que las estrategias para el desarrollo del pensamiento crítico utilizadas por los profesores favorecen el perfeccionamiento de éste en sus alumnos, sin embargo, la efectividad de estas estrategias se ve favorecida en mayor medida conforme los profesores tienen claridad respecto a su conceptualización sobre el pensamiento crítico, el cual la mayoría lo entienden como un proceso cognitivo que permite la organización, la reflexión, el análisis, la deducción para cuestionar la realidad.

Las percepciones sobre el pensamiento crítico son otro tema relevante, por ello Bezanilla-Albisua et al. (2018) analizaron qué es lo que entendían por pensamiento crítico 230 docentes universitarios y la importancia que estos le concedían; descubrieron que algunos académicos vinculan el pensamiento crítico a procesos de análisis y razonamiento, mientras que otros al cuestionamiento, evaluación y toma de decisiones, sin embargo, pocos lo comprenden como una acción y compromiso. El estudio demostró la importancia del pensamiento crítico como parte de la formación integral de cada individuo, además evidenció que este tipo de pensamiento es complejo, por lo que es entendido dependiendo del individuo, así que se tienen diferentes concepciones de este.

Vinculando el pensamiento crítico con las cuestiones de enseñanza, Izarra, Hirsch y Rodríguez (2020) entrevistaron a 34 académicos, la pregunta central de la entrevista fue “¿Cómo se prepara usted para lograr que sus estudiantes construyan conocimiento y desarrollen un pensamiento crítico?” Los resultados arrojaron que los docentes desarrollan de manera diferente sus estrategias para la formación del pensamiento crítico, además de considerar que un académico debe ser crítico debe tener una clara posición ética, sin embargo, esto puede verse condicionado por diversos factores (identidad profesional, disciplina y su propia formación como investigador).

Una cualidad del investigador es el pensamiento crítico, el cual da espacio a la discusión, argumentación, cuestionamiento del conocimiento existente y la creación de nuevos saberes y

aportes científicos por ello, junto con la ética puede ser considerada como las bases del académico, lo que le permite desarrollar una práctica escritural que de pauta a la crítica y al aporte en las comunidades donde se practica.

1.4.3 Escritura como habilidad del académico.

La escritura se ha posicionado como un tema de estudio, el cual ha sido analizado desde diversos enfoques. Ejemplos como la percepción de los académicos al respecto de esta habilidad (Capomagi, 2013; Jarpa-Azagra, 2019) y su importancia en el desarrollo profesional como investigadores y docentes; así mismos estudios respecto a la capacitación docente sobre la escritura y lectura académica (Carlino, 2004; Carrasco, 2016), permiten vislumbrar un panorama respecto a cómo se ha abordado este objeto de estudio.

Cañedo-Argüelles et al. (2014), se cuestionan la relevancia del porqué es preciso escribir en el ámbito académico, afirman que esta necesidad nace por la función de las comunidades académicas en las cuales comunican sus saberes por medio de la escritura. Asimismo, los investigadores al participar entran en el juego de las comunidades discursivas, donde su trabajo será observado por colegas desde otras perspectivas analíticas, considerando a la escritura como parte vital de cualquier investigación.

La universidad juega un papel importante en el desarrollo de la investigación; para que esta actividad se lleve de forma eficaz, es necesario que los académicos tengan desarrolladas habilidades específicas. En ese sentido, Ramírez (2009) hace una reflexión sobre el rol de las instituciones de educación superior en la mejora de la escritura y la investigación de su personal académico. El autor enuncia que investigación científica está ligada y comprometida con la indagación y solución de problemas sociales, y que esta se ha desarrollado con la complementación de modelos de escritura adoptados, sin embargo, los docentes se encuentran recelosos a cambiar sus estilos, obligando a las instituciones a intervenir para que sus investigadores los adopten.

El docente y su percepción de la escritura influye directamente en el desarrollo del estudiante, por ello es común que se investiguen las percepciones de ambos grupos. Cartolari y Carlino (2009) realizaron una revisión documental de 50 artículos referidos a las percepciones sobre la lectura y escritura académica para comprender su incidencia en los procesos de enseñanza, así como la conformación de comunidades disciplinares. Concluyen que ambas actividades

constituyen una forma de apropiación del capital de la disciplina y permite al profesorado el acceso a comunidades dentro de ésta.

Otros estudios han sido realizados con base en el instrumento: “Encuesta Europea sobre la Escritura Académica” (Marín, López, Roca-De-Larios, 2015; Castelló y Mateos, 2015; Flores, 2018) para analizar las percepciones de profesores con respecto a la escritura. Los hallazgos permiten reconocer que se concibe a la escritura como una actividad epistémica, aunque otros la comprenden como una actividad para transformar y comunicar conocimiento.

Por otro lado, Capimagi (2013) en su investigación observó las clases y entrevistó a 53 docentes, donde hizo comparaciones entre las clases de cada uno, esta observación sumado con los datos obtenidos por medio de la conversación que tuvo con cada profesor, se concluye que los profesores desaprovechan la función epistémica de la escritura y sólo la entienden como un proceso para la reproducción de información; es común que se recurra a la escritura como un método de evaluación, pero no interesa dar una retroalimentación respecto a su forma de hacerlo.

Asimismo, la escritura se entiende como una herramienta para la absorción de aprendizajes como puede verse en el estudio de Vázquez *et al.* (2007), en la entrevista se les preguntó su opinión respecto a las tareas escritas que dejan a los estudiantes. Se concluyó que los docentes conciben su interés en la escritura conforme la utilidad que observan para la apropiación de aprendizajes significativos, por lo que mientras más impacto se percibe en tareas escritas, mejores instrucciones se ofrecen para llevar a cabo las actividades escolares.

Jarpa-Azagra (2019) plantea un nuevo género para entender las percepciones de la escritura en docentes universitarios. La metodología consiste en la implementación de un módulo de capacitación para la escritura académica, un nuevo tipo de texto el cual lo nombró como “crónica del docente-directivo”. El proceso de construcción y delimitación de este género permitió mejorar las competencias de comunicación escrita de participantes y también dio pauta una reflexión pedagógica con respecto a esta habilidad.

Para la investigación, la escritura es el resultado del proceso de indagación, sin embargo, esta debe regirse por normas éticas y un pensamiento crítico, el cual dé pauta a la mejora del conocimiento existente o al aporte de nuevos saberes a la comunidad científica.

Estos tres elementos forman parte medular de la alfabetización científico-crítica, son cualidades y habilidades que forman a lo que se concibe como un investigador integral y que converja con las propuestas críticas y científicas: como el que sean capaces de responsabilizarse moralmente de su saber y sus consecuencias, así como reflexionar de manera crítica su propia producción científica escrita.

1.5 Problema de investigación

Los procesos de alfabetización conllevan un propósito más allá que aprender a leer y escribir, como enuncia Carlino (2013), sino que buscan la equidad y la inclusión, por ello los esfuerzos no han cesado desde la década de 1960 (UNESCO, 2021). Para que cada individuo forme parte activa de la sociedad del siglo XXI, ya no solo es necesario saber escribir y leer de forma mecanizada, sino que se le exige la aprehensión de los avances tecnológicos y científicos (Rojas, 2019), así mismo, requiere que comprenda, reflexione, critique y piense en las repercusiones del actuar social en los diferentes contextos (Klafki citado en Sjöström y Eilks, 2021).

La médula del proceso de alfabetización, son la escritura y la lectura (ANUIES, 2014; Munguía, 2015; PISA, 2018). Escribir es una práctica que realizan todos los involucrados en los ámbitos académicos y científicos, por ello, Molina-Natera (2019), enuncia que es necesario que las universidades y el profesorado en conjunto generen e implementen estrategias para el desarrollo de la escritura científica; sin embargo, los investigadores tienden a desatenderla en su práctica científica, así como en su proceso de enseñanza (Carlino, 2013).

Debido a la escasez de opciones para la capacitación continua que ofrecen las mismas universidades donde laboran o por concebirla únicamente como un medio para la transmisión de información, como expresan Padilla y González (2021), ya que los esfuerzos institucionales, en el caso de la UNISON, a través de programas de escritura no alcanzan a cumplir su función.

La práctica de la escritura se complica en cada disciplina, ya que, aunque se busca estandarizar un método de escritura, cada disciplina tiene aspectos específicos para escribir (Gastel y Day, 2011; López, Alvarado y Mungaray, 2014), es por ello que la publicación de los avances científicos puede verse complicada por las exigencias de las revistas y de las instituciones

gubernamentales que ofrecen incentivos a la producción científica (Lloyd, 2018); sin embargo, la publicación y divulgación de la ciencia sin un fin específico puede desvirtuar el propósito central de la ciencia (Pérez y Sevilla, 2019), el cual va enfocado a la mejora de la sociedad.

La omisión de las necesidades de esta práctica conlleva una desarticulación de la escritura en la conformación de comunidades epistémicas y, a su vez, la desvinculación con la sociedad. Para Vargas (2015), la escritura es una condición para participar en la construcción de la democracia en la sociedad. Además, escribir informes, cartas, derechos de petición, tutelas, los géneros discursivos de la vida social exigen una competencia escritural mínima por parte de los ciudadanos, sin embargo, en los contextos académicos y científicos es necesaria la especialización de la escritura, ya que es un mecanismo y herramienta para ejercer los derechos y deberes ciudadanos, para participar en la democracia (pp. 25-27).

Como parte de este mecanismo para el desarrollo de una sociedad democrática y equitativa se encuentran el pensamiento crítico, y la ética son necesarios en el desarrollo de la ciencia. Por lo que Sjöström y Eilks (2018), sugieren que los investigadores deben comprender y adoptar estos conceptos dentro de sus prácticas de escritura y enseñanza.

El pensamiento crítico es una característica del ciudadano libre, el cual es capaz de responsabilizarse de sus actos (Freire, 1967; Klafki, 1980). Sin embargo, desde la perspectiva de Leal (2003), es necesario generar un nuevo modelo de pensamiento crítico, ya que considera que no todos los individuos pueden ofrecer una crítica certera y argumentada, debido a la cantidad desbordante de información a la que se tiene acceso, lo que amerita una búsqueda y selección sistemática de las fuentes para argumentar la crítica.

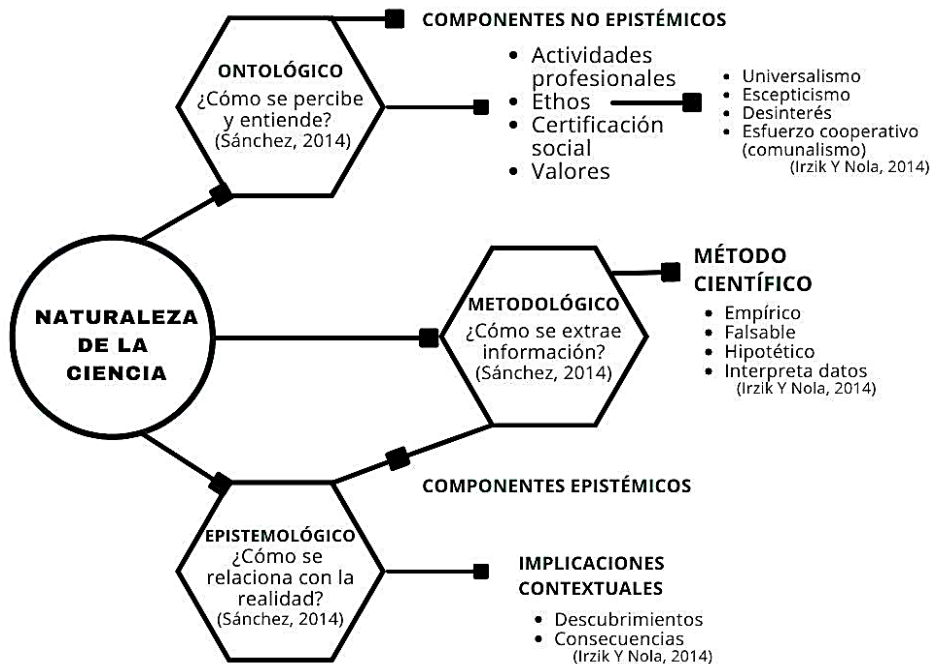
Por ello Rojas (2019), confiere que el pensamiento crítico es la base para la escritura científica. Además, admite que para que la práctica escritural se realice de manera eficiente, no sólo es necesaria la capacidad de pensar de forma crítica y de escribir bien, sino que es necesario que se conjunte con una sólida base moral y ética.

Debido a que la ciencia y su escritura son entes corruptibles (Bunge, 1996), es necesario que los investigadores cuenten con principios éticos inquebrantables. Sin embargo, aunque Pérez y Sevilla (2019), entienden que los científicos deben ser guiados por su curiosidad y el bien común,

la ciencia se ve sujeta a diversos actores externos que pueden corromper el *ethos*⁴ de la ciencia (Ratcliffe y Gonzáles del Valle, 2000), los financiamientos, las instituciones, intereses políticos.

La ciencia y sus objetivos son un tema de estudio que causa intriga en los investigadores educativos, si bien, pareciera que sus fines están definidos en el progreso y la mejora, existe una barrera dicotómica que no se ha logrado sortear por parte de los científicos: cada avance o descubrimiento, deja a su paso una consecuencia social, económica, ecológica y política; aunque en apariencia los hechos científicos son regidos bajo una misma naturaleza para la producción de conocimiento (Sánchez, 2014), sus esencias son diferentes.

Figura 2 Modelo componentes de la naturaleza de la ciencia



Fuente: Adaptado de Irzik y Nola (2014), Sánchez (2014) y Acevedo (2018), elaboración propia.

Acevedo (2018) divide la naturaleza de la ciencia en dos vertientes, los componentes epistémicos y los no epistémicos, mientras que los primeros están enfocados en procesos y productos científicos, los segundos tienen un componente social y contextual; aunque cada rama científica puede entenderse desde esta perspectiva bidimensional, la explicación se queda en una

⁴ Según Guzmán (2007), el ethos es un código que delimita las acciones de un grupo social, por lo que se considera un acervo de actitudes, valores y hábitos establecidos dentro de una sociedad.

visión más teórica que práctica (Irzik y Nola, 2014), ya que, cada ciencia es diferente por lo que el autor se cuestiona si existe una naturaleza “universal” o diferentes naturalezas científicas.

Desde la perspectiva de Sjöström y Eilks (2018; 2021), es pertinente plantear un nuevo tipo de escritura, un modelo científico-crítico, en la cual es posible concebirla como la concientización del colectivo social, con el fin de generar cuestionamientos por medio de la palabra escrita respecto a su entorno y sus estructuras sociales, por lo que el individuo se hace responsable de su propio conocimiento y las repercusiones de éste en el desarrollo de la ciencia, contrario a como se ha concebido el conocimiento científico, en donde sólo se generan aportes sin tomar en cuenta las consecuencias de éste.

Así el problema se delimita en el sentido de que la alfabetización científica-crítica funciona como un modelo para el desarrollo social a través de individuos críticos y responsables en la producción del conocimiento científico y si esta definición está arraigada en el colectivo científico. En otras palabras, investigar si los significados ofrecidos por el profesorado del área de STEM de la Universidad de Sonora, reconocen las consecuencias éticas de la producción científica en la sociedad y el pensamiento crítico que permite su cuestionamiento y posibles implicaciones sociales y culturales.

1.5.1 Pregunta de investigación

A partir del análisis previo se formuló la siguiente pregunta de investigación enfocada en los significados que se le otorgan en las áreas científicas y tecnológicas a la alfabetización científico-crítica en la Universidad de Sonora:

¿Qué significados le otorgan a la alfabetización científico-crítica los profesores investigadores del área STEM de la Universidad de Sonora?

1.5.2 Preguntas específicas de investigación

- 1) ¿Qué es lo que entienden por ética y “consecuencias” de la ciencia los profesores investigadores de la UNISON?
- 2) ¿Cuál es el valor que le dan al pensamiento crítico los profesores investigadores STEM de la Universidad de Sonora?

3) ¿Qué significa la práctica de la escritura científica para los profesores investigadores STEM de la Universidad de Sonora?

1.5.3 Supuestos de investigación

La presente investigación tiene como supuesto principal que los profesores investigadores de la Universidad de Sonora poseen, dentro de sus significados, una concepción implícita de la alfabetización científico-crítica. Esto significa que los profesores comprenden los valores éticos de la producción de la ciencia, reconocen el papel que el pensamiento crítico juega en el desarrollo de la ciencia y emplean un modelo de escritura para su desarrollo.

1.6 Objetivos de investigación

El objetivo general de esta investigación consiste en:

Analizar los significados sobre la alfabetización científico-crítica en profesores investigadores del área STEM de la Universidad de Sonora.

Los objetivos específicos de esta investigación son:

1. Analizar la concepción de ética y consecuencias de la ciencia de los profesores investigadores del área STEM de la Universidad de Sonora.
2. Reconocer el valor que le otorgan al pensamiento crítico los profesores investigadores del área de STEM de la Universidad de Sonora.
3. Analizar cómo es que comprenden la práctica de la escritura científica los profesores investigadores de la UNISON.

1.7 Justificación

Desde la perspectiva de Sjöström y Eilks (2018; 2021), es primordial plantear un nuevo tipo de escritura, un modelo científico-crítico que pueda concebirse como la concientización del colectivo social (investigadores), con el fin generar cuestionamientos por medio de la palabra escrita respecto a su entorno y sus estructuras sociales. Por lo que el individuo es capaz de responsabilizarse de su propio conocimiento y las repercusiones de éste en el desarrollo de la ciencia, contrario a cómo se ha concebido hasta la actualidad, donde sólo se generan aportes sin tomar en cuenta las consecuencias de éste.

La escritura es una práctica común dentro de las ramas de la ciencia, ya que la divulgación de los hallazgos científicos se presenta en formato escrito, sin embargo, la duda recae en cómo es que se percibe la escritura científica y si se comparte un sistema de valores éticos y críticos dentro de las ciencias. En este sentido, la pertinencia de este estudio recae en la necesidad de ofrecer una resignificación de los procesos de escritura científica, donde se les conceptualice como una herramienta para el desarrollo del pensamiento crítico y la ética, y se traduzca en sus contribuciones a la ciencia y en segundo lugar, indagar acerca de las percepciones de los profesores investigadores para así poner en discusión una problemática en los académicos con respecto a la producción científica escrita. En el siguiente apartado damos cuenta de ello.

Capítulo 2. Marco teórico

En este capítulo se presenta el orientador teórico de la investigación, el cual articula los significados de Vygotsky (1987), el análisis del factor económico derivado de las políticas públicas Bunge (1996), Lloyd (2018), Peinado, Monto y Torre (2020), Ratcliff y Gonzáles del Valle (2006) y Ríos (2002), la ética/Bildung de Freire (1970), Espinoza y Calva (2020) y Sjöstrom y Eilks (2021), el pensamiento crítico de Freire (1967), de Haber (2020) y Leal (2003), la escritura Judy et al, (2018) y Root (1999), y 6) las comunidades de escritura STEM según Carlino (2003), Hass (1992), y Rojas (2021) ⁵.

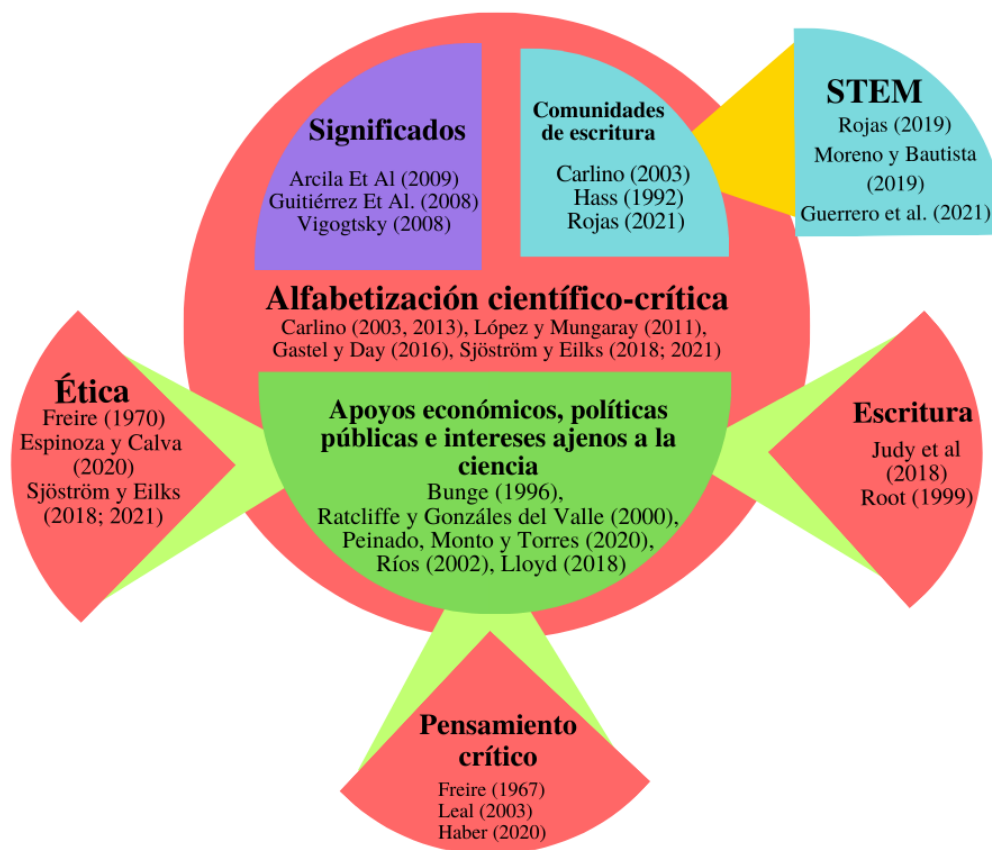
Esta perspectiva permite estudiar el problema desde la alfabetización científico-crítica como eje teórico general, del cual se seleccionaron tres dimensiones que la conforman: la ética, el pensamiento crítico y la escritura; así mismo, tres categorías teóricas que permitirán un análisis profundo: Bildung, ser crítico y escritura científica.

En primer lugar, la escritura como un medio de comunicación, de la cual se desprende la escritura científica vista desde su forma y sus propósitos; en segundo lugar, la ética desde la

⁵ Se llevó a cabo una revisión sistemática en diferentes bases de datos como: *Google Scholar* siendo las fuente más socorridas *Scientific Electronic Library Online* (Scielo) y la Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (Redalyc); también se consultaron artículos y libros en *Springer* y *Academia.edu* y *Scribd*. De igual manera, se cuidó la temporalidad de la información, se buscó tener, en su mayoría, referentes contextuales, teóricos y metodológicos de no más de diez años de antigüedad, que pudiera respaldar la información ofrecida por las teorías retomadas de la década de los setenta y los ochenta.

perspectiva del *Bildung* como un referente para comprender los códigos morales del aspecto científico; y, en tercer lugar, el pensamiento crítico y el cómo ser crítico como una herramienta clave para el desarrollo de la ciencia. Estos dos últimos condicionados fuertemente por el factor económico derivado de las políticas públicas (ver Figura 3).

Figura 3 Orientador teórico para la comprensión de los significados de la escritura científica



Fuente: Elaboración propia.

2.1 Significados como explicación de la conciencia colectiva.

La búsqueda del significado es un móvil de la investigación psicológica, sin embargo, está altamente relacionada con los procesos de enseñanza, como enuncia Carrasco (2016), el desarrollo del lenguaje es la aprehensión de significados, donde en cada momento del proceso lingüístico van

apareciendo signos que los individuos van otorgándoles significados condicionados por el contexto que lo rodea.

Se suele limitar a los significados únicamente como asociaciones que los humanos crean a partir de sus procesos de pensamiento, quedando como una mera herramienta. Hernández (citado en Arcila et al, 2009) considera que la mente no debe entenderse como un instrumento donde se depositan significados. Afirma que la función de la mente no es pasiva, ya que es la productora de los significados.

Los signos son sociales, se interiorizan por la sociedad desde los procesos psicológicos intersubjetivos que ponen en evidencia la disposición de los seres humanos para la comunicación. Vygotsky (1978) reconoce al signo como un medio social, se emplea como herramienta para comunicar por medio de las relaciones interpersonales; por lo que el signo es un instrumento mediador del comportamiento, las creencias y las percepciones del otro individuo. Además, el autor confiere y reconoce que más que influenciar la conducta de cada persona, este instrumento transforma al sujeto mismo, lo que podemos entender como “interiorización del signo lingüístico”. En este proceso a los aspectos culturales compartidos son mediatizados semióticamente e incorporados en el plano interno, de cada parte involucrada en la conversación. El origen de los significados se encuentra en las conexiones que el individuo crea y genera por los signos. Estos son fundamentales para el entendimiento de los significados, los cuales nacen de la cultura donde el ser humano se apropia de ellos, lo que permite un primer acercamiento con el mundo subjetivo de los demás, logrando influir tanto en ellos y en sí mismo (Vygotsky, 1960, citado en Gutiérrez et al, 2008).

Vygotsky citado en Gutiérrez et al (2008), menciona que la evolución de signo tiene dos vías: 1) el desarrollo del hombre (ontogénesis), los significados y las palabras sufren un proceso de transformación, ya que evolucionan al mismo tiempo que se desarrolla con las diferentes formas del pensamiento; 2) la cultura se entiende como la segunda línea; los signos están inmersos en ella y viceversa. Cuando el individuo ya ha interiorizado los signos, está en la capacidad de transformar el medio, los signos y a sí mismo. Para finalizar, Vygotsky (1978) reconoce que la función de los significados se puede definir como la internalización de procesos psicológicos, lo que les permite a los individuos la construcción de significados, por lo que adquiere la capacidad de crear estímulos artificiales.

2.2 Influencia de factores externos a la ciencia: políticas públicas y factor económico

Bunge (1996), se cuestiona si la ciencia es un ente incorruptible, ya que el aparente inquebrantable *Ethos* científico puede verse vulnerado por agentes externos a la labor científica, los financiamientos, los incentivos al salario, las políticas públicas, el mercado y el propio Estado.

La cuestión de los presupuestos para el desarrollo de la ciencia es un tema delicado, especialmente en Latinoamérica, debido a la falta de financiamiento que impide la compra de materiales e instrumentos que son necesarios para llevar a cabo proyectos de investigación (Peinado, 2023). Así mismo, el financiamiento para el desarrollo de la ciencia es regulado por el Estado y esto puede interferir con su independencia, ya que la agenda política define los temas de interés para la investigación científica (Pérez y Sevilla, 2019).

Debido al alto costo que implica el desarrollo de la ciencia, se espera que los gobiernos provean los medios necesarios para el desarrollo de la ciencia, debido al poder económico que posee, por lo que, se han fomentado iniciativas, públicas, con el fin de otorgar financiamientos y apoyos económicos, sin embargo como enuncian Ratcliffe y Gonzáles del Valle (2000), cada financiamiento conlleva una serie de consecuencias, por lo que los investigadores deben tener en cuenta antes de concursar por estos apoyos financieros.

Sin embargo, para obtener acceso a estos financiamientos es necesario pasar por un aparato burocrático complejo. Debido a esto la necesidad de cumplir los requisitos se convierte en una constante “ida y vuelta” y, a su vez, en una contienda contra otros investigadores, quienes de igual forma, buscan acceder a los financiamientos económicos para el desarrollo de sus proyectos (Peinado, Monto y Torres, 2020), esta misma situación se presenta en las iniciativas privadas.

Otro de los factores que influyen en el desarrollo de la investigación y la escritura científica es el acceso de los científicos a los incentivos económicos que ofrecen, en el caso de México, CONACYT, con el Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Cada investigador es colocado en uno de los tres niveles que maneja el SNI, y los requerimientos varían dependiendo de las convocatorias (CONACYT, 2022). Por lo que para acceder, mantenerse o promocionarse dentro del sistema es necesario cumplir con ciertos requisitos como: contar con el grado de doctora o

doctor, haber realizado estudios científicos específicos, tener publicaciones, registrado patentes⁶, seguir una línea de investigación, etc.

Entrar al SNI conlleva obtener incentivos económicos o “becas” para el desarrollo de la ciencia. Ríos (2002) enuncia que estos complementos salariales que los investigadores reciben tienen un impacto directo en el desarrollo de su labor científica, por lo que se convierten en un factor clave, sin embargo, es necesario cumplir con ciertos criterios para mantenerlos.

Lloyd (2018), recalca que esta serie de requisitos e indicadores que los investigadores deben cumplir para que se les siga otorgando financiamiento, en ocasiones los pone en una situación difícil al tener que sacrificar de cierta manera su labor con el fin de publicar lo necesario para cumplir las cuotas para mantenerse dentro del sistema.

Por lo que Hernández (2019), interpreta como una complicación para el desarrollo de la ciencia, debido a que no existe una libertad de investigación, dado que se encuentra limitada a las condiciones de las convocatorias, las líneas de investigación vigentes y la necesidad de mantenerse dentro del SNI. Por lo que estas condiciones en cuestión de políticas públicas y recursos económicos afecta y condiciona directamente el desarrollo de la escritura científica.

2.3 *Bildung* como referente ético de la ciencia y reconsideraciones de la Alfabetización científico-crítica.

El trabajo de Freire (1970), buscaba generar una liberación de las masas en su *Pedagogía del oprimido* por medio de la búsqueda de los principios críticos y éticos, individuales y colectivos. Con el fin de permitir a las masas sociales empoderarse del conocimiento para así abandonar su estatus analfabeto y así comenzar un proceso de concientización que dignificara la lengua como parte intrínseca de la cultura en la cual los individuos se integran a ella. Debido a que cada ente social escribe y habla lo que forma parte de su ser, cultura y conocimiento, mientras más alfabetizada se encuentre la sociedad, será capaz de tomar decisiones colectivas, democráticas, críticas y éticas en pro de las masas. Cabe aclarar que este posicionamiento viene desde una postura

⁶ Existen varios criterios la postulación del SNI, como lo son el registro de patentes (Millán y Meza, 2015; DOF, 2012) sin embargo para efectos de esta investigación se enfocará a la producción escritura como requisito para el desarrollo de la ciencia en México.

estructural, desde esta perspectiva el individuo estaba sujeto a condicionamientos objetivos externos.

Desde un punto de vista más añejo sobre los principios críticos y éticos, se encuentra el *Bildung*, una corriente de pensamiento que tiene una historia de más de 200 años, la cual se remonta a Humboldt (1769-1859). Esta corriente se expandió principalmente en el área de Europa donde fue evolucionando y configurando nuevos conceptos y necesidades. Aunque la base de esta corriente no ha cambiado y la noción de *Bildung* sea de difícil traducción y comprensión: la adquisición del conocimiento y las capacidades humanas de los individuos y la sociedad siguen siendo su principal motor teórico filosófico.

Este proceso reflexivo puede encasillarse fácilmente como una guía para la enseñanza y aprendizaje de la ciencia, debido a su corriente más reciente, específicamente la crítica-reflexiva, la cual busca generar una ciudadanía más juiciosa, sensata y culturalmente crítica que logre desarrollar un diálogo con su entorno. Con esta relación entre la necesidad de crear una comunidad científica con un alto grado de reflexividad ética, la pedagogía de Freire y el *Bildung* propuesto por Sjöström y Eilks (2018), convergen con los principios de la disciplina y filosofía STEM, que promueve la aprehensión de habilidades esenciales: la indagación, la creatividad, la colaboración y la motivación; los cuales trabajan como un eje transversal del aprender y el hacer ciencia para el progreso de la sociedad.

Cuando se habla de procesos de enseñanza aprendizaje nada está escrito, lo que ayer era teoría sólida, el día siguiente puede refutarse o cambiarse, eso fue lo que Sjöström y Eilks (2021) hicieron al revisar su primera investigación sobre el *Bildung* (véase *Reconsidering Different Visions of Scientific Literacy and Science Education Based on the Concept of Bildung*), su primer acercamiento a la alfabetización científico crítica fue encausada bajo los preceptos de Hans-Georg Gadamer (1900–2002) and Paul Ricoeur (1913–2005) (citado en Sjöström y Eilks, 2018).

Los autores hacen una reconsideración de la alfabetización científico-crítica enfocándose ahora en la teoría de Klafki (citado en Sjöström y Eilks, 2021) quien considera el *Bildung* como la capacidad de reconocer y seguir los intereses sociales por el bien común, así como que cada individuo se comporte como un ciudadano responsable. Para Klafki el concepto de *Didaktik* influye de manera directa en su comprensión de la alfabetización científico-crítica.

Presenta tres visiones:

1) la material, enfocada a la adquisición del conocimiento y los contenidos disciplinares, busca el desarrollo de las habilidades; se considera la parte objetiva, donde existe un material “tangible” que puede manejarse;

2) la formal, que vuelca sus esfuerzos en el desarrollo de las habilidades dejando de lado los contenidos, la denomina la parte subjetiva, cada individuo se desarrolla de diferente manera; y

3) la categórica, este enfoque es el más complejo e integral, combina lo objetivo y lo subjetivo, y en lo que palabras de Sjöström y Eilks, entendemos como alfabetización científico-crítica, prioriza tanto el aprendizaje de contenidos como el desarrollo de las habilidades. Esta visión busca que el conocimiento sea autónomo, emancipatorio, que priorice la razón, una educación objetiva, la autodeterminación, la participación y la solidaridad.

Sin embargo, este acercamiento de Klafki (1980, citado en Sjöström y Eilks, 2021) puede considerarse como una conceptualización tardía o posmoderna del *Bildung* por lo que aún no logra cumplir con los requisitos que la ciencia necesita en el constante avance durante el siglo XXI. Por lo que Sjöström y Eilks complementan esta visión al agregarle el desarrollo de las habilidades que fomenten el pensamiento crítico, así como los valores éticos para generar aprendizajes transformadores.

Esta corriente de pensamiento tiene implicaciones sociales en la enseñanza de la ciencia, ya que expande la visión de la ciencia “fuera” de laboratorio para que los científicos reconozcan su labor y las implicaciones positivas y en especial las negativas del quehacer científico y que a partir de esa observación crítica se busquen soluciones creativas a las consecuencias de la ciencia. Así mismo, formar una sociedad sostenible que sea capaz de comprender las necesidades y los problemas y actuar en consecuencia de manera responsable.

Por lo que la alfabetización científico-crítica tiene ideales basados en la socio-eco justicia y es necesario que este nuevo modelo teórico de enseñanza aprendizaje sea llevado a las aulas para que se imparta por los profesores, quienes son los encargados de los futuros científicos a los que se encomendarán el buscar soluciones a las consecuencias de sus antecesores en la ciencia.

2.4 Pensamiento crítico como necesidad de la filosofía STEM

¿Qué es ser crítico? Es una cuestión que puede remontarse a la época dorada de los griegos y romanos, sin embargo, como la alfabetización, la escritura y la ciencia, el significado de la palabra crítica en el siglo XXI es uno muy alejado de la concepción clásica. Leal (2003), hace un recorrido histórico sobre el desarrollo de lo que es ser crítico, lo divide en tres hitos:

1) La crítica clásica, fundamentada en la época grecorromana, quienes entendían al crítico como el erudito que decidía qué era bueno y qué malo, el sabio tenía una posición privilegiada. El crítico clásico renunciaba a su estatus de ignorante, ser crítico era sinónimo de erudición.

2) La moderna y la condiciona a dos corrientes de pensamiento: a) la crítica Kantiana que la considera un proceso científico, que busca encontrar los límites de la razón o la cognición humana. Contrario a la crítica clásica, desdeña el conocimiento previo y su eje conductor es la decisión que ya no recae, en elegir buenos o malos libros sino en los sistemas de pensamiento adecuados, esta corriente refleja la ambición de la modernidad de finales del siglo XVIII; b) la Marxista que retoma parte de la crítica clásica, dándole al conocimiento previo un valor importante y que no debe ignorarse, así mismo tiene un sesgo más social. El pensamiento, el conocimiento y la razón están determinados por sus circunstancias contextuales. Marx incluye un término nuevo: la clasificación, que determina que el conocimiento del individuo que es capaz de albergar está determinado por la estructura natural de la que parte; como explica Darwin es un producto de la evolución y también está condicionado a la clase social.

3) La tercera como la etapa vulgar: esta no tiene un momento histórico preciso, pero la ubica directamente en Latinoamérica. Leal (2003), comenta que la concepción de crítica latina es pobre y se enfoca en criticar, por criticar principalmente, ya que no se hace una reflexión a la hora de generar una opinión crítica. Hace una distinción entre ser “crítico y ser criticón” y que esto puede ser extrapolado a las áreas académicas donde se emiten críticas sin una reflexión realmente profunda. También retoma la crítica como un acto de rebeldía adolescente, quien cuestiona todo de forma vacía, y la ubica como una transición a la etapa adulta. Por último, ofrece el concepto de crítica politizada, la cual se enfoca en la pelea entre la izquierda y la derecha política de los países latinoamericanos.

Haber (2020), explica que en esta sociedad sobrecargada de información dudosa, ser crítico funciona como un arma de defensa. El autor determina qué elementos son los que componen el pensamiento crítico: 1) una forma de pensar estructurada, 2) la aprehensión de habilidades lingüísticas, 3) ser altamente alfabetizado digitalmente, además de un conjunto de emociones humanas como 4) la humildad, 5) la empatía y 6) la mentalidad abierta. Haber, argumenta que el problema más importante es que no hay suficientes personas críticas, pero, esto puede ser enseñado, practicado e incluso evaluado.

Para Paul y Elder (2003) un individuo que piensa de forma crítica, se cuestiona la veracidad de información que posee, buscará ser preciso y relevante. Indaga desde la lógica y estas destrezas las aplica al escribir, hablar, escuchar y leer, ya sea en un contexto profesional o de la vida diaria, por lo que, para los autores un pensador crítico formula problemas y preguntas vitales; Acumula y evalúa información relevante; puede llegar a conclusiones y soluciones, probándolas con criterios relevantes; piensa con una mente abierta; puede reconocer y evaluar implicaciones y consecuencias prácticas; así como idear soluciones a problemas complejos.

Leal (2003) indica que hay que adaptar un nuevo concepto de crítica, debido a que no todos los individuos están capacitados para criticar, ya que este acto es uno que debe hacerse bajo un amplio bagaje cultural que permita la argumentación, sin embargo, las corrientes que enuncia (clásica y moderna), no embonan bajo el contexto del siglo XXI y, a su vez, se genere una reivindicación de la crítica en Latinoamérica.

Rojas (2019) enuncia que el pensamiento crítico es una de las habilidades necesarias para el desarrollo en STEM es un proceso de reflexión en el cual se formulan cuestionamientos para la resolución de problemas de diferente índole; estas soluciones nacen a partir de la crítica, las cuales se estudian, analizan, argumentan con evidencias que respalden las propuestas para solucionar problemas sociales causados por la ciencia. Así mismo, esta capacidad crítica permite a los científicos discernir sobre su responsabilidad en la generación científica.

2.5 Alfabetización: ciencia y conocimiento.

La alfabetización es un proceso cambiante y que se adapta a las necesidades contextuales (Carlino, 2003; 2013). Por lo tanto, la ciencia no se exime de los procesos alfabetizadores; si bien, se

relacionan con la escritura y la lectura, estas habilidades son claves para la producción y divulgación de cualquier contenido disciplinar. Sin embargo, el conocimiento científico se ha mantenido aislado, configurándose, según Fourez (1997), como una disciplina dura y pura, que su finalidad es la búsqueda de la verdad sobre la naturaleza, aunque este fin se ha ido viciando debido a factores externos⁷ que condicionan el saber y el pensamiento científico.

Sjöström y Eilks (2018), entienden que el estudio de las ciencias exactas es percibido como un proceso riguroso, enfocado a los datos y la comprobación de lo que puede medirse. El enfoque que los autores le dan a la ciencia exige que los actores (instituciones, investigadores, Mercado y Estado) adopten una nueva consciencia del saber científico que se adapte a lo que la sociedad requiere de éste. Para ello se plantean tres visiones que explican la conceptualización de la ciencia en tres etapas históricas:

La visión I (1950-1970) estaba enfocada en la estructura de la disciplina, perfilándose como exclusiva y rigurosa en sus procesos de desarrollo de conocimiento, esta propuesta puede entenderse como la percepción más tradicionalista de la ejecución de la ciencia, en un plano epistémico que busca desarrollar el entendimiento de la ciencia. Hermética y concerniente sólo a sus propias concepciones teóricas sin una búsqueda de la transversalidad con el contexto que la rodea.

La visión II (1980-1990) tiene un sentido más pragmático, busca el desarrollo de la técnica, para encontrar y visibilizar socialmente la utilidad de la ciencia en el día a día, bajo la premisa de “ciencia para todos”; esta última premisa debe delimitarse y explicarse con cuidado, es posible que sea entendida sin una verdadera reflexión por lo que puede ser desacreditada por la aparente configuración “completa” (Martín-Díaz et al, 2005) donde se encuentre definidos las leyes, modelos e ideologías, sin que realmente estén definidas de manera ontológica, pragmática y epistémica.

La visión III (1990-actualidad) es más compleja, además de generar una apertura de la ciencia al plano social, busca que los científicos desarrollen una discusión reflexiva y ética entre el conocimiento que generan y el entorno en el que impacta. Busca que los científicos se conviertan

⁷ Factores políticos, económicos, laborales, exigencias y demandas del mercado.

en ciudadanos críticos que enfoquen sus esfuerzos al desarrollo sostenible que tiene sus bases en la eco-justicia del contexto en el que está inmerso. Aguilar (1999) propone una aproximación a esta tercera concepción de la ciencia para la formación de una ciudadanía científica responsable y resiliente con su entorno, una que busca la mejora sin los condicionamientos políticos del momento.

Estas visiones, a su vez, es posible concebirlas como parte de los procesos de alfabetización científica, en donde cada etapa se han aprendido y desarrollado diferentes habilidades que permiten el perfeccionamiento del saber científico: la aprehensión y comprensión de la teoría, para acceder al plano de la praxis y la utilidad de la ciencia, y finalizar en el proceso reflexivo que permita desarrollar avances científicos basados en los principios éticos que permitan proponer soluciones a los problemas que necesitan atenderse.

Carlino (2013) enuncia que se desaprovechan las capacidades epistémicas de la escritura, así como la creación de redes de colaboración científica, por lo que los procesos de alfabetización es posible concebirlas como un vínculo para la creación de comunidades epistémicas dentro de las disciplinas científicas.

2.5.1 Comunidades de escritura: STEM

Kiewit y Barrantes (2018), señalan la existencia de una articulación de actividades entre disciplinas, esto para generar espacios formativos y reflexivos; sin embargo no implica una suscripción a una sola perspectiva disciplinar, sino que pretende la búsqueda de condiciones para solucionar inquietudes, y así llevar a cabo prácticas que ofrezcan soporte, orientación y reflexión científica sobre el conocimiento y la posibilidad de relación entre saberes.

Hass (1992) reflexiona respecto a los equipos de eruditos (de diversas áreas), quienes comparten creencias y valores comunes, no obstante, afirma que esta comunidad puede verse limitada debido a la focalización alrededor del problema de interés. Por lo que sugiere el uso del concepto “comunidad epistémica”, el cual tiene más alcance y permite analizar la influencia de las redes de expertos en diferentes campos; ofrece mayor flexibilidad y no excluye un análisis del conocimiento especializado e incluye, el punto de vista de las relaciones de poder o intereses políticos, lo que contribuye a un análisis más balanceado en un campo de estudios donde los individuos comparten ciertas creencias.

Según Maldonado (2005) y Knorr-Cetina (1999; 2007), una comunidad epistémica cuenta con, al menos siete, características que las definen: a) agenda común, b) integrada por redes colaborativas, c) sistema de creencias y valores compartidos, d) tamaño compacto (no es una regla fija), e) prestigio y credenciales académicas, f) diversidad profesional.

Bajo la lista de estas características, es posible concebir que las disciplinas que conforman STEM como una comunidad epistémica en desarrollo, la cual se presenta como una propuesta académica la cual busca integrar los conocimientos con el fin de focalizarlas en las necesidades contextuales. Por lo que éste se transforma de una fusión de asignaturas a un enfoque académico integral que combina el aprendizaje con la aplicación del conocimiento a la vida real y a la resolución de los problemas (Rojas, 2019).

Por ello, la escritura puede concebirse como un hilo conductor que permite la colaboración entre estas disciplinas, ya que comparten puntos en común como lo menciona Maldonado (2005), así mismo, da pauta a la generación de comunidades de escritura científica; debido a que, escribir es uno de los saberes necesarios para el desarrollo de la ciencia.

Durante la etapa formativa de cada individuo es preciso que aprenda a escribir de manera óptima, pues, un investigador puede ser bien instruido y, a su vez, incapaz de comunicar sus ideas en forma escrita (Cañedo-Argüelles et al., 2014). La escritura es un proceso que se perfecciona intelectualmente, requiere se adopten y aprehendan habilidades específicas que se apliquen desde el sentido propio (Paul y Elder, 2003). Por lo que, tanto la escritura y la lectura, deben estar condicionadas a los propósitos, conocimientos y el círculo disciplinar donde se practican.

Desde los años 70 se ha buscado el perfeccionamiento de la escritura científica, por medio de la propuesta nombrada como “el modelo canónico de la escritura científica”⁸; éste, desde la perspectiva de Gastel & Day (2016)⁹, un texto científico debe conformarse por: un resumen, la

⁸ Este modelo de escritura científica ha sido comercializado desde la década de los 70, sin embargo se ha ido modificando y adaptado a las necesidades contextuales que han surgido conforme el pasar de los años.

⁹ Gastel & Day (2016) hacen un pequeño recorrido histórico por el desarrollo de la lengua, se remontan a la época de las cavernas con los primeros y rudimentarios intentos de comunicación gráfica de la que se tiene registro; así como la fundación en 1662 de la *Royal Society* (Peters y Besley, 2018), en el reinado del rey Carlos II, con la finalidad de expandir el aprendizaje, las artes y las ciencias a todo el reino, la cual le dio la prioridad a la difusión de la filosofía natural o como se le conocería después a la ciencia, bajo este contexto cabe mencionar que la escritura científica es una actividad relativamente nueva, ya que el primer *Journal* reconocido se publicó hace poco más de 350 años atrás.

introducción, el planteamiento del problema, los orientadores teóricos y metodológicos, los resultados y la conclusión, este modelo no es inamovible ya que puede adecuarse a las necesidades del tipo de publicación. De igual manera, De Gunther (2018) enuncia un nuevo rol para la escritura científica y la investigación, éstas ya no están limitadas solamente a la práctica escritural y la difusión de los resultados, sino que aun cuando ya se encuentran publicada en revistas indexadas, el trabajo no puede considerarse terminado hasta que la publicación sea citada.

Este recorrido muestra que la concepción de la ciencia y su escritura han evolucionado, sin embargo, los teóricos llegan a un consenso: sin la divulgación escrita la ciencia se quedaría estancada, y los descubrimientos de sus propios investigadores pasarían inadvertidos para la comunidad científica y la sociedad, por lo que la escritura y la publicación de artículos científicos son hasta este momento los principales medios para la divulgación del saber científico.

La escritura y la lectura requieren ser entendidas como herramientas epistémicas, pensadas como un proceso recursivo que precisa tiempo y esfuerzo, las cuales requieren ser pensadas como actividades dialógicas, así como consideradas un conjunto de prácticas socialmente situadas e inscritas en cada habilidad que conforma un género discursivo o comunidad epistémica. Escribir no es una técnica universal por lo que ésta debe adaptarse a los contextos y prácticas sociales según los propósitos de cada carrera a nivel universitario. Por lo que la alfabetización es un parteaguas para la generación de comunidades epistémicas o de conocimiento como lo es: la comunidad conformada por la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas.

Según Root Bernstein (1999), un escritor requiere observar, resumir información clave, identificar y generar patrones; usar analogías y metáforas; traducir sensaciones y combinar todo esto en palabras que puedan comprenderse, lo que representan habilidades de redacción que pueden aplicarse a cualquier disciplina, incluidas las STEM.

Según Vargas (2004), todo inicia con una pregunta que se convertirá en la columna vertebral de la investigación. Cuando se busca escribir de manera científica se va más allá del propio conocimiento, por lo que se genera e inicia el proceso para obtener la experiencia para indagar, investigar y usar materiales, en resumen, se comienza el proceso de investigación.

Aunque existen varios manuales de escritura científica, hay un consenso en los requisitos básicos para escribir un artículo científico (Mari Mutt, 2013; Watson, 2004; Gastel & Day, 2016): precisión, claridad, brevedad, organización efectiva, dominar el idioma (nativo y extranjero), enfocarte en el trabajo, dedicarle tiempo a la revisión del manuscrito y entender y aplicar los principios fundamentales de la redacción científica.

Los modelos de escritura se enfocan a los investigadores, producción y divulgación del conocimiento, sin embargo, como enuncia Carlino (2013) estos procesos de enseñanza-aprendizaje no son llevados a las aulas por lo que es necesario trasladarlos a los salones donde se preparan a los futuros científicos. De Gunther (2018) explica que la escritura científica demanda a los profesores la adquisición de nuevos roles y habilidades dentro de sus prácticas académicas habituales las cuales se orienten, además, hacia la investigación para la publicación y la divulgación del conocimiento. También afirma que la escritura está condicionada a su contexto (disciplina), por lo que no sólo se trata de una mera herramienta comunicativa, sino que se busca crear un nuevo estereotipo de texto científico el cual se encuentra condicionado por los contextos circundantes de las diferentes culturas disciplinares.

Guiados por el hilo conductor que es la comunicación escrita, se vuelve pertinente la investigación de los procesos de enseñanza aprendizaje de la escritura dentro de las disciplinas STEM, a partir de los significados que los profesores le otorgan al proceso escrito.

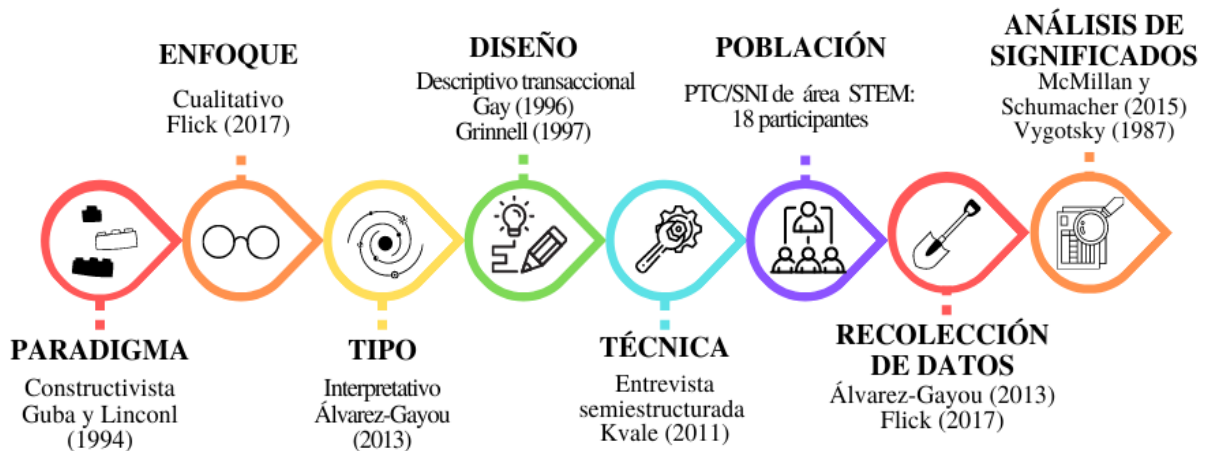
Capítulo 3. Metodología

En este capítulo se presenta la metodología desarrollada para la investigación. Primero, se sigue la perspectiva del constructivismo, así como el método inductivo. Segundo, se construye un diseño de investigación transversal. Tercero, se describen los participantes del estudio y el instrumento aplicado y se finaliza con la forma en la que se analiza los datos.

La investigación educativa es guiada por una serie de procedimientos sistemáticos que se adaptan a las necesidades del investigador, lo que constituye la elección del paradigma como un eje central, ya que aporta una ruta de trabajo (Cadena-Iñiguez et al, 2017). Para efectos de este estudio, el paradigma constructivista (Guba y Lincoln, 1994) se consideró el indicado para analizar

los significados respecto a la escritura científico-crítica de los profesores STEM¹⁰ de la Universidad de Sonora a partir de sus experiencias y creencias como escritores de la ciencia. En la figura es posible vislumbrar cómo se abordó metodológicamente el problema de investigación:

Figura 4 Estrategia metodológica



Fuente: elaboración propia.

La elección del paradigma constructivista partió del supuesto de que la realidad es una construcción hecha por individuos con relación a su entorno. Por ello, la elección del enfoque cualitativo mediante una investigación del tipo interpretativa (Álvarez-Gayou, 2003; Flick, 2011; Creswell, 2012), permitió analizar la información que ofrecieron los profesores SNI de las áreas de Ciencia, Tecnología, Ingenierías y Matemáticas.

Debido al carácter subjetivo de la información se interpretaron las creencias de la escritura, la labor científica y su conjunción para el desarrollo de la ciencia, siendo los sujetos idóneos para la investigación. De igual manera, la entrevista semi estructurada (Kvale, 2011) fue la técnica indicada, esto permitió la flexibilidad para retomar las preguntas en caso de requerir más información. El alcance de la investigación es en un ámbito local, que corresponde a la Universidad de Sonora, lugar donde se realizará el trabajo de campo de la investigación.

¹⁰ Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas por sus siglas en inglés.

3.1 Construcción de los significados desde un marco cualitativo

La investigación educativa, sea cualitativa o cuantitativa (Mendieta, 2015), se conforma por la teoría y los objetivos de la investigación, los cuales son la base del proceso reflexivo que realiza el investigador, los cuales son necesarios para tomar decisiones importantes como la selección de la metodología, el instrumento de recaudación de información, así como a los que fungirán como informantes de los cuales se obtendrán los datos necesarios.

Los paradigmas son una serie de creencias que sustentan la naturaleza del mundo, por tanto, los eventos, acciones, valores, normas de éste se definen desde la perspectiva del investigador (Guba y Lincoln, 1994). A partir de esta lógica, el paradigma constructivista se fundamenta desde el supuesto de una realidad ‘verdadera’, sin embargo, puede transformarse y está condicionado por los contextos donde se crean.

En este sentido la postura de los autores consultados hace posible inferir que la interpretación y la comprensión de la escritura científico-crítica se observa como un todo, en cambio el significado que tiene para los profesores investigadores estará condicionado por las construcciones contextuales que lo rodean.

Según Flick (2011) y Creswell (2012), el enfoque cualitativo busca comprender los significados del mundo exterior mediante el análisis de experiencias e interacciones. Aquí los sujetos y el propio investigador son clave en este tipo de estudio; contrario a la investigación cuantitativa, la cual busca emular a las ciencias duras, sin interferir en la realidad, los investigadores se inmiscuyen en la realidad que pretenden estudiar, ya sea de manera directa (por medio de interacciones) o indirecta (mediante la observación).

Trabajar desde un tipo de investigación interpretativa (Álvarez-Gayou, 2003): el investigador puede alterar, intervenir e interactuar con los individuos, así mismo las limitaciones de este tipo de investigación es su propio carácter subjetivo que impide proponer premisas que puedan considerarse totalmente científicas, debido a que recae directamente en la interpretación de los datos que le aporta su objeto de estudio. No se trata de que no exista teoría, sino de seleccionar del cúmulo de información recolectada, ciertos aspectos y hacerlo a partir de una perspectiva teórica.

El diseño de la investigación, según Flick (2007) permite una reducción del estudio a la pregunta esencial. Facilita al investigador el manejo de los recursos y tiempo ya que permite una delimitación de la población y los métodos para el análisis por lo que tiene un vínculo estrecho con la base teórica. Por lo que requiere una reflexión profunda para la planificación y la toma de decisiones.

Para efectos de esta investigación se trabajó bajo la guía de un diseño descriptivo de corte transversal, por lo que la aplicación del instrumento sólo se llevó a cabo en una ocasión (Grinnell, 1997); con la finalidad de recolectar la información que respondió a las preguntas concernientes al del problema de investigación (Gay, 1996). Este tipo de diseño se consideró eficaz para exponer los diferentes ángulos del foco de la investigación por lo que, el investigador se comprometió a ser capaz de definir, qué se estudia y quiénes serán sus informantes.

3.1.1 Alfabetización científico-crítica: dimensiones y categorías

Los significados son una construcción social que se encuentra condicionada por el contexto donde se generan (Vygotsky, 1978), por lo tanto, es posible que un objeto o concepto sea comprendido de una u otra manera dependiendo del espacio y tiempo donde se enuncie.

Tal es el caso de la escritura, la cual, siguiendo el principio anunciado por Vygotsky, será comprendida y practicada de una manera diferente dependiendo del contexto en el que se realice; por lo que surge el interés por comprender cómo es que se percibe la escritura de la ciencia por parte de los científicos de la Universidad de Sonora, así como las implicaciones éticas y el desarrollo del pensamiento crítico en la labor científica por medio de esta práctica.

Para lograr comprender este problema de investigación se han seleccionado tres dimensiones centrales, las cuales se dividen en las categorías clave que dieron pauta a la elaboración del instrumento con el que se recabó la información. A continuación, se muestra el desglose de las dimensiones y categorías del estudio que permitieron la comprensión de los significados de la alfabetización científico-crítica (ver tabla 3).

Tabla 2 Desglose de dimensiones, categorías y subcategorías de la alfabetización científico-crítica

Dimensiones	Definición	Categorías	Definición
Escritura	Es una práctica que permite aprehender una gama de herramientas para el desarrollo del pensamiento. Requiere observar, resumir información clave, identificar y generar patrones, lo que representa habilidades de redacción que pueden aplicarse a cualquier disciplina.	Escritura científica Chesky y Wolfmeyer (2015) Moreno y Bautista (2019)	Es un proceso discursivo que precisa tiempo y esfuerzo, requiere ser pensado como una actividad dialógica y considerada un conjunto de prácticas socialmente situadas e inscritas en cada habilidad que conforma la comunidad científica.
Ética	Es un constructo social que regula la conducta de los individuos en un contexto dado como resultado de la praxis moral que responde a un momento histórico concreto	Bildung Klafki (1980, citado en Sjöström y Eilks, 2021)	Es la capacidad de reconocer y seguir los intereses sociales por el bien común, así como que cada individuo se comporte como un ciudadano responsable.
Pensamiento crítico	Es un proceso de reflexión en el cual se formulan cuestionamientos para la resolución de problemas de diferente índole social, ecológica y económica.	Ser crítico Haber (2020) Leal (2003)	Es analizar, argumentar con evidencias que respalden las propuestas para solucionar problemas.

Fuente: elaboración propia.

La escritura científica, ética y pensamiento crítico en el contexto STEM son las líneas de estudio seleccionadas para formular las dimensiones que delimiten la investigación, de las cuales se han desprendido las categorías para la construcción del instrumento que permitirá recaudar la información necesaria para analizar los significados respecto a la alfabetización científico-crítica.

3.2 Delimitación de contexto e informantes clave

Si se retoma la idea de Mendieta (2015), la investigación educativa se compone por 1) la teoría y los objetivos de investigación y, 2) el contexto y los informantes que formarán parte de la

investigación, de quienes el investigador obtendrá la información que necesita para corroborar, comprender y analizar los significados de la problemática que se estudia.

Para esta investigación, la elección de los informantes puede ser definida bajo los siguientes criterios: a) lugar de estudio e informantes, b) sujetos de estudio y c) el número de informantes, este último criterio el autor lo define como el menos importante ya que no es necesario contar con un gran número de informantes, debido a que lo relevante es lo que ellos tienen para decir.

El contexto en el que se pretende llevar a cabo la investigación es la Universidad de Sonora, en la Unidad Regional Centro: Campus Hermosillo debido que en esa unidad se concentra el mayor número de académicos STEM (ver tabla 3), los cuales están adscritos al Sistema Nacional de Investigadores.

Tabla 3 Profesores SNI por género y Divisiones de Ciencias exactas y naturales, e Ingeniería:

Departamento Ciencias Exactas y Naturales	Género			Nivel			Total
	M	H	C	I	II	III	
Departamento de Investigación en Polímeros y Materiales	17	9	1	15	8	2	26
Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia	11	19	7	19	4	0	30
Departamento de Ingeniería Industrial	3	18	7	12	1	1	21
Departamento de Ingeniería Civil y Minas	1	6	5	2	0	0	7
Departamento Ciencias Exactas y Naturales							
Departamento de Investigación en Física	9	40	3	31	12	3	49
Departamento de Física	9	21	2	23	4	1	30
Departamento de Matemáticas	13	27	13	17	7	3	40
Departamento de Geología	3	9	4	7	0	1	12
Total	66	149	42	126	36	11	215

Fuente: Dirección de Apoyo a Docentes, Investigación y Posgrado (2022).

Los criterios para la selección de los informantes idóneos para llevar a cabo la investigación, se consideró el paso primordial en el desarrollo del presente estudio, por lo que se delimitaron cuatro aspectos a cumplir por participantes:

- a) Ser Profesor de Tiempo Completo (PTC)
- b) Ser parte del área STEM: División de Ciencias Exactas y Naturales y División de Ingeniería.
- c) Pertenecer (o haber pertenecido hace menos de cinco años) al Sistema Nacional de Investigadores (SNI).
- d) Tener producción escrita publicada en revistas indexadas.

Los motivos que guiaron la selección de académicos del área antes mencionada se justifican ante la necesidad de comprender los significados de la escritura científica, por ello la pertinencia de entrevistar a quienes se dedican a escribir sobre ciencia y su desarrollo, ya que son los conocedores de la práctica escritural.

3.2.1 Técnica e instrumento

En la investigación cualitativa existen diferentes métodos para recabar información, sin embargo, Kvale (2011) reconoce que uno de los métodos más añejo es la entrevista. Desde tiempos antiguos las conversaciones han configurado un método infalible para obtener información mediante el intercambio de diálogo; también ha sido reconocido como el método por excelencia en la investigación dentro de las ciencias sociales.

Las entrevistas se realizan cara a cara entre investigadores y entrevistador, donde se sigue el modelo de conversación entre iguales que tiende a superar el mero intercambio formal de preguntas y respuestas para captar el fenómeno de estudio (Fitoussi, J y Rosanvallon, P. 1996:89). Stuckey (2013) reconoce tres clases de entrevista: estructurada, la no estructurada y la semiestructurada.

1) la entrevista no estructurada: no necesita ningún tipo de guía de preguntas, es una conversación para obtener datos sobre un problema de investigación del que se tiene mínima información. Es difícil para los investigadores noveles, ya que no hay una estructura lo que puede generar que el entrevistador guíe la información a conveniencia.

2) la entrevista estructurada: se lleva una guía de preguntas que no debe alterarse, debe guiarse sin salirse del guion, su estricto protocolo hace que pueda llevarse a cabo por diferentes

investigadores al mismo tiempo. Se busca obtener respuestas estandarizadas. Las preguntas son cerradas para evitar la subjetividad y lograr los resultados esperados.

3) la entrevista semi estructurada (Díaz-Martínez, 2004): se basa en una guía, aunque no es una conversación formal y rígida, permite que el entrevistador pueda introducir algunas preguntas para esclarecer los vacíos en la información; esto quiere decir que no todas las preguntas están predeterminadas. Por su carácter conversacional se recomienda a fin de no oprimir a las personas participantes para generar un ámbito coloquial que facilita la comunicación entre quienes interactúan. Aquí se manejan, en su mayoría, preguntas abiertas, sin embargo, permite que se realicen preguntas cerradas para obtener información específica.

Para efectos de la presente investigación se llevará a cabo una entrevista semi estructurada la cual se conformará por preguntas abiertas con la intención de que los sujetos de estudio puedan responder de manera tranquila, cómoda y extenderse respecto a sus creencias sobre la escritura científico-crítica.

Kvale (2011) menciona que no existen pasos para llevar a cabo y diseñar una entrevista cualitativa, esta falta de reglas permite al investigador un ilimitado espacio para el desarrollo de las entrevistas, pero al tener tanta brecha es posible que la planificación se vea turbada por información que no es de primera necesidad para el entrevistador, por ello propone una guía de siete pasos para la realización de entrevistas: organización temática, diseño, entrevista, transcripción, análisis y verificación.

Para este apartado se tomarán de referencia los primeros dos pasos que el autor señala y se enfocan en la comprensión del contenido o la delimitación del objetivo de la entrevista, de forma que se responda tres cuestionamientos base: ¿Qué? ¿Por qué? y ¿Cómo? Las respuestas que resulten de estos cuestionamientos darán la pauta a la selección y diseño de instrumentos.

3.2.2 Construcción de entrevista semiestructurada

Se ha mencionado anteriormente que la técnica elegida para la presente investigación será la entrevista semiestructurada, para conseguir una secuencia lógica de preguntas que aporte los datos necesarios para el estudio se han respondido las preguntas que Kvale (2011) sugiere se consideren

para tener una serie de cuestionamientos delimitados al objeto de estudio. De esa manera la entrevista se dividirá en dos apartados:

- a) Datos de control: los cuales permitirán recuperar información específica sobre los participantes, los cuales posibiliten buscar diferencias clave que no se habían contemplado para esta primera etapa de la investigación. La información recabada en este apartado del guion se enfocó en recabar datos clave sobre adscripción al SNI: nivel, antigüedad, tipo de apoyos económicos para la investigación que ha recibido (Ver Anexo 1).
- b) Cuestionamientos sobre el problema de investigación: permitirán recolectar información con respecto a las dimensiones que se desprenden de los objetivos, general y específicos, de la investigación (escritura, pensamiento crítico y ética). Se espera recuperar las experiencias de los participantes como escritores de la ciencia y sus prácticas; así como indagar sobre la ética y el pensamiento crítico respecto al desarrollo de la ciencia (Ver Anexo 1).

Después de la selección de la técnica adecuada para esta investigación se procedió a la redacción de las preguntas que integraron el guion de la entrevista semi estructurada que se aplicaría a los PTC de Ciencias Exactas y Naturales, así mismo se contempló Ingenierías, la cual se constituyó de catorce preguntas abiertas las cuales se basaron en la tabla de dimensiones y categorías.

El guion se mantuvo bajo una revisión constante hasta que las preguntas pasaron de una versión inicial que respondían de forma general a los objetivos de la investigación, a preguntas específicas que permitieron una descripción adecuada de las creencias de los PTC respecto a la escritura científica, la ética y el pensamiento crítico.

3.2.3 Validación de instrumento

La evaluación mediante el juicio de expertos es cada vez más utilizada en la investigación cualitativa. Consiste en solicitar a una serie de personas (externas a la investigación) la demanda de un juicio hacia un objeto, un instrumento, un material de enseñanza, o su opinión respecto a un aspecto concreto (Cabero y Llorente, 2013). De llevarse a cabo de manera adecuada, desde un punto de vista metodológico, se considera, a veces, el único indicador de validez de contenido del

instrumento de recogida de datos o de información (Escobar y Cuervo, 2008); de ahí que resulte de gran utilidad en la valoración de aspectos de orden radicalmente cualitativo.

Moral (2006), enuncia que parte del trabajo de los investigadores es el cuestionamiento ético respecto a la facilidad que tienen de sesgar la información que obtienen desde sus instrumentos, debido a las creencias propias o a lo que se espera obtener de la investigación. Por lo tanto, es necesario generar criterios para evaluar los diferentes mecanismos que se utilizan para elaborar instrumentos objetivos, fiables y válidos.

Al ser considerado el procedimiento de validez y confiabilidad más eficaz y veraz para la investigación cualitativa, el cuestionario que se desarrolló para la presente investigación fue previamente evaluado y autorizado por medio del método de Juicio de expertos, se envió a diferentes investigadores quienes lo revisaron a conciencia y dieron su opinión para mejorarlo y aprobarlo cuando ya no necesitó alguna modificación.

Kvale (2011) sugiere ciertos criterios para la validez para que las entrevistas sean eficaces para obtener la información necesaria para conseguir los objetivos de la investigación:

- Estrecha relación de preguntas con la teoría.
- La objetividad como el abandono de sesgo, las preguntas de la entrevista no se afectan por los prejuicios y las propias creencias del investigador.
- La fiabilidad busca que las preguntas de la entrevista sean coherentes y confiables, en otras palabras, que puedan ser enunciados en diferentes momentos y que no existan diversas versiones en la respuesta de una misma pregunta.
- La validez que remite a los argumentos sólidos, bien fundamentados, justificables y convincentes.

Para evaluar el instrumento se contó con el apoyo de cuatro expertos en el objeto de estudio, ellos evaluaron el instrumento bajo cinco aspectos relevantes como menciona Kvale (2011): la relación con la teoría, la ausencia de sesgo, que las preguntas fueran coherentes, fundamentadas y justificables con la tabla de dimensiones y categorías. Los comentarios se enfocaron a:

- Reformulación de los datos de control, se tenían contemplados datos que eran irrelevantes para este estudio.

- Corrección y unificación de conceptos para la comprensión de las preguntas: durante la revisión se fueron corrigiendo los conceptos clave que se encontraban en un nivel subjetivo que no era comprensible en primera instancia, fue autorizado el instrumento hasta que la redacción de las interrogantes fuera accesible para cualquier profesor.
- Reorganización de algunas preguntas con el fin de generar un hilo conductor que vincule cada apartado del guion, que permitiera al participante dialogar de forma accesible y fluida.
- Así mismo, por sugerencia de los expertos, se incluyeron dos preguntas que no se tenían contempladas, una en el apartado 1 escritura y el apartado 2, la primera cuestionando sobre los apoyos económicos recibidos y la segunda se enfoca en su práctica como docente y la enseñanza de la escritura, con la finalidad de conseguir información que se espera permita el contraste de los datos obtenidos de cada informante.

Luego de atender las sugerencias y realizar las modificaciones que se consideraron adecuadas, los expertos y comité de investigación autorizaron el instrumento para su pilotaje y aplicación (ver anexo 1), la cual se ejecutó de dos momentos: el primero en una etapa de pilotaje, lo que permitió adecuar el discurso del entrevistador así como corroborar la pertinencia de las preguntas que se llevarían a cabo; y posteriormente se comenzó el trabajo de campo con los docentes que cumplieran los criterios delimitados.

3.2.4 Pilotaje

Según Kvale (2011) cuando se construye una entrevista es común llevar a cabo un estudio piloto, con el fin de localizar los puntos débiles, así como las preguntas que no logran comprenderse; así mismo, Creswell (2012) enuncia que el pilotaje debe realizarse con una muestra pequeña del universo que se ha seleccionado.

Asimismo, Katayama (2014) afirma que los instrumentos deben pasar por una fase de pilotaje, que ofrezca una pauta al ajuste de las preguntas, por lo que sugiere una serie de pasos para realizar un pilotaje eficiente y con resultados que permitan la mejora del instrumento:

- Redactar un borrador.
- Determinar la muestra.
- Seleccionar los sujetos a entrevistar.

- Realizar la entrevista de prueba.
- Evaluar los resultados y corregir las deficiencias.
- Elaborar el instrumento definitivo.

El pilotaje de la entrevista para esta investigación se llevó a cabo en dos etapas con dos PTC, uno de cada división. El primer piloto se llevó a cabo con un docente de Ingeniería Industrial, no mostró problemas para responder las preguntas, aunque se pudo observar una ligera duda y meditación cuando se llegó a las preguntas enfocadas a la tercera categoría: pensamiento crítico por lo que se tuvo que explicar de forma somera la pregunta, luego de este esclarecimiento el docente pudo responder, después de meditar por un momento su respuesta.

El segundo piloto fue realizado a un docente de Ingeniería en Mecatrónica, respondió de forma fluida las preguntas pero, como en el primer piloto, las preguntas sobre el pensamiento crítico se apreció un ligero titubeo para responder por lo que se tuvo que dar una explicación respecto al tema, sin embargo el docente logró formular una respuesta para cada una sin mayor problema, incluso ofreció que dos alumnos de octavo semestre de la carrera contestaran las preguntas, sólo se aplicaron las preguntas relativas a la segunda categoría: ética, de las cuales respondieron desde su experiencia en su paso por su etapa formativa¹¹.

Al comenzar la segunda etapa de entrevistas, se necesitó:

- Preguntar en los datos de control, las materias que los profesores impartían y en cuáles departamentos, esto con la finalidad de obtener información respecto a las áreas de trabajo de los docentes, sí sólo lo aplica en los departamentos en los que se encuentran adscritos, así como fuera de estos.
- Omitir preguntas secundarias, ya que los profesores, respondieron de forma extendida, por lo que no se tuvo la necesidad de formularlas, así que se retiraron del guion de entrevista, sin mayor problema.

¹¹ Los alumnos reconocieron que no llevan un curso sobre ética, son conscientes que sus profesores buscan inculcarles los valores éticos, sin embargo así como los profesores reconocen la práctica de no plagiar como el referente para la ética.

- Hacer un ajuste con respecto a la pregunta número dos de la segunda dimensión *Bildung*, ya que a los participantes no les quedaba claro, las cuestiones éticas de la escritura por lo que se tuvo que replantear hacia el cuestionamiento de la existencia o conocimiento de un código de ética establecido para la redacción de artículos científicos, lo que permitió que se obtuvieran respuestas de parte de los participantes.

3.2.5 Aplicación de instrumento

Respecto a la aplicación de la entrevista, Kvale (2011) enuncia que no existe una técnica establecida para la aplicación de una entrevista, sino que se van aprendiendo por medio de la práctica, sin embargo, aunque no se tenga un manual, es necesario que se establezca una secuencia que guíe las preguntas; y a su vez, dejar espacio para adecuaciones que surjan en el momento con el fin de esclarecer o profundizar en las respuestas dadas por los informantes.

Kvale (2011) comenta que los primeros minutos de una entrevista son decisivos, ya que permiten al entrevistado hacerse una idea de la personalidad del entrevistador por lo que, si se establece un buen contacto se obtendrá una escucha atenta, interés, comprensión y respeto de ambas partes.

La entrevista se inicia con una introducción informativa en la que el entrevistador define la situación al sujeto, le cuenta brevemente el propósito del encuentro, el uso de una grabadora, etc., y le pregunta si quiere preguntar algo antes de empezar. Es preferible que el resto de la información espere hasta que la entrevista termine. Según el autor declara que es necesario que se dé una introducción breve sobre los propósitos y contexto de la entrevista.

La primera interacción con los participantes se dio vía correo electrónico donde se envió adjunta la carta de consentimiento informado (ver anexo 1), los nombres se obtuvieron de la lista de Investigadores Adscritos al SNI actualizada al 2022 que se encuentra disponible en la página Dirección de Apoyo a Docentes, Investigación y Posgrado de UNISON, con base en la relación de docentes se procedió a enviarles mensaje electrónico con el apoyo de la base de correos institucional, tanto para el pilotaje como para la aplicación. Se mandaron un aproximado de 250 correos, de los cuales se obtuvieron respuesta de 25 profesores, sin embargo, sólo se lograron concretar 18 entrevistas, tanto en modalidad presencial como virtual (ver tabla 4).

Tabla 4 Características de participantes

	Género	Comunicación	Adscripción divisional	Nivel SNI	Años en SNI
1	Masculino	Presencial	Ingenierías	II	18
2	Masculino	Presencial	Ingenierías	Candidato	4
3	Masculino	Presencial	Ciencias Exactas y Naturales	Inactivo ¹²	0
4	Masculino	Presencial	Ingenierías	I	7
5	Masculino	Presencial	Ciencias Exactas y Naturales	I	20
6	Masculino	Presencial	Ciencias Exactas y Naturales	Candidato	3
7	Masculino	Presencial	Ciencias Exactas y Naturales	Candidato	3
8	Masculino	Presencial	Ciencias Exactas y Naturales	II	20
9	Masculino	Presencial	Ciencias Exactas y Naturales	I	11
10	Masculino	Presencial	Ingenierías	I	6
11	Femenino	Virtual	Ciencias Exactas y Naturales	I	3
12	Femenino	Virtual	Ciencias Exactas y Naturales	Candidato	3
13	Masculino	Presencial	Ingenierías	I	1
14	Femenino	Presencial	Ciencias Exactas y Naturales	I	12
15	Masculino	Presencial	Ingenierías	II	25
16	Masculino	Presencial	Ingenierías	I	14
17	Masculino	Presencial	Ciencias Exactas y Naturales	I	8
18	Masculino	Presencial	Ciencias Exactas y Naturales	II	20

Fuente: Dirección de Apoyo a Docentes, Investigación y Posgrado (UNISON, 2022)

Las entrevistas presenciales se realizaron en los espacios decididos por los participantes, usualmente los espacios designados fueron sus cubículos o lugares cercanos a los edificios donde laboran, en estos la comunicación fue limitada debido a la afluencia de personas y a los ruidos ambientales.

Por otro lado, las entrevistas virtuales ofrecieron la facilidad de no tener que trasladarse de un lugar a otro por lo que se pudieron realizar desde el hogar del entrevistador y entrevistado.

El uso del software *Zoom* permitió que las entrevistas se grabaran, el diálogo se limitó a 45 minutos debido a que no se contaba con la versión avanzada del software para extender el tiempo de las video llamadas.

¹² Se consideró la participación de este informante debido a que, al momento de la entrevista, tenía un año inactivo del SNI, de igual manera cumplía con el criterio de inclusión al tener menos de 5 años inactivo, por lo que la información brindada por él fue pertinente para la investigación.

3.3 Análisis de significados

La interpretación de los datos obtenidos es parte del trabajo de los investigadores, por lo que esta selección permite obtener la información relevante para el análisis del dato y así vislumbrar los contextos, hábitos y maneras de pensamiento predominantes a través del lenguaje, por lo que se ha vuelto un método de análisis importante en la investigación (Santander, 2011). Los investigadores se enfrentan a la interacción con los diálogos, escritos u orales, durante la recolección de datos. Sin embargo, el investigador debe tener en cuenta la vaguedad del lenguaje: no es claro, se distorsiona, ya que no siempre se enuncia de manera directa lo que se busca comunicar.

Para el análisis de las entrevistas, en primer lugar, se hizo la transcripción de los audios obtenidos, se utilizó el programa *Transkriptor*, de igual manera se hizo una revisión tradicional en la que se compararon los textos y los archivos de audio, con la finalidad de corroborar que no tuvieran errores u omisiones de información clave.

Se hizo uso del software *ATLAS.ti*, donde se realizó un primer proceso de codificación de los datos por entrevista; de las dieciocho entrevistas se obtuvieron 483 códigos, que se redujeron a 281 en una segunda etapa, ésta consistió en fusionar los códigos similares con ayuda del programa; a su vez, se señalaron las citas textuales correspondientes a cada código reducido. Este ejercicio de reducción se repitió por dos veces más (186 códigos) hasta que quedaron 67 códigos reducidos.

La reducción de los códigos encontrados posibilitó la construcción de las categorías EMIC, en las cuales se buscó recuperar la parte sensible del dato obtenido (Trompenaars's, 2021). En segundo lugar, se hizo la conjunción del dato (código reducido) y la teoría, lo que permitió la construcción de las categorías EMIC/ETIC, con las cuales se conformaron las categorías de análisis que permitieron la interpretación de lo dicho por los informantes.

Se siguió el proceso de interpretación inductivo propuesto por McMillan y Schumacher (2015), ya con las categorías EMIC/ETIC construidas fue posible establecer las conexiones entre cada una de éstas y así generar de cuatro categorías para el análisis de los significados. En la siguiente tabla se explicita el proceso de agrupación y construcción de las categorías a partir de los 67 códigos obtenidos del proceso de reducción, se seleccionaron los más relevantes para la investigación:

Tabla 5 Construcción de categorías de análisis desde la reducción de códigos

Códigos reducidos.	EMIC/ETIC/Familia	Categoría de análisis
Enseñamos la ética por cuenta propia Manejamos códigos de ética/bioética Los códigos de ética los define el contexto Uso de programas anti-plagio	Los investigadores deben formar recurso humano de calidad Fonseca (2020) y Sjöström y Eilks (2021), Bunge (1996)	
Publico como actividad laboral Estar en contacto con otros científico Los textos científicos deben comunicar la ciencia	Publicación de textos: actividad laboral, redes de comunicación y comunicación científica Espinoza y Calva (2020), Klafki (1980), Sjöström y Eilks (2021)	Finalidades de la ciencia: capacitación, publicación y divulgación
Lo mediático define el impacto de un texto Los resultados de investigación es lo que impacta El propósito de un texto depende de su tipo La escritura científica tiene efectos limitados socialmente	La divulgación define el impacto social de la escritura científica Espinoza y Calva (2020), Klafki (1980), Sjöström y Eilks (2021)	
La crítica está influenciada por intereses ajenos a la ciencia Los valores y tu entorno influyen en tu crítica Debemos ser críticos para exigir y solucionar problemas	Condiciones y valores del docente: pensamiento crítico en la ciencia Leal (2003); Bunge (1996); Ratcliffe y González del Valle (2000)	Intereses y apoyos económicos: condicionantes de la escritura científica
El SNI limita la exploración científica a una línea de investigación Las evaluaciones influyen en los apoyos No tener apoyos condiciona la investigación Recibimos apoyo con la condición de publicar Los apoyos económicos no han condicionado mi trabajo de escritura	Apoyos económicos y evaluaciones: Condiciones para el desarrollo de la ciencia Peinado, Monto y Torres (2020), Peinado (2021)	
El pensamiento crítico ayuda a ver la relevancia de nuestras investigaciones Tenemos que ser crítico para cuestionar Ser científico implica tener pensamiento crítico El pensamiento crítico se desarrolla en la etapa formativa	Se necesita ser crítico para ser científico Haber (2020)	Ser crítico: necesidad de la escritura científica
El pensamiento crítico es necesario para cuestionar El pensamiento crítico permite ver los pro y los contra del progreso científico La labor científica busca las causas de los problemas para solucionarlos	Pensamiento crítico: analizar y cuestionar para el desarrollo de la ciencia. Rojas (2019)	
Planteo un problema para escribir Hago revisión bibliográfica Redacto un borrador Dialogar con los coautores del texto	Ideas sobre cómo escribir un texto científico Gastel & Day (1990)	
Existen formatos de contenido en las tesis Los textos científicos se escriben en inglés Conocemos las partes de un texto científico Los artículos deben ser escritos de forma atractiva No hay formato general de escritura Un formato facilitaría el trabajo Es necesaria la capacitación para escribir La falta de formato no nos limita	Uso de guías de escritura científica: facilidades y limitaciones De Gunther (2018)	Formación para la escritura científica: formatos de textos científicos.
La formación académica nos capacita para escribir La lectura ayuda a escribir Las materias de redacción cumplen con necesidades laborales He llevado cursos de escritura No recibí capacitación Es necesaria la capacitación para escribir No es necesaria una capacitación para escribir	Escritura científica: Es necesario capacitarse y formarse Root Bernstein (1999)	

Fuente: Elaboración propia

Capítulo 4. Análisis de resultados

El presente capítulo muestra los resultados y hallazgos de la investigación realizada sobre significados de la alfabetización científico-crítica, la cual se realizó con profesores investigadores de las Divisiones de Ciencias Exactas y Naturales y de Ingenierías de la Universidad de Sonora. La investigación da respuesta a la pregunta:

¿Cuáles son los significados que le otorgan a la alfabetización científico-crítica los profesores investigadores del área STEM de la Universidad de Sonora?

La categorías de análisis permitieron la interpretación de los significados (Vygotsky, 1978) de los informantes fueron: Finalidades de la ciencia: capacitación, publicación y divulgación, Intereses y apoyos económicos: condicionantes de la ciencia, Ser crítico: necesidad de la escritura científica y Formación para la escritura científica: formatos de textos científicos. Así mismo, los colores que aparecen en cada una de las figuras representan las relaciones encontradas entre las mismas.

La primera categoría, responde a la ética, desde la formación de recursos humanos de calidad, la publicación y la divulgación de textos científicos. Cabe aclarar que la formación se refiere, desde la perspectiva sensible, a procesos de formación amplios (ética, pensamiento crítico y escritura), pero también alude a la capacitación para el ámbito laboral. Es importante destacar que los investigadores refieren a la ética como el acto de no plagiar y respetar los códigos bioéticos.

La segunda, cabe destacar que se construyó al realizar la conjunción de la categoría Ética y Pensamiento crítico. Aquí se enuncian los principales condicionantes de la escritura científica, según la perspectiva de los investigadores. Los valores del investigador y las condiciones externas y cómo influyen en el desarrollo del pensamiento crítico y los financiamientos para el desarrollo de investigación

La tercera, que corresponde a la categoría Pensamiento crítico. Se recuperaron los significados que los investigadores le otorgan a la práctica del pensamiento crítico en su labor de investigación a lo que, según su perspectiva, se necesita ser crítico para poder ser científico y enuncian que el pensar de forma crítica es permite el análisis y el cuestionamiento del avance de la ciencia.

Para finalizar, esta corresponde a la escritura, se reconocen las ideas que tienen sobre cómo debe escribirse un texto científico, su percepción sobre el uso de guías de escritura y la discusión respecto a si deben recibir capacitación para escribir de forma científica. Mientras en la primer categoría capacitación y formación se usan indistintamente, la formación en esta categoría se entiende, desde la perspectiva de los informantes, como los procesos para el aprendizaje de la escritura científica.

4.1 Finalidades de la ciencia: capacitación, publicación y divulgación

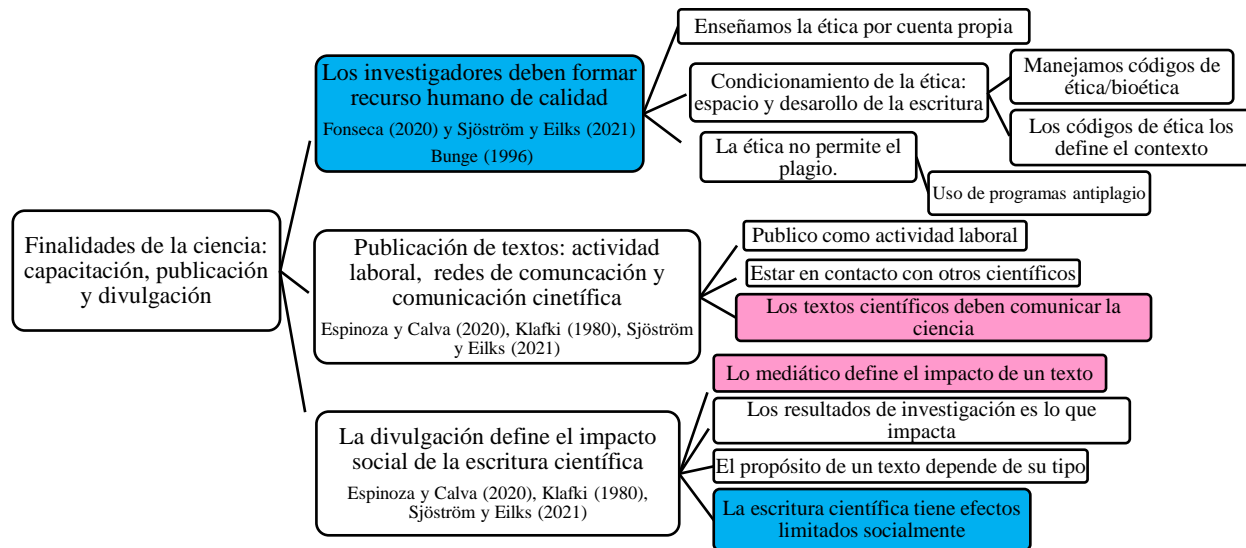
La alfabetización científico-crítica retoma la conceptualización que hace Klafki (1980) de *Bildung*, quien la define como la capacidad de reconocer y seguir los intereses sociales por el bien común y, además, agrega que cada individuo debe comportarse como un ciudadano responsable. Si bien, lo señalado por Klafki es deseable, el desarrollo de la ciencia se mantiene hermético y ajeno a su entorno (Fourez, 1997), a pesar de que orienta el desarrollo y la evolución de la sociedad, en cambio *Bildung* busca que los científicos se involucren socialmente y expandan su visión de la ciencia “fuera” de laboratorio.

En este sentido, la alfabetización científico-crítica, que incorpora al *Bildung*, busca que los científicos reconozcan el impacto de su labor y sus descubrimientos en el ámbito social, político y ecológico (ya sean positivos o negativos) con el fin de que realicen una revisión crítica para encontrar soluciones creativas a las consecuencias de la ciencia (Sjöström y Eilks, 2021).

Además, pretende formar una sociedad sostenible que sea capaz de comprender las necesidades y los problemas para así actuar en consecuencia de manera responsable (Espinoza y Calva, 2020), es por lo que los propósitos de la ciencia tienen una carga moral y ética de la que no pueden desprenderse, aunque no se reconozca (Sjöström y Eilks 2021).

Si bien, el orientador teórico construido define ciertos propósitos para la ciencia (mejora social), las citas obtenidas permitieron comprender que las funciones de la labor científica que los informantes reconocen son: la formación de recurso humano, la publicación y la divulgación, como se muestra en la siguiente figura

Figura 5 Propósitos de la ciencia.



Fuente: Elaboración propia

Estas tres actividades, en el caso de los científicos de la Universidad de Sonora, las comprenden como una parte vital de su vida laboral. A su vez reconocen que la publicación fortalece las redes de trabajo y comunicación, también comprenden que la comunicación científica puede verse limitada por diversos factores: el tipo de textos que se publican y el impacto mediático que estos tienen (reconocimiento de las revistas donde son publicados); sin embargo también se le confirieron otros propósitos ajenos a la actividad de publicar, el cual tiene un impacto directo con el desarrollo social como lo es la formación de recursos humanos de calidad.

4.1.1 Investigadores: formadores de recurso humano de calidad

La concepción de *Bildung* que incorpora la alfabetización científico-crítica propuesta por Sjöström y Eilks (2021), contiene dentro de sí una importante carga social, ya que busca generar un compromiso entre el entorno donde se desarrolla la ciencia y el saber que se obtiene, con el fin de que los investigadores sean responsables con su conocimiento, por lo que una parte significativa de la labor científica se reconoce como la formación de las nuevas generaciones de científicos.

Fonseca (2020), enuncia que está formación debe llevarse a cabo en las instituciones de educación superior, lugares donde se desarrolla la investigación científica, y que es preciso que se consideren perspectivas éticas, culturales y sociales dentro del proceso formativo; ya que en el

proceso de investigación se hace una conjunción de esos aspectos con la finalidad de cuestionar los conocimientos, solucionar problemas y aportar soluciones a estos. Por lo que se reconoce que parte de la labor científica se enfoca a esta actividad (ver apartado 4.1.3, p. 64):

“El primer beneficio que observo y no sé si los demás colegas así lo consideren, es la formación de Recursos Humanos de alta calidad, porque estos chicos vienen de la sociedad, así como uno mismo vino de la sociedad.”

Informante 15, Ingenierías.

Aunque existe el reconocimiento de esta labor como propósito de la ciencia, las finalidades de las acciones de la Universidad de Sonora pueden desvanecerse, ya que los cursos que se ofrecen para la capacitación cumplen de manera parcial las necesidades tanto de los alumnos (materias de eje común o de redacción), como de los profesores (capacitación continua).

Como parte de la formación científica, para Klafki (1980) y Bunge (1996), la ciencia debe obedecer a valores éticos que prioricen el bienestar social. Por ello, la enseñanza de la ética en la ciencia se concibe como una necesidad (López; 2006), sin embargo no se reconoce una estrategia institucional para la formación ética por lo que ellos optan por enseñarla por su cuenta, para cumplir con las expectativas de formar científicos preparados y profesionales:

“Es un buen tema, el código de ética, porque la manejamos, el investigador se la transmite a sus estudiantes, de hecho, sí hemos tenido un problema de ética aquí y todavía no tenemos algo estandarizado, pero sí, tratamos de transmitir pues la ética”

Informante 13, Ingenierías.

Sin embargo, la ética desde la perspectiva de Maliandi, (2002) y Salazar, Icaza y Alejo, (2018), debe centrarse en valores morales establecidos, así como cumplimiento de normas de conducta para el beneficio social. No obstante, en el caso de la Universidad de Sonora, la ética se percibe y entiende como el respeto a los códigos de ética y bioética que establece la institución, por lo que la perspectiva social se desdibuja:

“Trabajé en un proyecto con el extracto del veneno de la víbora de cascabel y se hizo todo un documento de bioética y tuvo que ser autorizado aquí en la Universidad de Sonora y te

lo piden en la revista también, [...] lo hicieron personas que saben, pues me tocó estar [...] cuando agarraron a la víbora y le sacaron veneno”

Informante 10, Ingenierías.

Además, desde esta perspectiva, la ética es posible entrever que se encuentra condicionada al espacio donde se desarrolla la labor científica, especialmente cuando se presentan los resultados del trabajo de investigación en congresos:

“cuando vamos a congresos, también está muy claramente estipulado qué se puede hacer y qué no se puede hacer”

Informante 8, Ciencias Exactas y Naturales.

O se publican en revistas:

“no [hay código de ética] en el Departamento de Física, malamente, pero cada revista sí tiene su código de ética y dice qué tipo de cosas son permitidas y cuáles son deseables o cuáles no...”

Informante 14, Ciencias Exactas y Naturales.

En el caso de las diferentes carreras que conforman el área STEM de la Universidad de Sonora, se reconoció un consenso tácito ya que no se conoce un código de ética interno de los programas escolares, por lo que las normas éticas que siguen son delimitadas por los reglamentos de eventos científicos donde participan y las revistas donde publican.

Miranda (2013), enuncia que en la investigación la ética es un conjunto de principios que los investigadores deben seguir. Desde el caso particular de la Universidad de Sonora, estos principios recaen en la no fabricación y falsificación de resultados:

“independientemente de lo que yo crea, [de] lo que los demás quieran, o lo que yo quiero obtener, pues la realidad va a ser esto y pues yo no puedo cambiarlo, [...] no puedo tergiversar o como dicen, el clásico cuchareo los datos, o sea ese tipo de cosas”

Informante 10, Ingenierías.

También se hace hincapié en el reconocimiento de las fuentes citadas:

“la más importante es el plagio. Tú no puedes tomar un artículo de algún compañero, traducir y pegar textos enteros, “copy-paste” le llamamos, o sea, eso es lo que es un código de ética bastante fuerte, hasta que es a nivel internacional”

Informante 17, Ciencias Exactas y Naturales.

En el caso de la formación, se comprende que el plagio es uno de los puntos destacables al momento de enseñar:

“Uno de los más importantes es el plagio ¿no?, el plagio no está permitido, hasta cierto porcentaje de plagio. Aquí en los programas de posgrado, eso se revisa con detalle, ¿verdad? No se permite el plagio”

Informante 4, División de Ingenierías.

Por lo que, para cuidar que los alumnos no falten a la ética, existe el reconocimiento de que la universidad ofrece herramientas para detectar el plagio:

“Todos los documentos, todos los reportes finales de los estudiantes los pasamos por un programa anti-plagio y debe tener menos del 1% de similitud”

Informante 5, Ciencias Exactas y Naturales.

En este subapartado se identificó que la formación de investigadores es parte de la labor científico, mientras que autores como Klafki (1980) y Sjöström y Eilks (2021), enuncian que la formación científica debe obedecer a principios y compromisos con la sociedad; a la formación, se le suma la necesidad de que sea integrada por aspectos éticos¹³, culturales y sociales (Fonseca, 2020). No obstante, aunque se reconoce que parte importante de la labor científica es capacitar a los futuros investigadores, este proceso de capacitación queda sesgado ya que la formación desde

¹³ Estos aspectos éticos hacen referencia al plagio, sin embargo una situación que no se contempló para esta investigación es el uso de Inteligencias Artificiales (AI por sus siglas en inglés), debido al poco tiempo que tienen en circulación, dichas aplicaciones, por lo que no se tiene algún referente de cómo pueden impactar en el desarrollo de la escritura académica y científica, tanto de los profesores como de los estudiantes.

un sentido social se desvanece debido a que prioriza que los alumnos respeten los códigos de ética y bio-ética, así mismo que no plagien o fabriquen sus resultados.

4.1.2 Publicación de textos: actividad laboral, redes de comunicación y comunicación científica

El saber científico no se mantiene ajeno a estos, la escritura y la lectura son habilidades claves para la formación, producción, publicación y divulgación de cualquier contenido disciplinar (Carlino, 2003; 2013), como lo es el caso de las ciencias exactas y tecnológicas.

Por ello, la publicación del saber científico es una clave para que la ciencia se divulgue y llegue a la sociedad. A pesar de ello se encontró que esta actividad tiene más propósitos para los científicos de la institución, como señala Peinado (2023), por ejemplo, el reconocimiento económico:

“la publicación se ha vuelto [...] básicamente una actividad laboral que te reditúa en dinero, entonces, si tú estás en el SNI, en realidad es un complemento de tu salario [...] Si estás estudiando un posgrado es una beca que están depositando. Entonces lo que se ha hecho es que se ha profesionalizado pero no en el sentido de ser lo más profesional, sino [...] de hacerlo como parte de un trabajo por el cual recibes una remuneración [...].”

Informante 5, Ciencias Exactas y Naturales.

Reyes y Suriñachi (2012) y Lloyd (2018), señalan que este sistema está basado en indicadores¹⁴ que permiten comprender el avance científico con relación a la producción escrita que se publica. Se reconoce que la publicación sólo es uno de los tantos medios les permite para “obtener puntos” para acceder, mantener o incrementar los incentivos que otorga el SNI, en el caso de México.

“estamos en un ambiente voraz, o sea Publish or die, públicas o mueres, que es una realidad, pues [sic] no nada más en México [...], por ejemplo, me acuerdo de Peter Higgs [...] en su Universidad casi lo corrían porque no publicaba, sólo lo del bosón de Higgs

¹⁴ Número de publicaciones en revistas reconocidas en el Institute for Scientific Information (ISI), registro de patentes, etc.

[...] no lo corrieron porque ya estaba muy viejito y [...] porque descubrieron que el bosón de Higgs y era verdad”

Informante 13, Ingenierías

Sin embargo, existe una creencia general de que este sistema vicia el propósito real de la publicación científica, ya que se obligan a publicar por el simple hecho de mantener una posición que les permita conservar los incentivos económicos que reciben de parte del SNI:

“sí lo vemos desde el punto de vista de que nos da puntos escribir un artículo, pues se refleja en nuestros salarios, en el SNI. Sin embargo, eso está desvirtuado porque [...] el objetivo de nosotros no debería ser publicar para tener puntos”

Informante 8, Ciencias Exactas y Naturales.

Para López, Alvarado y Mungaray (2014), otro propósito de la publicación es la creación de redes de comunicación entre científicos. En la Universidad de Sonora, en las áreas STEM se comprende que esta actividad funge como la cohesión de los grupos sociales que conforman las diferentes comunidades científicas, esto permite la participación de cada individuo dentro del círculo científico en el que se encuentra inmerso, esta integración también tiene una función social con la finalidad de conocer a sus colegas:

“hasta donde yo sé no, uno hace labor de investigación, uno publica esos trabajos de investigación [...] para estar en contacto con la comunidad científica, está forma normal de comunicar la ciencia, en el mundo a través de publicaciones.”

Informante 3, Ciencias Exactas y Naturales.

El análisis de este subapartado permitió identificar lo que los profesores investigadores entienden que el quehacer científico se conecta a la publicación, sin embargo, aunque reconocen que esta actividad es la principal dentro de su labor, su trabajo no se queda estancado en el acto de publicar, sino que esta actividad les permite generar relaciones entre las diferentes comunidades epistémicas de la ciencia, además de obtener estímulos económicos; así mismo, en menor medida, sin tener relación con la publicación de artículos, también comprenden que otro de los propósitos

recae en la responsabilidad de formar a nuevos recursos humanos comprometidos con la sociedad y las consecuencias de su saber (ver apartado 4.3 p. 73)

4.1.3 La divulgación define el impacto social de la escritura científica.

La relación entre ciencia y sociedad se refleja en el nivel de desarrollo tecnológico y científico. Es decir, mientras más cercana sea una sociedad con los avances científicos es posible considerarla más desarrollada. Pese a esto, la ciencia se desarrolla con independencia de la sociedad, aunque en algunos casos la sociedad aprovecha los aportes que ésta ofrece. Esta relación asimétrica provoca el descuido de las responsabilidades de cada ámbito.

Una solución plausible es la divulgación (López, Alvarado y Mungaray, 2014), Entendida como el acto de difundir la ciencia. La cual, en el caso de la Universidad de Sonora, cumple un amplio espectro de funciones de retribución, entre las que se encuentran una función social y económica, ya que existe un reconocimiento del impacto que trae consigo la divulgación de las investigaciones que se publican:

“sí le retribuye a la sociedad, [...] algunas son más directas que otras [...] por ejemplo, el último artículo que he publicado fue cómo extraer a partir de los residuos de camarón, [...] un polímero [...] si alguien de la región pudiera verlo, [...] él puede tener una receta para producir ese polímero que les ayudaría mucho, [...], siempre [...] con esa finalidad de que pueda ser aprovechado por la sociedad”

Informante 10, Ingenierías.

Sin embargo, se comprende que la publicación *per se* no es suficiente, sino que se tiene que difundir y divulgar (De Gunther, 2018), pero eso implica que los textos tienen que adaptarse al público al que va dirigido (audiencia) (Carlino, 2004). Esto con la finalidad de que el lector lo entienda, ya que mientras más especializado es menos accesible, es decir se entiende que lo mediático de un texto influye directamente en su impacto social ya que mientras más “citado” más reconocido será en el medio científico y social:

“la principal [función] es la divulgación, o sea, depende también del texto, algunos libros tienen que tener [sic] conocimiento, otros tienen un poco más de visión para ver la divulgación y también atrapar a más gente que se dedica a esto”

Informante 17, Ciencias Exactas y Naturales.

Sin embargo, en el caso de la Universidad de Sonora una minoría no reconoce que la difusión de la ciencia y los textos científicos no tienen más propósito que comunicarse en ámbitos especializados, se encasilla a la divulgación a una función informativa (Delgado, 2004), una que sólo busca mantener informado al medio científico de los avances y descubrimientos y de manera tangencial al público especializado:

“Va dirigido a un público especialista, [...], muchos de los trabajos que se publican en esta área, o los trabajos que he publicado, pues tienen esa finalidad, básicamente ¿no? llegar a un público selecto de especialistas en esa área que les pueda ser de interés”

Informante 10, Ingenierías.

De igual manera se comprende que:

“De lo que yo he leído en mi campo, no, no he visto otro propósito más que comunicar la ciencia, digo, estoy en el campo de la ciencia y tecnología y yo no he visto, detectado un mensaje subliminal o directo de abordar o guiarte a otras cuestiones o ideologías que no sea lo técnico, lo científico en mi campo yo no lo he detectado, nada de eso.”

Informante 15, Ingenierías.

Como es en el caso de la formación de científicos, hay quienes apelan a una divulgación didáctica y educativa (Bonfil; Delgado citados en López, Alvarado y Mungaray, 2014). Por lo que se reconoce el valor de ambos tipos de divulgación, debido a que su principal motivo es educar, por lo que esto permite complementar las ausencias de los programas educativos:

“quizá no en la sociedad, pero sí en los estudiantes, eh... cuando yo doy cursos con ese sistema LATEX¹⁵ para los estudiantes eh... me ha tocado que los estudiantes se entusiasmen y... profundizan más en ese sistema y... al menos aquí, sí tiene efectos porque muchos estudiantes después se vuelven investigadores, publican por su cuenta, o al menos hacen su tesis eh... de licenciatura, maestría o doctorado utilizando esos sistemas de escritura, y es el encanto que tienen no sé más allá”

Informante 3, Ciencias Exactas y Naturales.

El análisis de este subapartado permitió reconocer el impacto de la divulgación en la labor científica, ya que los informantes le conceden diversos propósitos como: la comunicación entre comunidades científicas y pares, herramienta didáctica y también el impacto de sus descubrimientos para la sociedad y en la formación de futuros investigadores.

En resumen, en este apartado se ha desarrollado que las finalidades de la ciencia, según el orientador teórico, es la mejora de la sociedad, la solución de problemas ecológicos, así mismo lograr que la sociedad, las universidades, el mercado y el Estado trabajen de la mano (Carayannis y Campbell citado en Castillo y Vergara, 2020), con el fin de que la ciencia no deje de lado su responsabilidad sobre las consecuencias de sus descubrimientos. No obstante, en el caso de los profesores investigadores de la Universidad de Sonora, los principales propósitos de la labor científica que reconocen se enfocan, en primer lugar, a la formación de recurso humano de calidad, sin embargo la capacitación siguiendo los principios éticos, sociales y culturales se desdibuja ya que, los entrevistados ponen el foco de atención en que los alumnos no cometan plagio y sigan los códigos de bioética de la universidad.

En segundo y tercer lugar, identificaron la publicación y divulgación como propósitos de la ciencia; aunque cada una tiene sus matices, como la influencia de la publicación en aspectos laborales, los incentivos económicos y el sistema de puntos para el ascenso de los investigadores en el SNI (Reyes y Suriñachi, 2012; Lloyd, 2018), lo que se contrapone con los propósitos de mejora y solución de problemas sociales enunciados por Klafki (1980) y Sjöström y Eilks (2021), son pocos los que comprenden y reconocen la función social de la escritura científica. Es

¹⁵ Es un sistema de escritura matemática.

importante apuntar que los entrevistados no conciben la distinción entre la publicación de un artículo científico y la divulgación científica, asunto que ha sido un problema que tiene larga data como se observa en el texto *Las dos culturas* de C. P. Snow (2006), donde se planteaba la oposición entre las mujeres y hombres de ciencia y las mujeres y los hombres de letras; posteriormente, con la publicación de *La tercera cultura* de Brockman (1996), se plantea que sean los científicos los encargados de redactar textos para audiencias más amplias, un ejemplo de ello es el conocido libro *Las emociones destructivas* de Daniel Goleman (2008).

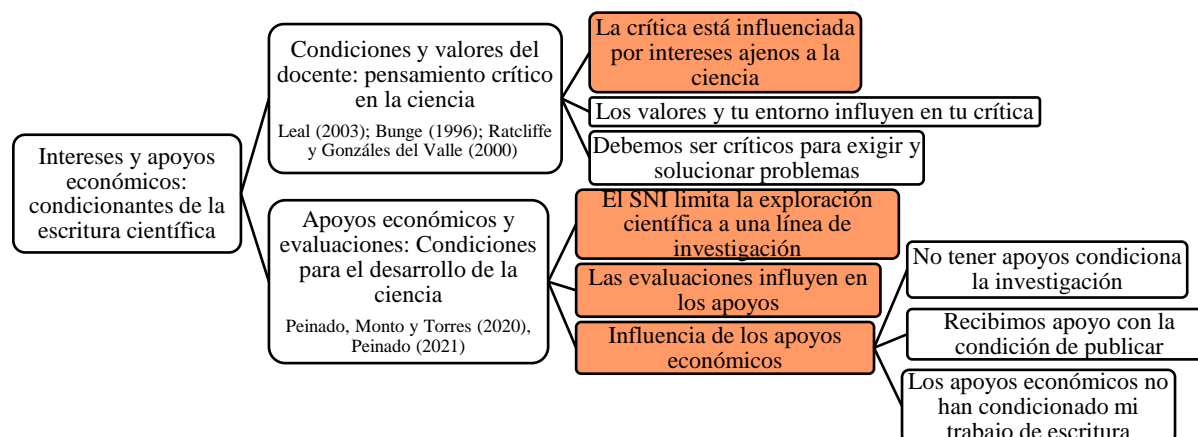
4.2 Intereses y apoyos económicos: condicionantes de la escritura científica

El pensamiento, el conocimiento y la razón están ligadas por sus circunstancias contextuales, (Marx citado en Leal, 2003). El saber que el individuo posee es un producto de la evolución y también está condicionado por las estructuras sociales, sean estas la familia, la escuela, la educación, las disciplinas, el financiamiento y otras.

Bunge (1996) enuncia que la ciencia se rige por un código de ética moral estricto donde las principales premisas hablan sobre la universalidad de la ciencia, la colectividad del conocimiento científico, el desarrollo de un pensamiento crítico y la necesidad de que la ciencia no se doblegue ante los dogmas; sin embargo, concede y acepta que a pesar del rigor de este ethos, la ciencia es un ente fácilmente corruptible es por ello que los científicos debe contar con una conciencia ética inquebrantable para que su labor no sea influenciada por intereses ajenos a la ciencia, como el autor menciona, el dinero, el poder y las instituciones, o como señala Ratcliffe y González del Valle (2000), poner atención en las consecuencias de los financiamientos de la investigación.

Otro de los condicionamientos centrales para el desarrollo de la ciencia son los presupuestos, que suelen ser escasos, competidos y de complicado acceso debido a las trabas burocráticas que deben sortear, tanto las instituciones y centros de investigación como los propios científicos (Peinado, Monto y Torres 2020). Además, Peinado (2023), comenta que esto complica el desarrollo de la ciencia, por lo que los investigadores tienen una percepción negativa respecto a los procesos de financiamiento.

Figura 6 Intereses y apoyos económicos: condicionantes de la escritura científica



Fuente: Elaboración propia

En este sentido, los investigadores enfrentan diferentes condicionamientos, sean estos estructurales, institucionales, de financiamiento público, políticos, burocráticos, éticos, entre otros, que dirigen la ciencia al ser quienes ofrecen los medios que permiten el avance científico. Por ello, los informantes señalan que el pensamiento crítico está regido por el entorno en donde se desarrollan los avances científicos (escuela, laboratorio), así mismo muestran acuerdo en que los valores éticos y morales de cada científico influyen directamente en su labor. Estas representan unas de las condiciones que les permitan ser capaces de reconocer que sin una actitud crítica y ética no pueden proponer soluciones a los problemas existentes, además de ser objetivos con su trabajo.

4.2.1 Condiciones y valores del docente: pensamiento crítico en la ciencia

Leal (2003), reflexiona sobre la necesidad de construir un nuevo arquetipo de crítica. Reconoce que no todos los individuos son capaces de ofrecer una crítica pertinente debido a las ausencias culturales y de conocimiento, lo que impide que se pueda argumentar consistentemente. Indica que no hay una corriente crítica que calce con el siglo XXI y que sea pertinente a la realidad latinoamericana; por ello reconoce que el contexto y el conocimiento influye en la capacidad crítica de las personas.

En ese sentido, se hace referencia a que criticar a las instituciones puede afectar el otorgamiento de recursos para la investigación. Así mismo, existe un reconocimiento respecto a

que la crítica se encuentra condicionada por factores ajenos (políticos, institucionales, económicos, etc.) a la labor científica de los investigadores:

“es un poco difícil y depende de las áreas ¿no?, o sea porque uno puede ser crítico socialmente, crítico eh... políticamente y eso influye en la percepción de uno hacia instituciones y después que repercuta en los recursos que llegan.”

Informante 9, Ciencias Exactas y Naturales.

Hay una crítica, no hacia el conocimiento, sino a las instituciones y a las asignaciones de financiamiento (Guerrero, González-Weil y Bravo González, 2020). Pérez y Sevilla (2019), indican que en un escenario idílico los investigadores deberían dejarse guiar por su curiosidad y sus intereses intelectuales para descubrir la naturaleza de la ciencia bajo su propio criterio.

Aunque se esperaría que la ciencia y los científicos puedan desarrollarse según los hallazgos, se reconoce que la actividad científica es costosa, por lo que los gobiernos (quienes poseen la capacidad de financiamiento) establecen los criterios para el otorgamiento de fondos para la investigación, aunque esto limite a los científicos, por lo que estos financiamientos se consideran un arma de doble filo, ya que existe la posibilidad de que se vulnere la esencia de la labor científica:

“la crítica del conocimiento [...] en CONACYT, por ejemplo, pues está condicionada a factores externos, porque muchas de las personas [...] tenían, [...] un montón de privilegios [...] al perder sus privilegios, afectan intereses y viene una crítica al desarrollo del conocimiento, [...] puede uno estar de acuerdo, pero no necesariamente eso está bien, pero de que la crítica está influenciada porque hay intereses que se están afectando, [...], la hay”

Informante 4, Ingenierías.

Se vislumbra que no sólo la crítica influye en la labor científica, sino también se reconoce que está la parte moral de cada científico, es decir lo interno de cada uno. Así mismo, se comprende que lo externo, como el círculo social que los rodea y el ambiente en el que se desenvuelven influye, por lo que entienden que la ciencia no puede desprenderse de la carga moral que implica su trabajo (Bunge, 1996), sin embargo, esto puede contraponerse con los intereses que se deben cuidar:

“Lo interno influye, también influye lo externo, estas personas, el ambiente en el que te desenvuelves puede facilitarle la investigación o hacer la más difícil”

Informante 12, Ciencias Exactas y Naturales.

El análisis de este subapartado permitió comprender cómo es que los profesores perciben el pensamiento crítico, así cómo es que los valores éticos pueden verse condicionados por factores económicos y políticos, sin embargo se tiene claro que parte de la labor del investigador es ejercer una crítica que coincida con su moral y valores científicos, aunque las circunstancias puedan complicar este fin.

4.2.2 Apoyos económicos y evaluaciones: condiciones para el desarrollo de la ciencia

En el apartado anterior, se ha mencionado que uno de los principales condicionantes del desarrollo científico es el factor económico, traducido como incentivos, complementos salariales o presupuestos a los que acceden bajo concursos (Ríos, 2002). Esta situación no varía en el caso de la Universidad de Sonora ya que se entiende que estos incentivos, como en el caso de los presupuestos, suelen condicionar su labor científica debido a que:

“A veces, si se consigue me condicionan un poco porque la parte que yo trabajo es el área de metrología aplicada al sector industrial, la metrología es un es un área, es una ciencia multidisciplinar, pero que los instrumentos que utilizamos son caros, entonces, a veces sí he tenido problemas, porque si no recibo el apoyo, pues me quedo sin poder realizar una investigación, no poderla realizar en el tiempo que yo quisiera, porque entonces tengo que buscarle cómo hacerle para poder hacer lo mismo, pero de otra manera, entonces a veces, eso sí ha sido un problema.”

Informante 4, Ingenierías.

Sin embargo, el reglamento de CONACYT (2022), señala que para ser acreedor de estos incentivos se debe cumplir con ciertos requisitos que prueben el trabajo científico que se ha desarrollado. Estos criterios aplican tanto en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) o incentivos y convocatorias internas de las universidades en las que laboran los investigadores. Por

ello, se acepta que deben publicar y participar en actividades específicas respecto a su línea de investigación, lo que suele, desde la creencia general, limitar a los investigadores:

“en las cláusulas del nuevo reglamento del SNI se pide que las publicaciones que se tomen en cuenta sean las que estén dentro de una misma área [...] sí lo veo como una especie de limitante en el sentido de [...] si quiero explorar ahora otra cosa es otra área y tengo en publicaciones que ya fueron arbitradas, [...] no se lleguen a tomar en cuenta por no ser de la misma línea de investigación que he llevado en el resto de mi trayectoria.”

Informante 6, Ciencias Exactas y Naturales.

Así mismo, Peinado (2023), afirma que en Latinoamérica el desarrollo de la ciencia es una preocupación latente por lo que los recursos destinados al avance científico son limitados, además el autor reconoce lo engorroso de los procesos burocráticos para la obtención de recursos. En México la inversión del Producto Interno Bruto es del 0.33 por ciento (Banco Mundial, 2023), esta situación no es ajena a la institución, ya que en el caso de la Universidad de Sonora, no sólo se preocupan por obtener los incentivos por su trabajo de investigación, sino que admiten también la falta de financiamiento para la adquisición de materiales:

“Aquí tenemos muchas limitaciones económicas. [...] los equipos industriales son carísimos, entonces no los podemos financiar, [...], por ejemplo, este robot, nosotros lo queremos manejar con visión y las cámaras para visión de modelo industrial cuestan 200 mil o 300 mil MXN, ni modo que lo compremos nosotros con nuestros sueldos”

Informante 2, Ingenierías.

Otro factor relacionado con el condicionamiento de la escritura es la necesidad de publicar para cumplir con los estándares de las evaluaciones. Hernández (2019), enfatiza que las reformas que se hicieron en el SNI impactan y permean la práctica de los investigadores para su ingreso, permanencia o ascenso dentro del sistema.

Debido a esto, los investigadores suelen verse limitados por las diversas políticas públicas que los obligan a cumplir con los indicadores establecidos (Lloyd, 2018). Es decir, se admite que en ocasiones deben optar ya sea por priorizar la calidad o la cantidad de sus productos, decidir si

es pertinente el trabajo en solitario o en equipo, para mantener un equilibrio con los criterios de evaluación de otros sistemas de investigación, lo que obliga a los investigadores a mantener proyectos de investigación registrados como evidencia de trabajo de investigación:

“por otro lado también para tu profesión dentro de la Universidad, dentro de las evaluaciones del SNI, el problema de que hay que tener un proyecto y entonces todo mundo busca tener proyectos, eso te ayuda como profesionista y como evidencia de que sí estás haciendo el trabajo, que es para lo que utilizan muchos ¿no?”

Informante 5, Ciencias Exactas y Naturales.

En el análisis de este subapartado, es posible vislumbrar lo que se considera como condicionamientos estructurales, sean los financiamientos públicos, las convocatorias institucionales, la pertenencia al SNI y el registro de proyectos de investigación, estos influyen y afectan los sentidos y la práctica de la escritura científica.

En resumen, existe una creencia general, de parte de los informantes, respecto a que el principal factor que determina sus investigaciones se vincula con los apoyos económicos (Hernández, 2019). No obstante, en el caso particular de la Universidad de Sonora, las opiniones se dividieron. Aunque se reconoce el valor de los incentivos monetarios, unos se muestran de acuerdo en que generan un nivel de condicionamiento que limita la escritura científica y la ciencia; en cambio, otros los ven como un estímulo que no influye en su producción científica.

También se entiende que el pensamiento crítico y sus valores éticos influyen de manera directa y permanente en su labor (Bunge, 1996; Leal, 2003), con todo, estos pueden verse condicionados por otros intereses ajenos al trabajo que desempeñan, y que estos mismos pueden influenciar su acceso a apoyos económicos necesarios para desarrollar la investigación (Pérez-Sevilla, 2019). Se identifican que los principales condicionantes de la labor de los investigadores son: el factor económico, las políticas públicas, y la crítica a las instituciones, al respecto de esta última, se acepta que esta actitud crítica puede afectar de cierta manera el acceso a recursos para la investigación, ya que se tiene claro el valor de poseer una actitud crítica y que sin ésta, la ciencia no puede avanzar.

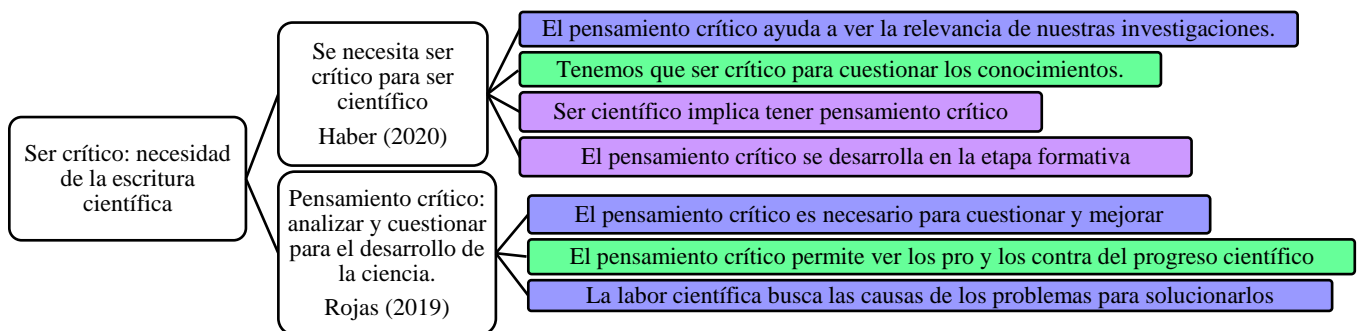
4.3 Ser crítico: necesidad de la escritura y la ciencia

El pensamiento crítico es un proceso de reflexión en el cual se formulan cuestionamientos con la finalidad de resolver problemas sociales. Según Freire (1967), está directamente vinculado al ciudadano libre. Es decir, ese que es responsable de las consecuencias de su vida en cualquier contexto. Rojas (2019), comenta que las soluciones a las problemáticas contextuales nacen a partir de la crítica, ya que al momento de identificarlos, estos primero se analizan, para después ofrecer argumentos con evidencias que respalden las propuestas para resolverlos.

Esta habilidad es una de las piedras angulares de la filosofía STEM, la cual busca ofrecer a la sociedad soluciones a las consecuencias del desarrollo y descubrimientos de la ciencia. El pensamiento crítico es entendido como el componente base del análisis sistemático y también la ciencia (Vendrell y Rodríguez, 2020), ya que, con la cantidad de información que rodea a los individuos permite decidir qué información es relevante y veraz. Posibilita el entendimiento de situaciones complejas y argumentar al respecto, por ende, permite decidir qué es lo que se acepta como válido.

Leal (2003), expone tres etapas de la crítica: una delimitada por la concepción del erudito, ese que decide la validez entre uno y otro saber; otra que expande la noción de crítica al incorporar el contexto y el límite, en esta segunda, ya no sólo se trata del saber, sino de un saber contextualizado (Marx), y por reconocimiento de los límites del conocimiento (Kant); finalmente dedica una reflexión y etapa a Latinoamérica, en la que argumenta que no existe un pensamiento crítico fuerte, sino una crítica débil que aporta poco al progreso social.

Figura 7 Ser crítico: necesidad de la escritura científica



Fuente: Elaboración propia

La noción de pensamiento crítico se observa en las entrevistas, los investigadores lo reconocen como parte de su labor y concluyen que todo científico debe ser crítico. Para los investigadores entrevistados reconocen que necesitan ser críticos para cuestionar el propio desarrollo de la ciencia, además señalan que éste se desarrolla en la etapa formativa y que sin una buena instrucción no es posible alcanzarlo de manera adecuada. Así mismo, el pensamiento crítico les permite cuestionar y reconocer los impactos positivos y negativos de sus descubrimientos. Entienden que la labor y escritura científica no está desprovista de cargas ideológicas, delimitadas por el contexto, por lo que es necesario tener un pensamiento crítico para que estas actividades no se vean influenciadas.

4.3.1 Se necesita ser crítico para ser científico

El pensamiento crítico se va perfeccionando, evoluciona conforme el individuo se cultiva académicamente (Leal, 2003; Mackay, Franco, y Villacis, 2018); por ello Haber (2020), explica que la sociedad se encuentra en una etapa donde la cantidad exorbitante y cuestionable de información resulta difícil de interpretar y comprender por parte de los individuos. Por esa situación cabe destacar que en el caso de la Universidad de Sonora, se antepone el pensamiento crítico como una herramienta para evitar la aprehensión de información poco fiable que puede embaucar a quienes la consuman:

“Influye muchísimo porque... mira, sí, si no tenemos pensamiento crítico, no vamos a ver los problemas sociales. Tenemos que tenerlo [sic] para verlo, o sea uno puede, uno dice, a ver el pavimento es una cosa que se tiene que poner en la calle porque hay tantos baches. Y bueno tenemos que criticar a la autoridad ¿no?”

Informante 1, Ingenierías.

De la misma manera, la cantidad exorbitante de información que reciben los individuos no es similar al número de publicaciones científicas que circulan. En este sentido el pensamiento crítico permite discernir qué información es confiable, así mismo da pauta a la autocrítica del trabajo realizado por los investigadores (Lodl y Balschweid, 2023). Rojas (2019) hace énfasis que para el desarrollo de la filosofía STEM y las disciplinas que la conforman es necesario propiciar el

pensamiento crítico, que permita criticar con el fin de proporcionar soluciones a los problemas que aquejan a la sociedad y la naturaleza.

Por lo anterior, es posible destacar que existe una conciencia sobre el desarrollo del pensamiento crítico en el caso de la Universidad de Sonora, y aunque se reconoce que debería de ser algo explícito, esto puede obviarse, lo que desvirtuaría y afectaría el desarrollo de la ciencia:

“Yo creo que sí, este... digo puedo decir es evidente, ¿no?, pero en realidad es fundamental [ser crítico] porque si no, no puedes realmente hacer nada dentro del área científica, o sea, tienes que desarrollarlo ¿no?”

Informante 9, Ciencias Exactas y Naturales.

Haber (2020) Gómez-Gómez y Botero-Bedoya (2021), determinan seis elementos que son necesarios para que un individuo sea crítico: pensamiento estructurado, habilidades lingüísticas, alfabetización digital, humildad, empatía y mentalidad abierta. Destrezas que se reconocen implícitamente como necesarias para el desarrollo científico, dado que sin éstas no podrían hacerlo:

“yo lo asocio eso de pensamiento crítico con lo siguiente, se obtiene un resultado y se presenta, bueno qué se dice de ese resultado, he ahí uno tiene que poner en práctica el pensamiento crítico, analizarlo, ver, comparar con la literatura, con otros experimentos con teorías, ver qué falta, qué está bien y muchas veces no lo hacen, muchas veces nada más presentan el resultado y consideran que con eso basta.”

Informante 8, Ciencias Exactas y Naturales.

El pensamiento crítico es un proceso que integra la creatividad, la habilidad y la disciplina. Es un proceso que requiere de ejercitación y práctica por lo que su adquisición es gradual, es decir se adquiere progresivamente y se encuentra sujeto a desarrollo continuo (Ennis citado en Vendrell y Rodríguez, 2020).

Es por ello que se reconoce y se le otorga un valor importante a la formación académica, ya que permite el desarrollo de las habilidades necesarias para la investigación, como la escritura y el pensamiento crítico:

“la formación te la da el estudio de doctorado, el estudio de maestría y también ayuda la relación que hayas tenido con tu director, porque muchas veces ha tocado el caso de que no te dan en el posgrado una materia que diga, escritura de artículo científico, sino que a lo mejor vas viendo cómo escribe tu director, vas viendo cómo escriben otros artículos, otras personas, otros investigadores, entonces tú te das una idea”

Informante 16, Ingenierías.

En este subapartado se ha planteado que el pensamiento crítico es una necesidad inherente al desarrollo de la escritura científica. Fue posible identificar un consenso tácito respecto a la importancia de esta capacidad, debido a que comprenden que si no se cuenta con un pensamiento crítico desarrollado es difícil generar aportes científicos, por ello es importante que las habilidades que la conforman se desarrollen de manera correcta durante las etapas formativas del científico, puesto que sin una buena instrucción y la guía de los directores de grado su desarrollo del pensamiento crítico puede verse limitado.

4.3.2 Pensamiento crítico: Analizar y cuestionar para el desarrollo de la ciencia.

Los investigadores deben desarrollar habilidades específicas para el progreso de la ciencia. Según Rojas (2019) y Paul y Elder (2003), estas deben ser: resolver problemas, pensar de forma crítica, ser juicioso y capaz de tomar decisiones. Éstas permiten a los investigadores desarrollar proyectos de investigación relevantes y pertinentes a las necesidades sociales por lo que se entiende que:

“sí, o sea, toda la información científica que se está desarrollando, pues está relacionada a encontrar una solución de problemas o simplemente por ejemplo, señalar problemas, tanto que dicen vamos a investigar la contaminación de que un río está contaminado o de que a los mares llegan metales pesados. ¿Y eso cómo se supo? De investigaciones científicas”

Informante 16, Ingenierías.

Algunos investigadores argumentan que la sociedad necesita un pensamiento crítico eficaz, que exige claridad, precisión, inclusión y pruebas para que los individuos evalúen los productos de

la ciencia y su relación con lo social, un pensamiento que cuestione y busque el error o la falsedad lo que coincide con lo expresado por Rodríguez (2018) y Fiscal (2012).

Bajo esa perspectiva, se comprende, en el caso de la Universidad de Sonora, que el pensamiento crítico les permite a los investigadores realizar un mejor manejo de la información así como de los recursos para el avance de la ciencia que permita el desarrollo y la mejora social, así mismo les da herramientas para discernir sobre la viabilidad y el impacto de sus investigaciones causan al contexto (social, político, económico y ecológico), como se señala a continuación:

“se trata de entender la naturaleza, cómo funciona, de aprovecharla para hacer nuestra vida mejor, el problema está en la definición de ¿qué es una vida mejor [...] hay gente que piensa que, por ejemplo, en fabricar dispositivos como esos (señala la laptop) es mejorar la sociedad y en cierto sentido sí lo es [...], sin embargo, [...] devastamos el medio ambiente contaminando, [...] no sé, [...] si será mejor tener una buena laptop o no tenerla [...] pero aún ahí entra la ciencia, porque precisamente estudiar la contaminación [...] es ciencia”

Informante 8, Ciencias Exactas y Naturales

Otro aspecto para tomar en cuenta es que el pensamiento crítico y la resolución de problemas se ligan directamente a la ideología de la persona que lo ejerce. Estigarribia (2019), expresa que el factor ideológico se relaciona con el entorno social, familiar, laboral en el que se desarrollan los individuos, debido a esto la ideología puede viciar el pensamiento y generar prejuicios.

Por ello, el pensamiento crítico permite desencantar y limitar el mundo ideológico de cada investigador, permitiendo que los individuos sean objetivos con sus aportes en la resolución de problemas. Existe un acuerdo de que el trabajo y los textos científicos no se encuentran desprovistos de una ideología, sin embargo se reconoce que ésta no debe interferir en el trabajo científico que se realiza:

“Todo el mundo escribe desde una perspectiva. Así, cuando alguien dice no, es que yo no tengo ideología, no es cierto, alguna tiene, pero ni siquiera sabe o no la ha clasificado, entonces todos los textos aunque sea en el fondo tienen una perspectiva eh... Uno está

observando el Mundo eh... Desde luego [...] uno trata de que esa perspectiva [ideológica no] se auto concluya”

Informante 1, Ingenierías.

Durante de este subapartado se ha analizado la importancia y el rol del pensamiento crítico para el desarrollo de la ciencia y la sociedad, así mismo es concordante con lo que se proponen dentro del orientador teórico: sin el pensamiento crítico no se podría hacer ciencia, ya que el pensamiento crítico permite el desarrollo y la solución de los problemas sociales.

En resumen, los investigadores, en el caso de la Universidad de Sonora, reconocen que el pensamiento crítico es inherente al desarrollo de cada individuo sin importar el ámbito (Leal, 2003), por lo que se hace hincapié en su importancia, ya que entienden que cada investigador pregona una ideología (Estigarribia, 2019) y que ésta no debe obstaculizar la objetividad que requiere la labor científica, por lo que el pensamiento crítico posibilita que la ideología no influya, ni entorpezca su trabajo científico.

También comprenden que la etapa formativa es de vital importancia, especialmente en los niveles de posgrado, porque es donde se termina de forjar este pensamiento (Ennis citado en Vendrell y Rodríguez, 2020), por ello es necesario que las capacidades que la conforman (Rojas, 2019; Haber, 2020) se adquieran adecuadamente durante esta etapa de la formación, puesto que sin una buena instrucción y guía el pensamiento crítico puede verse comprometido y limitado.

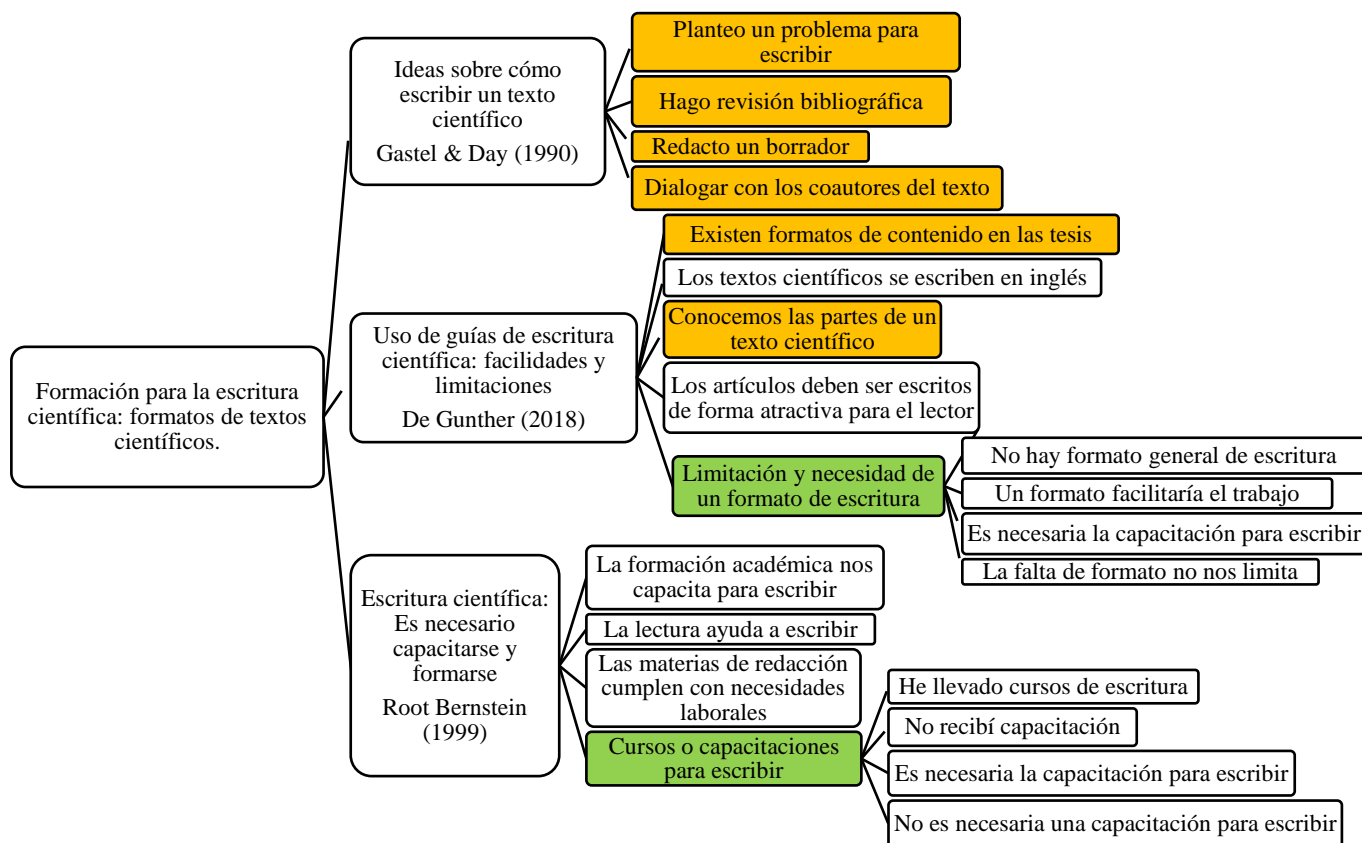
4.4 Formación para la escritura científica: formatos de textos científicos

Las cualidades que se requieren para que un individuo se forme como escritor de ciencia son: observar e identificar problemas, ser capaz de resumir información clave con la finalidad de generar patrones para el entendimiento de las problemáticas encontradas; así mismo puede sumarse a las prácticas escriturales, el uso de elementos retóricos, la capacidad de plasmar sensaciones, que se traduzcan en palabras comprensibles para los lectores (Root Bernstein, 1999). Estas características se comparten en la práctica escritural de cualquier disciplina, incluidas la STEM y aluden también a géneros de escritura transversales sean ensayos, resúmenes, reseñas, etc., los cuales aluden a la formación universitaria (Torres, 2018). Así mismo, la práctica de la escritura científica exige que se adopten nuevos roles dentro de la investigación, De Gunther (2018), enuncia que escribir y

publicar no es suficiente si no se difunde y reconoce el conocimiento escrito (si no se cita), a su vez, señala que el contexto (disciplina) condiciona la escritura, no solo se trata de una herramienta que permite la comunicación, sino también busca la creación de textos cuyo alcance traspase las disciplinas, es decir lo social.

Aunque los modelos de escritura científica no se encuentran bien definidos entre investigadores entrevistados, Gastel y Day (2016) plantearon el modelo canónico de la escritura científica, que se conforma por siete apartados: un resumen, la introducción, el planteamiento del problema, los orientadores teóricos y metodológicos, los resultados y la conclusión. Este modelo fue publicado por primera vez en 1979 y se han elaborado conforme el paso del tiempo reediciones de este. Cabe destacar que este modelo no es inamovible, ya que puede ser adecuado a las necesidades de la publicación e incluso las diferentes revistas tienen sus propias “plantillas” de escritura. Autores como Turabian (2018), agregan al modelo de Gastel y Day (2016) únicamente el título como parte del texto científico.

Figura 8 Formación para la escritura científica: formatos de textos científicos



Fuente: Elaboración propia.

A partir de lo anterior y puesto en relación con los datos obtenidos, los investigadores reconocen la importancia de la escritura del texto científico y su papel en la investigación. El texto científico es entendido como “el medio” para la comunicación de su investigación; sin embargo, señalaron ausencias formativas en su práctica escritural.

Esto permitió construir una categoría de análisis que focaliza la atención en la escritura científica. Los puntos clave que los informantes reconocieron fueron: las ideas sobre cómo debe formularse un texto científico, su opinión respecto al uso de formatos o “plantillas” y cómo estos son regidos por las revistas. Además, se discute la importancia de que los investigadores se capaciten para escribir ciencia. De ésta se desprenden dos tendencias, una que hace explícita la necesidad de capacitación y otra que no, señalando que se trata de un proceso que se adquiere y perfecciona con el paso de los años y la experiencia.

4.4.1 Ideas sobre cómo escribir un texto científico

La publicación científica a través de revistas representa el medio de comunicación para que el trabajo científico salga a la luz, sin embargo esta práctica difiere sustancialmente del acto coloquial de escribir. La escritura científica se enfoca en hechos que sean comprobables y sean vistos como una verdad, sin importar las creencias de los lectores (Ver apartado 4.3.2, p. 76). Por ello, el proceso de escritura comienza con los escritos previos (Ahrens, 2020), antes de comenzar a redactar o cuando el investigador tiene algo que investigar (Turabian, 2018).

Para unos autores, “La escritura científica casi siempre se inicia con una pregunta que no se puede responder” (Vargas, 2009, p. 2), y termina en el momento “en que la pregunta final de investigación puede ser respondida con solvencia” (Sanz Jara, Simón y García, 2012, p. 154), para Cortés, Escobar, y González (2008), “Toda investigación comienza por el planteamiento de un problema, es decir, por una pregunta bien formulada que enraíza en una teoría o una tradición teórica y en el cuerpo del conocimiento acumulado pertinente a la cuestión.” (p. 43) e incluso, una investigación concluye cuando sido publicada en un *journal* y citada por otros (Vargas, 2009).

En el caso particular de los profesores de la universidad de Sonora, se reconocen ciertas ideas sobre cómo y cuándo comienza la escritura científica, éstas formas varía sin embargo concuerda la mayoría que se tiene que tener algo que estudiar para poder comenzar a investigar:

“Bueno, primero se empieza con un problema de la misma área que uno está investigando o un problema relacionado con otra área de investigación y pues uno trata de resolver ese problema, a veces uno puede resolver y obtener una respuesta de ese problema y a veces no se puede resolver, a veces hay que tratar de investigar más problemas relacionados en otras áreas que pudieran dar luz a resolver el problema”

Informante 3, Ciencias Exactas y Naturales.

En menor medida, se reconoce que se empieza con un proceso de reflexión:

“empiezo siempre ese proceso de reflexión, como de imaginarme esa estructura, primero voy a poner una introducción aquí voy a plasmar el objetivo de investigación y luego pues seguir esa metodología de artículos científicos, la metodología este, los objetivos, resultados, una discusión, es decir, que quieren decir esos datos y con qué concluye”

Informante 3, Ciencias Exactas y Naturales.

O de un proceso es más esquematizado, donde se necesita contemplar las ideas de cada parte del texto a redactar:

“hago un esquema general y ahí tengo la idea de lo que va a ser el artículo, entonces para mí más o menos cada puntualización es un párrafo o dos párrafos del artículo. A veces me doy cuenta de que me falta algo aquí, como que me falta en este párrafo y en este otro párrafo me falta alguna idea, que la busco en la literatura, la pienso, la reflexiono, cambié el orden, pero bueno, mi proceso empieza así una vez que ya tengo ese, digamos, ese esqueleto del artículo, esa estructura, pues ya me pongo a redactar”

Informante 8, Ciencias Exactas y Naturales.

Belcher (2009), propone que una vez identificado el problema, el siguiente paso es llevar a cabo una exhaustiva revisión de la literatura disponible, con la finalidad de encontrar y comprender las formas en las que el problema que se ha investigado. En el mismo sentido Hempel (2020) y Mengist, Soromesa y legese (2020), proponen que la revisión sistemática de la literatura consiste en un procedimiento de seis fases: protocolo de investigación (se define el campo de estudio), búsqueda de información (se define la pregunta de investigación y las bases de datos que

se emplearán), evaluación (se establecen los criterios de inclusión o exclusión de literatura para evaluar su calidad), síntesis (se extraen y categorizan los datos que serán empleados para la resolución del problema), análisis (narrar el resultado y concluir) y, finalmente, el reporte de los resultados (el cual consiste explicar procedimiento y publicar):

“leyendo bibliografía, entonces hago una idea en mi mente, tomando probablemente notas en un cuaderno, otras aisladas eh, bueno, leyendo la bibliografía”

Informante 8, Ciencias Exactas y Naturales

Así mismo, el uso de la revisión bibliográfica se concibe como una forma de adoptar las estructuras para la escritura de un artículo:

“normalmente, empiezo con una revisión bibliográfica, ver qué hay publicado respecto al tema, organizo mis búsquedas [...] leo, no leo todos [los artículos], depende de lo que voy a hacer, por ejemplo si voy a redactar la introducción del artículo normalmente leo, la introducción”

Informante 11, Ciencias Exactas y Naturales.

Tanto, Becker (2011), Belcher (2009), y Turabian (2018), reconocen la importancia de plasmar las ideas preliminares en una primera versión del escrito. Es decir, que los investigadores escriban un borrador donde se estructuren los elementos del texto y se reconozcan los conceptos clave. El primero de ellos denomina a esto borrador “a mano alzada”:

“creo que lo puedo dividir [el proceso de escritura] en esa parte de reflexión, en ideas principales, un borrador y al final empezar a pulir para eso apoyarlo con las figuras que estén, dedicarles un tiempo a las figuras, que estén lo más llamativas que tengan lo más importante y lo más esencial, ni tan vacía ni tan saturadas, siempre buscar un equilibrio. Entonces yo creo que ese sería de manera personal mi proceso en esa escritura.”

Informante 7, Ciencias Exactas y Naturales.

En este subapartado se encontró que los informantes comparten aspectos generales del proceso de escritura de un texto científico, por lo que asumen aspectos de la redacción científica,

tales como los modelos canónicos de escritura, sin embargo el proceso de escritura se delimita, en particular, a las “plantillas” de redacción que indican las revistas indexadas donde los investigadores desean publicar.

4.4.2 Uso de guías de escritura científica: facilidades y limitaciones

Cuando se trata de un documento académico, como lo es el caso de las tesis, Munguía (2015) y Sanz Jara, Simón y García (2012), enuncian que éstas deben seguir normas establecidas por los programas, ya que son textos para la formación académica. En el caso de la Universidad de Sonora, se acepta que los documentos académicos en los que se “exige” formatos de escritura es en los documentos de tesis, aunque estos varían entre los programas y disciplinas:

“tal vez donde hay un poco más de formatos es en las tesis sin embargo, no se puede decir que hay un formato como en otras carreras, porque sé que en biología, en química y les revisan hasta el tipo de letra, los márgenes es algo que no me gusta, se me hace un poquito secundario, aquí se podría decir que hay un formato, pero no está bien establecido y simplemente dice: son cuatro capítulos, la extensión es de 80 o 100 páginas, este es un formato muy vago, pero en la tesis nada más”

Informante 8, Ciencias Exactas y Naturales.

Otro aspecto importante es el que enuncia Niño-Puello (2013), explica que la mayoría de los artículos científicos se encuentra escritos en el idioma anglosajón, ya que la mayoría de los investigadores de renombre vienen de habla inglesa. Aunque pareciera que, en la Universidad de Sonora, no hay un consenso con los formatos de escritura científica, existe un conceso referente al manejo de idiomas, ya que una de las exigencias de la escritura científica es el manejo del inglés, como su principal idioma para la comunicación:

“en nuestra área, casi todas las publicaciones se hacen en inglés, de hecho, tengo hasta ahora, afortunadamente, una producción de alrededor de 16 artículos y de los 16, nada más uno o dos han sido en español”

Informante 10, Ingenierías.

Por lo que, se reconoce que un buen manejo del inglés es una necesidad para realizar su trabajo académico:

“hay otras cosas que son importantes, por ejemplo, la mayoría de la investigación se escriben en inglés, entonces uno tiene que tener [sic] un buen manejo de inglés, de las reglas gramaticales del inglés, uno tiene que tener un diccionario a la mano para estar escribiendo algún artículo en inglés. Al menos así lo hago yo”

Informante 3, Ciencias Exactas y Naturales.

Otra de las normas implícitas de un texto científico, que reconocen los informantes, es que un texto debe escribirse con claridad o de manera llana para lograr expresar lo que busca comunicar (López, Alvarado y Mungaray 2014), ya que estos deben ser accesibles a la audiencia:

“Es como el diseño... si tu batallas con un aparato, es culpa de quien la diseñó, el aparato te tiene qué decir cómo usa y se maneja. Igual una escritura, una lectura no tiene que resistirse a la que tú la leas, tiene que fluir [...] Si no se deja de leer es que algo le falla a la escritura.”

Informante 1, Ingenierías.

También, Gastel y Day (2016) enuncian que hay que hacer una revisión exhaustiva de los derechos de autor, que todo se encuentre debidamente citado; además, expresan que es necesario que los artículos deben adaptarse a los requerimientos específicos de la revista o *journal*. Por ello, para algunos investigadores de la Universidad de Sonora el escribir un artículo científico no causa impacto ni en el ámbito científico ni social, si este artículo no se publica y divulga (Vargas, 2004), por lo que reconocen que un paso importante de la escritura científica es la selección de la revista donde se desea publicar:

“entonces tiene que ver también qué tipo de revista es ¿a qué público va dirigido? Si es una revista de formato corto donde no más te aceptan ciertas palabras, dos páginas, porque el tipo de escritura ahí es diferente, entonces tienes que ser más directo, más conciso, no darle muchas vueltas a los datos y que eso que diga este muy, muy apoyado con una figura porque tampoco te aceptan muchas figuras, pero hay otros formatos donde son más largos,

de más páginas, entonces tienes más libertad de hablar y decir hasta un poquito de historia de lo que se sabe, de lo que vas a presentar”

Informante 7, Ciencias Exactas y Naturales.

No obstante, es posible identificar un acuerdo respecto a que la ausencia de un formato establecido, aunque no limita el trabajo escrito, sí lo facilitaría, ya que cuando un texto es rechazado es un proceso engorroso adecuar el texto a los requerimientos de la nueva revista:

“no lo creo que lo limite como tal, más bien creo que, más que limitarlo a veces se dificulta o es trabajo extra, porque el hecho que los sometas a una revista tu artículo no quiere decir que ya te lo van a publicar, es muy común que te lo rechacen y no hay que sentirse mal por eso es muy común, hay infinidad de revistas, N alternativas para publicar, pero hay que modificar el artículo a lo que pide la otra revista para volverlo a someter a revisión, entonces es más trabajo”

Informante 11, Ciencias Exactas y Naturales.

De igual manera, se reconoce que la ausencia de formato es un problema cuando se trata de alumnos o investigadores con poca experiencia (Carlino, 2004), quienes comienzan su trabajo de escritura de forma temerosa:

“en algunos casos, [la falta de formato] sí los limita [a los alumnos] porque los inhibe, les da un poco de temor empezar y a veces eso es lo que hace que no comiencen a redactar su trabajo”

Informante 4, Ingenierías.

Así mismo, es posible vislumbrar la existencia de un problema de escritura, por lo que se busca facilitar el proceso para los futuros científicos (Vázquez *et al.*, 2007), (ver apartado 4.1.1, p. 58):

“yo sí quiero cambiar esa parte, yo la maestría la hice en Querétaro, y allá, por ejemplo, al profesor si no le mandabas el escrito con estilos de Word ni te lo leía, tiene que venir en los estilos de Word y yo me acostumbré a eso, entonces que el proyecto, el artículo, aunque

sea un “draft”, pues si tiene que ir con los estilos de Word y apenas es lo que estoy implementando aquí con los muchachos”

Informante 13, Ingenierías.

Sin embargo, también está la creencia de que la ausencia de formato no es un problema:

“No creo que limite, sino al contrario, que al tener la libertad, pues digamos que tiene sus dos lados ¿no? Tienes lo que es la libertad, y eso te permite expresarte mejor”

Informante 6, Ciencias Exactas y Naturales.

A lo largo de este subapartado fue posible comprender lo que los informantes entienden como limitante para la escritura científica: el inglés, debido a que la mayoría de la producción científica está redactada en este idioma; consideran que se debe escribir para la audiencia y de manera llana y los formatos. Con respecto a esto último los investigadores reconocen los formatos son tanto facilitadores como limitantes para la escritura, puesto que al existir estos se puede cumplir con la escritura del texto he incluso realizar de forma adecuada la corrección, no obstante, al existir tantas revistas posibles para publicar los investigadores enuncian un desacuerdo ya que deben adecuar sus textos a cada una de ellas. En el caso de los estudiantes o de investigadores noveles, los más experimentados si ven esto como un problema pues su ausencia dificulta la escritura ya sea de tesis, sea de grado o posgrado, o de un artículo o ponencia. Sin embargo, otros informantes sí buscan facilitar el trabajo proporcionándoles guías a sus alumnos, mientras que otros no y visualizan esta ausencia como una oportunidad para desarrollar la creatividad de cada investigador.

4.4.3 Escritura científica: Es necesario capacitarse y formarse

Cuando se habla de escritura científica, se refiere a una escritura relativamente joven, los primeros registros de periódicos científicos datan de 300 años atrás. Se considera una práctica muy específica, que está compuesta por diferentes secciones: título, introducción, métodos, resultados y discusión (Duque, 1999), a pesar de tantos años de estar asentada como un área de conocimiento, la capacitación está ausente, ya que se supone que el contacto con la escritura se va dando en las diferentes etapas formativas (Carrasco, 2016).

Por lo anterior, se espera que los investigadores, quienes han pasado por diferentes etapas formativas, puedan escribir y adoptar por sí solos las formas necesarias para desarrollarse dentro de su contexto académico (Carlino, 2013). Sin embargo, debido al grado de dificultad y especificidad que se requiere para escribir de manera científica, y que en algunos casos la formación recibida puede ser insuficiente (Munguía, 2015), en el caso de la Universidad de Sonora se reconoce que, para subsanar dichas ausencias formativas, el tener cursos específicos para redactar de forma científica podrían ser de ayuda:

“Ayudaría a tener ciertos cursos de redacción, por ejemplo, ahora los artículos de investigación generalmente son en inglés, pues no solo hay que redactar, sino que hay que redactar en otro idioma que ya es una complicación adicional.”

Informante 9, Ciencias Exactas y Naturales.

Cabe destacar que para escribir bien, es necesario leer bien, por lo que expresan Cartolari y Carlino (2009) y Flores (2016), que la lectura tiene diferentes beneficios como el desarrollo de la comprensión y el pensamiento crítico, elementos que considera el autor como ventajas en el desarrollo académico y profesional de los individuos. Por lo que se reflexiona que un buen lector es un buen escritor. Esto puede verse reflejado en el entendimiento de los investigadores de la Universidad de Sonora, ya se hace un reconocimiento especial a la lectura, no sólo se trata de saber escribir, también es primordial tener un nivel de lectura desarrollado:

“muchos no pueden redactar bien, hay otros que lo hacen perfectamente; creo que está correlacionado con la lectura, entonces creo yo quien más lee mejor redacta, pero no sé si sea un prejuicio mío, ¿verdad? Creo que quien no lee, redacta menos”

Informante 8, Ciencias Exactas y Naturales

Como se ha mencionado, se espera que los investigadores cuando se insertan en la vida profesional dominen las habilidades para escribir de manera científica, en el caso de la Universidad de Sonora dentro de su malla curricular se encuentran asignaturas nombradas de Eje de Formación Común (EFC) (De la Vara, 2019), el objetivo de estas materias es el desarrollo de habilidades cognitivas y metacognitivas que les permitan a los estudiantes, en su vida profesional: buscar, organizar, analizar y hacer uso eficiente de la información, además de promover el desarrollo de la

escritura académica, la creatividad y el pensamiento crítico. Estas asignaturas están diseñadas de forma transversal con la finalidad de que cada carrera nivel licenciatura las lleve (Ramírez, 2009), sin embargo, existe una opinión negativa respecto a estas materias:

“Son materias que los alumnos consideran de relleno, que la Universidad les considera relleno [...] pero no sirven para nada, [...] de repente ves gente que está dando los cursos de NTIC, que no sabe nada de tecnología, [...] esto lo que me da a pensar, que a lo mejor hay gente que está dando los cursos de redacción que no saben redactar”

Informante 5, Ciencias Exactas y Naturales.

Vargas (2015), afirma que el trabajo académico demanda una intensa actividad intelectual y la apropiación de herramientas propias de la cultura científica. Entre estas herramientas se encuentra la escritura, la cual funciona como un vínculo entre el saber y el desarrollo de las investigaciones.

El autor afirma que la escritura científica debe enseñarse y desarrollarse en un ambiente académico, por medio de procesos sistemáticos, sin embargo, Carlino (2013) enuncia que la realidad es que la enseñanza de la escritura es un asunto desatendido en las universidades, lo que puede devenir en problemas en la vida profesional de los investigadores, quienes al no contar con las herramientas optan por capacitarse ya en su vida profesional.

Con respecto a lo anterior, algunos investigadores de la Universidad de Sonora, afirman que han llevado cursos para mejorar su escritura:

“creo que sí es muy bueno tener preparación, hubo una vez que tomé un curso así para escritura de artículos científicos y fue muy bueno y creo que sí hay puntos clave que te ayudan a hacerlo fácil y más rápido”

Informante 12, Ciencias Exactas y Naturales.

A su vez se comprende la importancia de llevar cursos de redacción, incluso ya en su vida profesional (Jarpa-Azagra, 2019), sin embargo, los toman de manera ajena a las instituciones donde laboran o a su formación académica, por iniciativa propia:

“lleve los cursos que son de redacción de textos académicos, como dos veces, pero realmente lo que te ayuda más es la práctica, pero oficialmente [en la universidad] no ha habido [cursos]”

Informante 2, Ingenierías.

También se reconoce la ausencia de enseñanza específica, por lo que han desarrollado su práctica escritural conforme escriben y generan experiencia lo que les permite apropiarse de las herramientas necesarias:

“nosotros hemos aprendido a hacerlo a la difícil ¿no? estrellarnos, fallar y volver a intentar hasta que, pues algo decente logra uno escribir ¿no?”

Informante 9, Ciencias Exactas y Naturales.

La lectura y la emulación de las estructuras de otros artículos o textos científicos son otras de las estrategias a las que se recurren para la escritura de textos científicos (Moore, 2011):

“Uno trata de escribir viendo cómo son otros artículos de investigación, así que puede ser difícil, pero no creo, desde mi punto de vista, no creo que deba haber alguna preparación, entrenamiento especial para escribir artículos”

Informante 3, Ciencias Exactas y Naturales.

En el análisis de este subapartado se encontró que los profesores comprenden la importancia de la formación para escribir de manera científica desde la etapa universitaria, sin embargo, esta capacitación en ocasiones puede ser nula o deficiente durante la etapa formativa, por lo que deben llevar cursos por cuenta propia en su vida profesional; aunque hay otros que comentan que la formación no es necesaria y que se aprende conforme se va ganando experiencia; sin embargo la escritura es un proceso que se perfecciona constantemente, que debe ser parte de una formación transversal, la cual no debe atenderse sólo en algunas materias específicas sino atenderse en cada aspecto de la formación de los académicos.

En resumen, durante este apartado fue posible entrever que los informantes conocen las partes básicas de un texto científico, pero no identifican la existencia de modelos de escritura

(Belcher, 2009; Gastel y Day, 2016; Turabian, 2018), debido a que adoptan las estructuras de las revistas en donde buscan publicar sus textos científicos, sin embargo cuando se trata de trabajos académicos como las tesis, se trabajan modelos adecuados a las necesidades de cada disciplina. A su vez, comprenden que no sólo basta con escribir bien en español, sino que la escritura científica exige la adopción del idioma inglés (Niño-Puello, 2013) y ser un lector eficaz (Flores, 2016) como habilidades necesarias para el desarrollo de la escritura científica. De igual manera, reconocen la importancia de la formación para desarrollar la práctica de la escritura científica, aunque algunos enuncian que la capacitación no influye ya que las habilidades se van aprendiendo y adoptando mediante la experiencia, otros recurren a la imitación de los textos ya escritos, así como el seguimiento de las guías y formatos de escritura que exigen las revistas.

A lo largo de este capítulo se identificaron los significados que los profesores le otorgan a los diferentes aspectos que componen la alfabetización científico-crítica, estos se mantienen, en algunos casos, alejados de lo que plantea la teoría, esto debido a que existen diversos factores que condicionan la producción científica, como el factor económico y normativo de las propias instituciones donde laboran o gubernamentales como lo es el caso del SNI.

Capítulo 5. Conclusiones

Esta investigación fue motivada por el interés de comprender ¿Qué significados le otorgan a la alfabetización científico-crítica los profesores investigadores del área STEM de la Universidad de Sonora? El objetivo general fue analizar los significados sobre la alfabetización científico-crítica, mientras que los particulares fueron: 1) Analizar la concepción de ética y consecuencias de la ciencia, 2) reconocer el valor que le otorgan al pensamiento crítico y 3) analizar cómo es que comprenden la práctica de la escritura científica.

Sin embargo, esta travesía como tesista de maestría permitió expandir la visión que se tenía con respecto a la escritura. Adaptarse a las formas de trabajo específicas de las ciencias sociales, así como realizar un trabajo de investigación que significara un verdadero esfuerzo intelectual y académico, lo que ha sido lo más importante dentro de este proceso. También, permitió comprender que la escritura es un tema vivo y vigente, necesario dentro de toda práctica social y académica, aunque no se le otorga el valor que corresponde, ya que exige más una verdadera reflexión, también

el ser capaz de ofrecer una autocrítica objetiva donde se reconozcan las áreas de oportunidad y mejora. Comprender la importancia de las redes de colaboración y que contar con una buena guía es la base para desarrollar y formar al investigador que cursa algún posgrado, esto permitió llegar este capítulo donde se presentan las conclusiones en el que se espera se pueda reflejar ese crecimiento crítico, objetivo y ético.

En este capítulo se presentan las conclusiones principales de la investigación. Organizadas en cuatro apartados: el primero da cuenta de los significados de la alfabetización científico-crítica en la Universidad de Sonora. El segundo la ética y el pensamiento crítico, El tercero de las ideas, guías y capacitación para la escritura científica, y finalmente, filosofía STEM y formación de una ciudadanía científica. Si bien la ética, el pensamiento crítico y la escritura científica conforman las tres aristas de la alfabetización científico-crítica, el modelo no neutral abre el espacio para considerar el impacto del factor económico como un elemento a considerar.

5.1 Significados de la Alfabetización científico-crítica de los Investigadores del área STEM de la Universidad de Sonora

Según Vygotsky (1978), el signo es una herramienta que permite la comunicación por medio de relaciones interpersonales; se considera un instrumento para la comprensión del comportamiento, las creencias y las percepciones de los individuos. Esta postura puede verse reforzada con el posicionamiento de Guba y Lincoln (1994), quienes señalan la existencia de una realidad ‘verdadera’, pero que puede transformarse debido a las construcciones sociales y contextuales que rodean al significado.

En este sentido, la respuesta a la pregunta principal de investigación: ¿Qué significados le otorgan a la alfabetización científico-crítica los profesores investigadores del área STEM de la Universidad de Sonora? Permite identificar los significados o cómo es que se conciben: la ética, el pensamiento crítico y la escritura y su relación con los factores económicos y normativos de las instituciones (CONACYT, Universidades y normas). Iniciamos con este último debido a su importancia.

- a) Uno de los hallazgos más representativos del estudio con respecto a la producción de textos científicos tiene que ver con el factor económico y el peso que le otorgan los investigadores a este punto para el desarrollo científico, así como el factor normativo de las instituciones

(públicas y privadas). Esto se debe a que éstas otorgan los financiamientos (presupuestos) e incentivos (becas) para el desarrollo de investigaciones, las cuales orientan directamente su producción, ya que establecen normativas para tener acceso a dichos apoyos financieros. Este hallazgo se relaciona con lo expuesto por Lloyd (2018), con respecto a los presupuestos.

En este sentido, las cuestiones éticas se ven condicionadas por el factor económico, ya que se encuentran desligadas de los propósitos de la Alfabetización científico-crítica. Debido a que la ética se comprende de manera restringida: sólo se alude a la formación de recurso humano de calidad, no plagiar ni fabricar datos, así como el respeto a los códigos de ética dentro de este proceso formativo (Fonseca, 2020; López, 2016). Por lo que esta posición, se aleja de la propuesta de Sjöström y Eilks (2021), donde se plantea la formación de científicos conscientes de su propio saber, con un fuerte grado de responsabilidad social, dado que el conocimiento científico repercute o tiene consecuencias en la sociedad.

Sin embargo, el reconocimiento a las consecuencias del saber científico queda ausente en la mayor parte del significado colectivo, ya que la mayoría sólo se reconoce la publicación y la divulgación de los textos científicos (conceptos que utilizan de manera indiscriminada). Los investigadores del área STEM entienden que la publicación y divulgación es parte vital de su vida laboral puesto que se traduce en incentivos económicos y apoyos financieros para el desarrollo de sus investigaciones (Hernández, 2019; Reyes y Suriñachi, 2012). En el caso de los investigadores de la universidad de sonora, el factor financiero es un tema delicado, porque puede condicionar su trabajo de investigación: delimitación a ciertas líneas de estudio, interposición de intereses ajenos al desarrollo científico (agenda pública), la exigencia de cierta cantidad de publicaciones en ciertas clases de revistas (indexadas) con la finalidad de ingresar, mantenerse o subir de nivel en los sistemas de investigadores.

Así mismo, existe un reconocimiento hacia el pensamiento crítico, ya que se comprende que sin este no puede desarrollarse la ciencia, como enuncian Paul y Elder (2003), no obstante, el factor económico permea los espacios donde se desenvuelven los investigadores y las normativas impuestas por el SNI los condiciona hacia el cumplimiento de indicadores.

Con respecto a la escritura científica se señala la necesidad de contar con una destreza escritural eficaz. Sin embargo, quedan difusas las formas de escritura y la pregunta acerca de quién debe formarse en la escritura científica queda sin responder, dado que existe una controversia a este respecto. Los resultados exponen que los investigadores con experiencia creen innecesaria la formación y señalan que los investigadores noveles o los investigadores en etapa formativa (estudiantes de posgrado) son los que deben ser formados, ya que ellos no cuentan con la experiencia y las herramientas necesarias (Vargas, 2015; Gastel y Day, 2016) por lo que se percibe un recelo de parte de los investigadores más experimentados para seguir capacitándose, esto debido a factores como el tiempo, que deben dividirlo entre sus labores docentes y de investigación.

5.2 Ética y pensamiento crítico: finalidades y condicionantes de la escritura científica

Desde la perspectiva de Sjöström y Eilks (2018; 2021) la ciencia es un ente que está ligado al desarrollo social por lo que se espera que ésta se desarrolle en favor de la solución de los problemas que aquejan a la sociedad. Es decir, que debe enfocarse en la mejora social. Así mismo retoman la concepción de *Bildung*, que enuncia que cada ciudadano debe ser responsable de sus decisiones y las consecuencias de éstas. En el caso de los científicos, hacerse responsable de su conocimiento y sus descubrimientos.

Desde la perspectiva teórica de los autores antes señalados se busca la mejora de la sociedad y la solución de problemas ecológicos. A esto es posible sumarle la integración de la sociedad, las universidades, el mercado y el Estado para que trabajen de la mano (Carayannis y Campbell citado en Castillo y Vergara, 2020), cuyo fin último es que la ciencia no deje de lado su responsabilidad con respecto las consecuencias de sus saberes.

Sin embargo, en el caso de los profesores investigadores de la Universidad de Sonora, estos propósitos se desvanecen, debido a que los significados que le dan a la ética científica se encuentran en una de las finalidades que reconocen dentro de su labor como científicos: la formación de recurso humano de calidad (Bonfil; Delgado citados en López, Alvarado y Mungaray, 2014). Esto se debe a que comprenden la ética como el acto de seguir los códigos de ética y bioética de la Universidad de Sonora (UNISON, 2012; 2016) como se señala más arriba.

Así mismo, subrayan al plagio como una de las conductas poco deseables (Miranda, 2013), por lo que cuidan que los alumnos no lo hagan. Tal es el impacto del plagio que la institución (la

universidad de Sonora) proporciona *software*¹⁶ (*Ithenticate*) especializado para corroborar tanto los trabajos de los alumnos, como de los investigadores.

Si bien se espera que los propósitos de la ciencia se enfoquen en la mejora social, sea a través de la formación de científicos, en la publicación y la divulgación se encontraron discrepancias en la manera de comprender la ciencia. Cada una de ellas contiene matices:

- a. La publicación se entiende como parte de su trabajo, ya que influye directamente en sus salarios (becas o incentivos). Este fenómeno se da debido al sistema los requisitos que las instituciones de educación superior (Estatuto del Personal Académico de la Universidad, EPA) y las políticas públicas (SNI, PRODEP) establecen para el trabajo de investigación en el país, así como la inserción, el mantenimiento o el ascenso de los investigadores en los sistemas de investigación nacional (Reyes y Suriñachi, 2012; Lloyd, 2018). Por lo que existe un condicionamiento entre los propósitos de mejora y solución de problemas sociales (Klafki,1980; Sjöström y Eilks, 2021), atribuidos a la ciencia y la producción científica. Es decir, el *Bildung es poco reconocido en el desarrollo de la investigación científica*.
- b. La divulgación la comprenden como parte del impacto de la actividad científica. Hoy sabemos que no es suficiente publicar en revistas indexadas, sino que además deben ser citados (Vargas, 2009), esto significa un cambio en el significado ya que entienden que mientras más mediático sea un texto científico más reconocimiento tiene, lo que permite establecer redes de comunicación. Cabe destacar que los investigadores utilizan los términos publicación y divulgación de manera indistinta, lo que se considera un problema añejo debido a la discusión de quién debe o no divulgar la ciencia, aunque, reconocen que si se busca que un texto científico sea mediático se propone que sean los mismos científicos quienes escriban para una audiencia más amplia (Brockman, 1996).

¹⁶ Es importante señalar que este software aún no está habilitado para reconocer el uso de AI, por ejemplo Chat GPT, por lo que es importante examinarse propuestas para regular el uso de éstas para escribir de forma académica.

En cuanto a la relación ética y pensamiento crítico se señala que el conocimiento y la razón se vinculan por el contexto de cada individuo (Marx citado en Leal, 2003), por lo que estos son productos del propio desarrollo humano y las estructuras sociales, como es el caso de la formación académica y las instituciones de educación superior.

Aunque la ciencia debe regirse por un código de ética y moral disciplinado (Bunge, 1996), en el caso de la Universidad de Sonora, no se especifica el conocimiento de algún código establecido en las áreas STEM, únicamente se tiene consciencia del código de Bioética por parte de los investigadores que tienen acceso a seres vivos y células; También se comprende que la ciencia es un ente frágil y corruptible por lo que los científicos deben estar formados con un código ético y moral para que su labor no se pierda en intereses ajenos a la ciencia (el dinero, el poder y las instituciones), sin embargo, debido al impacto del factor financiero queda desdibujado el *Ethos de la ciencia*, por lo que es importante poner el foco de atención en las consecuencias de los financiamientos para el desarrollo de la investigación (Ratcliffe y Gonzáles del Valle, 2000).

En cuanto los hallazgos relacionados con pensamiento crítico, se acepta que el pensamiento crítico, los valores éticos y la labor científica están intrínsecamente ligados, pero estos pueden verse constreñidos por factores externos (Bunge 1996). Por lo que los investigadores entienden que la crítica, no del conocimiento, sino a las instituciones puede viciar y limitar su acceso a la obtención de apoyos económicos indispensables para el desarrollo de sus investigaciones. Por lo que el pensamiento crítico es una habilidad que los investigadores reconocen en un científico capaz (Leal, 2003; Rojas, 2019), por ello, se le otorga un valor importante dentro del proceso de investigación.

Además, el pensamiento crítico según muestran los hallazgos, pueden funcionar como un blindaje para la propia ideología de cada investigador (Estigarribia, 2019), esto para evitar su influencia en la labor científica. Así mismo, otro hallazgo da cuenta de que éste se forja durante la etapa formativa de cada investigador, especialmente en los niveles de posgrado, por lo que en el caso de la Universidad de Sonora, existe un consenso y se afirma que una buena instrucción y guía de directores de tesis puede fomentar o limitar el pensamiento crítico.

5.3 Ideas, guías y capacitación para la escritura científica

Desde la perspectiva de Root (1999) un escritor eficaz es capaz de observar e identificar problemas, resume información relevante con el fin de generar modelos de entendimiento para los problemas

detectados. Por lo que la escritura se considera otra practica necesaria para el desarrollo de la ciencia.

Aunque existen modelos de escritura científica (Belcher, 2009; Gastel y Day, 2016; Turabian, 2018) que delimitan las normas de cómo es que debe escribirse un texto científico. Es posible reconocer que estas estructuras se encuentran de manera implícita en los significados que los informantes reconocen para la elaboración de un texto científico, ya que se comprenden las partes que estructuran estos modelos (resumen, introducción, orientador teórico y metodológico, etc.). Sin embargo, los hallazgos muestran que estos modelos canónicos no se siguen debido a que las revistas científicas indexadas establecen sus propios formatos (plantillas) de escritura, por lo que los investigadores se ven obligados a adoptar las “plantillas” que proporcionan como guía de escritura. Se admite que pueden facilitar el trabajo de redacción e incluso el de corrección de los textos.

Mientras que para los artículos científicos los formatos son establecidos por las revistas, la situación cambia cuando se trata de textos formativos y académicos como lo son el caso de las tesis, en las cuales se delimitan los aspectos básicos y de contenido que estos documentos deben complementar dentro de su estructura, sin embargo, estos varían entre disciplinas ya que obedecen a las necesidades de cada una.

Además, es posible comprender que no es suficiente saber escribir en español, debido a que la escritura científica exige la aprehensión del idioma inglés (Niño-Puello, 2013), puesto que gran parte de la producción científica se escribe en dicho idioma, especialmente en las áreas STEM, en las cuales la mayor cantidad de científicos de renombre hablan y escriben en el idioma anglosajón, por lo que se reconoce que es necesario capacitarse en el habla inglesa.

Con respecto a la conexión entre la escritura y la lectura, se encontró que se muestran de acuerdo que estas dos habilidades son necesarias para el desarrollo de la escritura científica (Flores, 2016), porque estas actividades están ligadas y se conciben como partes de “una misma moneda”, por lo que se entiende que un buen lector es un buen escritor, así mismo en el caso contrario, un mal lector es un mal escritor.

Finalmente, como se señala más arriba con respecto a la discusión de si los investigadores deben o no formarse para escribir de forma científica. Es importante destacar que aunque institucionalmente existen materias (para los alumnos) y cursos de capacitación continua (para los docentes), estos se trabajan de manera aislada y no se suele tener una percepción positiva de estas acciones y asignaturas debido a que se perciben como estrategias para subsanar necesidades laborales y administrativas. En el caso de los investigadores, no se reconoce la escritura como un proceso transversal y en constante perfeccionamiento por lo que se puede ver desatendida la escritura, ya que se concentran en su proceso de investigación o en transmitir los conocimientos a los alumnos en su trabajo como docentes.

5.4 Filosofía STEM y formación de una ciudadanía científica

Como parte de la propuesta de esta investigación fue el reconocer si existe una comunidad de escritura (Carlino, 2013; Hass, 1992; Rojas, 2020), conformada por las áreas STEM. A pesar de ello, no se reconoció una unificación como tal entre las diferentes disciplinas de la universidad.

Si bien, se rigen por el método científico, cada una de las disciplinas, en apariencia, se mantienen cerradas a su contexto inmediato en la Universidad de Sonora. Aunque en menor medida fue posible vislumbrar un reconocimiento hacia el potencial para el trabajo interdisciplinar, con el fin de impactar más directamente en la sociedad. No obstante, la figura de la filosofía STEM se mantiene desdibujada en los significados colectivos, mientras que la mayoría desconoce el término, los que tienen nociones al respecto no la reconocen como una posible alternativa para el desarrollo de la ciencia, sino como una noción idílica difícil de lograr.

Lo anterior se contrapone con la idea del STEM, que busca efficientar la educación desde la pertinencia y coherencia para la enseñanza de la ciencia, con la finalidad de crear una conciencia que considere la labor científica desde lo individual hasta lo social. Así mismo, para repensar los contenidos científicos y la profundidad con la que estos deben estudiarse con el fin de generar nuevas preguntas y soluciones para la sociedad (Moreno y Bautista, 2019). Finalmente, con la postura de Rojas (2019), sobre la filosofía STEM se abre un espacio para la formación ciudadana, que se involucre en los asuntos científicos y las repercusiones de los impactos de la ciencia en la sociedad, medio ambiente y política.

5.5 Agenda de investigación

Este proyecto de investigación se enfocó en la búsqueda de los significados que le otorgan a la alfabetización científico-crítica los investigadores del área STEM de la Universidad de Sonora. Así mismo, dar cuenta de las recomendaciones que resultaron de la investigación, además se describen las limitaciones del estudio.

A partir de los resultados se plantean posibles líneas de investigación futura, que permitirán continuar con el estudio.

1. Explorar a fondo la percepción de la ética, sus significados y sus consecuencias dentro de las áreas STEM, así mismo, dar cuenta de las razones de esta separación en la Universidad de Sonora.
2. Investigar las estrategias didácticas para la enseñanza la práctica de la escritura científica en los niveles de posgrado, identificar la existencia de formatos de escritura, identificar si se enseña a escribir en inglés y si existen capacitaciones o cursos para escribir de manera especializada.
3. Generar programas de escritura científico-crítica para los estudiantes y profesores.
4. Generar un estudio desde la perspectiva de género, desde la posición de la mujer como escritora de ciencia y su participación en la comunidad científica.
5. Expandir el estudio de la escritura a las cuestiones éticas del uso de Inteligencias Artificiales.
6. Abordar el estudio desde la perspectiva de los alumnos de las áreas STEM.

5.5.1 Recomendación general

Los resultados obtenidos permitieron elaborar una recomendación general para la Universidad de Sonora:

Continuar con el fomento de talleres y cursos donde se ofrezcan estrategias para el desarrollo de la escritura académica, del pensamiento crítico y ético y, además, construir cursos de escritura científica bajo el enfoque de la **Alfabetización científico-crítica, es decir, atendiendo al compromiso social**, al respeto del medio ambiente, tanto en inglés como en español, específicos para las áreas de ciencias y tecnología.

5.5.2 Limitaciones del estudio

De acuerdo con los objetivos de investigación, fue posible comprender lo que se pretendía del estudio, aunque el estudio se llevó a cabo sin mayor complicación, se pudieron reconocer ciertas limitaciones para el desarrollo de la investigación:

En primera instancia esta investigación se enfocaría a los significados que los estudiantes le otorgaban a la escritura, sin embargo, por cuestiones de profundidad y riqueza de los datos se cambió de sujetos de estudio, para enfocarse a los docentes, este cambio dificultó la articulación del problema de investigación, ya que hubieron ciertas confusiones para la búsqueda de antecedentes y teoría adecuada, ya que la mayoría de la literatura que se encuentra en cuestiones sobre la escritura y pensamiento crítico se enfocan a los alumnos y su desarrollo cognitivo durante la etapa universitaria.

En segunda instancia, en cuanto a las teóricas, no se tenía contemplado el aspecto económico y su impacto en la producción científica. Lo que repercutió en la implementación metodológica, ya que no se consideraron preguntas respecto al factor económico, durante la elaboración del guion de la entrevista semi estructurada que se aplicó a los informantes.

Referencias

- Acevedo-Díaz, J. (2018) ¿Naturaleza de la ciencia o naturaleza de las ciencias? *Iberoamérica divulga*. DOI: [10.13140/RG.2.2.21353.80482](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21353.80482)
- Aguilar, T. (1999) *Alfabetización científica y educación para la ciudadanía*. Narcea.
- Ahrens, S. (2020). El método Zettelkasten. Cómo tomar notas de forma eficaz para impulsar la escritura y el aprendizaje de estudiantes, académicos y escritores de no ficción (G. Carmona, Trans.): Create Space Independent Publishing Platf.
- Alvarez-Gayou, J., (2003) Introducción a la investigación cualitativa. *Cómo hacer investigación cualitativa* (1ra ed) pp. 13-40
- Arcila, P., Mendoza, Y., Jaramillo, J., Cañón, O. (2009) Comprensión del significado desde Vygotsky, Bruner y Gergen. *Revista diversitas - perspectivas en psicología*. 6(1) pp. 37 – 49. Universidad Santo Tomás.
- Becker, H. (2011). *Manual de escritura para científicos sociales. Cómo empezar y terminar una tesis, un libro o un artículo* (T. Arijón, Trans.). Buenos Aires: Siglo XXI
- Belcher, L. (2009) Week 5: Refining Your Works Cited in (L. Belcher) *Writing Your Journal Article in Twelve Weeks A Guide to Academic Publishing Success*, Electronic version, pp.150-190. Princeton University.
- Bezanilla-Albisua, M., Poblete-Ruiz, M., Fernández-Nogueira, D., Arranz-Turnes, S. y Campo-Carrasco, L. (2018). El Pensamiento Crítico desde la Perspectiva de los Docentes universitarios. *Estudios pedagógicos*, 44(1), p. 89-113.
- Braslavsky, B. (2003). ¿Qué se entiende por alfabetización? *Lectura y vida.*, 2, 2-17.
- Brockman, J. (1996). *La tercera cultura. Más Allá de la revolución científica* (A. García, Trans.; 1a ed.). Tusquet Editores.
- Bunge, M. (1996) *Ética, ciencia y técnica*. Editorial Sudamericana.
- Cabero, J., y Llorente, M. (2013), La aplicación del juicio de experto como técnica de evaluación de las tecnologías de la información (TIC). *Eduweb. Revista de Tecnología de Información y Comunicación en Educación*, 7 (2) pp.11-22.
- Cadena-Iñiguez, P., Rendón-Medel, R., Aguilar-Ávila, J., Salinas-Cruz, E., De la Cruz-Morales, F., y Sangerman-Jarquín, D. (2017) Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 8 (7), pp. 1603-1617.

- Cañedo-Argüelles, M., Armenia, A., Estrada, F., Gracia, M., Navarro, M., Pérez-Moneo, M., Pestana, J. y Pujol, A. (2014) ¿Para qué escribir? En L. Tolchinsky *Cuadernos de Docencia Universitaria* 29. P. 9-12. Octaedro.
- Capimagi, D. (2013) La escritura académica en el aula universitaria. *Revista de Educación y Desarrollo*, 25. p. 29-49.
- Carlino, P. (2003). Alfabetización académica: Un cambio necesario, algunas alternativas posibles. *Educere, Revista Venezolana de Educación*, 6 (20) 409-420.
- Carlino, P. (2004). El proceso de escritura académica: cuatro dificultades de la enseñanza universitaria. *EDUCERE, Artículos arbitrados*. Año 8, núm. 26. Pp. 321-327
- Carlino, P. (2005). *Escribir, leer y aprender en la Universidad*. Fondo de Cultura Económica
- Carlino, P. (2009). Prácticas y representaciones de la escritura en la universidad: los casos de Australia, Canadá, E.E.U.U. y Argentina. *Cuaderno de Pedagogía Universitaria* Año 6/ Número 12. Pp. 6-17 ISSN 1814-4144
- Carlino, P. (2013). Alfabetización académica: Diez años después. *Revista Mexicana de Investigación Educativa. Vol. 18, núm. 57, pp. 355-381*
- Carrasco, A., Cordero, D., Chacón, M., Gatti, S., Hernández, B., López, G., Macías, V., Ramírez, N. (2016) *Alfabetización inicial: Libro del docente*. (2da Ed.)
- Cartolari, M. y Carlino, P. (agosto, 2009). Formación de docentes, Concepciones y Prácticas de Lectura y Escritura: Una Revisión Bibliográfica. I Congreso Internacional de investigación y Práctica Profesional en Psicología, XVI Jornadas de Investigación y Quinto Encuentro de Investigadores de Psicología del MERCOSUR “Psicología y Sociedad Contemporánea: Cambios Culturales”. Facultad de Psicología de la Universidad de Buenos Aires.
- Castelló, M. y Mateos, M. (2015) Las representaciones de profesores y estudiantes sobre la escritura académica en las universidades españolas, *Cultura y Educación*. 27(3), p. 477-503. DOI: 10.1080/11356405.2015.1072357
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (2021). Programas Nacionales Estratégicos. <https://conahcyt.mx/pronaces/>
- Cortés, F., Escobar, A., y González, M. (2008). Método científico y política social. A propósito de las evaluaciones cualitativas de programas sociales. México: Colegio de México.
- Castillo-Vergara, M. (2020). La teoría de las N-hélices en los tiempos de hoy. *Journal of technology management & innovation*, 15(3), 3-5.

- Chesky, N., & Wolfmeyer, M. (2015). *Philosophy of STEM Education: A Critical Investigation*. New York: Palgrave Macmillan
- Crespo, P. (2009). ¿Qué son y qué presentaron de nuevo las Universidades Tecnológicas? *Trayectoria del modelo de Universidades Tecnológicas en México (1991-2009)*. p. 8-13. UNAM.
- Creswell, J. (2012) *Educational research: planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. Pearson.
- De Gunther D. L. (2018) La comunicación de la ciencia. Elaboración de textos científicos (artículos y/o ponencias) y criterios de arbitraje académico. Universidad de Sonora.
- De la Vara Estrada, A., Araoz R., M., Galindo R., M. (agosto 19- 30, 2019) Diagnóstico del espacio educativo Estrategias para Aprender a Aprender. Hermosillo, Sonora.
- Diario Oficial de la Federación OF (2012) Reglamento del Sistema Nacional de Investigadores. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Escobar, J., y Cuervo, A. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en Medición*, 6, pp. 27-36.
- Espinoza, E., y Calva, D. (2020). La ética en las investigaciones educativas. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(4), 333-340.
- Estigarribia, R. (25 al 27 de noviembre de 2019) Pensamiento crítico, ideología y solución de problemas en la formación de profesionales universitarios. XIX Coloquio Internacional de Gestao Universitaria. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.
- Fiscal, C. (2012) Lógica, pensamiento crítico, argumentación y ética en la formación de ingenieros. *Innovación Educativa*, 12 (60), pp. 137-146
- Fitoussi, J. P, Rosanvallon, P. (1996), La nueva era de las desigualdades. Buenos Aires, Manantial-Argentina
- Flick, U. (2011). *Introducing Research Methodology: A Beginner's Guide to Doing a Research Project*. pp, 271.
- Flores, M (2018) La escritura académica en estudios de ingeniería: valoraciones de estudiantes y profesores. *Revista de la Educación Superior*. 47 (186), p. 23-50.
- Fonseca, J. (2020) La formación de investigadores: oficio y conocimiento pertinente ante los avances de la ciencia y la tecnología. *RIDE Revista Iberoamérica de Investigación y Desarrollo Educativo*, 10 (20)

- Fourez, G. (1997) ¿Alfabetización científica o tecnológica? En G. Fourez *Alfabetización Científica y Tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Pp. 41-58. Ediciones Colihue.
- Freire, P. (1967) *Educación como práctica de libertad*. Montevideo
- Freire, P. (1970) *Pedagogía del oprimido*. 2da ed. Siglo Veintiuno Editores.
- García, R., Ferrández, R., Sales, M. y Moliner, M (2006). Elaboración de instrumentos de medida de las actitudes y opiniones del profesorado universitario hacia la ética profesional docente y su papel como transmisor de valores. *RELIEVE*, 12(1),129-149.
- García, R., Sales, A., Moliner, O. y Ferrández, R. (2009) La formación ética profesional desde la perspectiva del profesorado universitario. *Teoría educativa* 21(1) p. 199-221.
- Garrido, F. (2014). Leer y escribir para ingresar a la educación superior. *Revista de la Educación Superior*, vol. XLIII (4), núm. 172, pp.145-150. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior
- Gastel, B., & Day, R. A. (2016). What Is Scientific Writing? In B. Gastel & A. R. Day *How to write and Publish a Scientific Paper*. Pp. 3-5
- Goleman, D. (2008). *Emociones destructivas. Editorial Káiro*
- Gómez-Gómez, María Patricia y Botero-Bedoya, Sandra Milena. (2020). Apreciación del docente para contribuir al desarrollo del pensamiento crítico. *Revista eleuthera*, 22(2), 15-30. Epub 20 de mayo de 2021. <https://doi.org/10.17151/elev.2020.22.2.2>
- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. (2014), *Habilidades lingüísticas de los estudiantado de primer ingreso a las Instituciones de Educación Superior en González Robles y Rosa Obdulia (coord.)*. México.
- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1994). Competing Paradigms in Qualitative Research. In N. Denzin & Y. Lincoln (Eds.), *Handbook of Qualitative Research* (pp. 105-117). Newbury Park: Sage.
- Guerrero, G., González, C., Bravo, P. (2020). Hacia una alfabetización científica crítica: desafíos para la formación de científicos, científicas y profesores.
- Gutiérrez, M., Ball, M., Mázquez E. (2008) Signo, significado e intersubjetividad: una mirada cultural. *Educere* 12 (43) pp. 689-695.
- Guzmán, D. (2007). El ethos filosófico. *Praxis Filosófica*, (24), 137-146.

- Haas, P. (1992) Introduction: epistemic communities and international policy coordination. *International organization*. 46 (1) 1-35.
- Haber, J. (2020) *Critical Thinking*. MIT
- Harris, T., & Hodges, R. (Eds.). (1995). The literacy dictionary: The vocabulary of reading and writing. The International Reading Association.
- Hempel, S. (2020). *Conducting Your Literature Review. Concise Guides to Conducting Behavioral, Health, and Social Science Research Series. American Psychological Association*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1037/0000155-000>
- Hernández, A. (2019). El Sistema Nacional de Investigadores. Tensiones, desafíos y oportunidades para los académicos. *Sociológica (México)*, 34(98), pp. 85-110.
- Hernández R, G. (2012). Teorías implícitas de escritura en estudiantado pertenecientes a dos comunidades académicas distintas. *Perfiles educativos*. Vol. XXXIV, núm. 136. Pp. 42-62.
- Hernández S., R., Fernández C., C., y Baptista L., M. (2014) Metodología de la investigación. 6ta Ed. McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (2020) *Analfabetismo* en <https://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/analfabeta.aspx?tema=P>
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (2020) *Censo de Población y vivienda*.
- Instituto Nacional Para La Educación De Los Adultos (2022) *¿Qué hacemos?* En: <https://www.gob.mx/inea/que-hacemos>
- Instituto Sonorense de Educación para los adultos (2021), *Preparatoria Abierta* en: <http://isean.iseasonora.com/preparatoria-abierta/>
- Irzik, G. & Nola, R. (2014) New Directions for Nature of Science Research in (M. Matthews ed) *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching*. Pp. 999-1023.
- Izarra, D., Hirsch, A. y Rodríguez, M. (2020) Profesorado de posgrado y el desarrollo del pensamiento crítico. *Innovación Educativa*. 20(83) p.9-32
- Judy, Y., Mevarech, Z. R., & Baker, D. (Eds.). (2018). Cognition, Metacognition, and Culture in STEM Education Learning, Teaching and Assessment (Vol. 24). Cham, Switzerland: Springer Nature.
- Katayama, R. (2014) *Introducción a la Investigación Cualitativa: Fundamentos, métodos, estrategias y técnicas*. Fondo Editorial de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega.

- Klafki, W. (1980): *Zur Unterrichtsplanung im Sinne kritisch-konstruktiver Didaktik*. In: ders. (Hrsg.): *Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik*. — 4., durchges. Aufl. — Weinheim, S. 251–284.
- Kiewit, L., Barrantes, A. (2018). Comunidades Epistémicas: Una apuesta inter y transdisciplinaria en la Universidad Nacional. *ClimaCom*. 5 (13).
- Knorr-Cetina, K. (1999). *Epistemic Cultures. How the Science Make Knowledge*. Cambridge, Inglaterra: Harvard University Press.
- Knorr-Cetina, K. (2007). “Culture in global knowledge societies: Knowledge cultures and epistemic cultures”. *Interdisciplinary Science Reviews*, 32(4): 361-375.
- Kvale, S. (2011). *Las entrevistas en investigación cualitativa*. Ediciones Morata.
- Leal, C., F. (2003). ¿Qué es crítico? Apuntes para la historia de un término. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 8(17), 245-261.
- León, L. y Alessi, M (2018). Descripción y análisis del proceso de construcción de textos Argumentativos de estudiantes universitarios. En A. De la Vara (ed.), *Memorias del congreso internacional de investigación en didáctica de la lengua y la literatura y foro nacional sobre enseñanza de la literatura “Josefina de Ávila Cervantes”* (número 1, pp. 91-103). Universidad de Sonora.
- Littlemore, J. (2015). *Metonymy: hidden shortcuts in language, thought and communication*. Cambridge University Press.
- López, R. (2006). El profesorado universitario ante la ética profesional docente. *Revista Española de Pedagogía*, 64(235), p. 545–566.
- López, S., Alvarado, A. y Mungaray, A. (2014) Funciones de la divulgación de la ciencia en S. Bañuelos, *La comunicación de la ciencia a través de artículos científicos* (2da ed, pp. 51-54) Universidad de Occidente y Ediciones del Lirio.
- López, S., Alvarado, A. y Mungaray, A. (2014) ¿Para qué divulgar ciencia? en S. Bañuelos, *La comunicación de la ciencia a través de artículos científicos* (2da ed, pp. 59-62) Universidad de Occidente y Ediciones del Lirio.
- López, S., Alvarado, A. y Mungaray, A. (2014) La redacción científica en S. Bañuelos, *La comunicación de la ciencia a través de artículos científicos* (2da ed, pp. 69-76) Universidad de Occidente y Ediciones del Lirio.

- Maldonado, A. (2005) Comunidades epistémicas: una propuesta para estudiar el papel de los expertos en la definición de políticas en educación superior en México. *Revista de la Educación Superior*. 34(134).
- Maliandi, R. (2002) Ética discursiva y ética aplicada. Reflexiones sobre la formación de profesionales. *Revista Iberoamericana de educación*. 29, p. 105-128.
- Mari Mut, J. A. (2013). Fundamentos de la redacción científica. *Manual de Redacción Científica*. Pp. 1-5. Universidad de Alcalá.
- Marín J, López S, Roca-De-Larios J. (2015) El proceso de escritura académica en la universidad española: percepciones de estudiantes y profesores. *Cultura y educación*. 27(3) p. 504-33. DOI 10.1080/11356405.2015.1072360
- Márquez, S., & Gómez-Zermeño, M. (2018). Grupo virtual de escritura académica. Una e-innovación para impulsar la publicación científica. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*. pp. 203-227.
- Martín-Díaz, M.J.; Gutiérrez, J., Gómez C., M. (2005) Alfabetización científica ¿para qué y para quienes? ¿cómo lograrla? *Enseñanza de las ciencias*, 2005. No. extra. VII congreso.
- McMillan, J. y Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa*. Pearson, 5ta Ed.
- Mendieta I., G. (2015) Informantes y muestreo en investigación cualitativa. *Investigaciones Andina*, 17 (30) pp. 1148-1150
- Mengist, W., Soromesa, T., & legese, G. (2020). Method for conducting systematic literature review and meta-analysis for environmental science research. *MethodosX*, 7(100777), 1-11.
- Millán, G., y Meza, N. (2015) Los miembros del sistema nacional de investigadores mexicano: un acercamiento desde la producción de patentes 2003-2012. *Inercia*, 40 (12) P. 840-846.
- Miranda, A. (2013) Plagio y ética de la investigación científica. *Revista Chilena de Derecho*, vol. 40(2), p. 711 – 72
- Molina-Natera, V., (2019). El discurso pedagógico en las tutorías de escritura. Develando elementos de una práctica educativa. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol.24, n.80, pp.125-148.
- Moore H., P., Narciso S., E., (2011) Modelos epistémicos de la lectura en estudiantado universitarios mexicanos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol.16, n.51, pp.1197-1225.
- Moore, T. (2005) Física: *Seis ideas fundamentales*. 2ª Ed, Mc Graww Hill.

- Moral S., C. (2006). Criterios de validez en la investigación cualitativa actual. *Revista de Investigación Educativa*, 24(1), pp.147-164.
- Moreno C., N. y Bautista S., N. (2019) (N. Moreno, coord.) La educación stem/steam como alternativa para las reformas educativas: una aproximación a su estado del arte desde la perspectiva filosófica. Educación STEM/STEAM: Apuestas hacia la formación, impacto y proyección de seres críticos. Pp. 13 – 26. Fondo Editorial Universitario Servando Garcés de la Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero.
- Munguía, Z., I (2006) *Coordenadas para la escritura. Manual de consulta*. Universidad Autónoma Metropolitana
- Munguía, Z., I (2015) La ausencia de la formación gramatical en la enseñanza del español en México y sus efectos. *Iztapalapa. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*. Núm. 79 · año 36. PP. 11-29
- Niño-Puello, M. (2013) El inglés y su importancia en la investigación científica: algunas reflexiones. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA* 5(1), pp. 243-254. DOI: 10.24188/recia.v5.n1.2013.487
- Ojeda de López J, Quintero, J y Machado, I. (2007) La ética en la investigación. *TELOS. Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*. 9(2), p. 345-357.
- Opazo, H. (2011) Ética en Investigación: Desde los Códigos de Conducta hacia la Formación del Sentido Ético. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 9(2), p. 61-78.
- Organización de las naciones Unidas. (2003). El Decenio de las Naciones Unidas para la Alfabetización (2003-2012). NY: ONU-UNESCO
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (1965). World Conference of Ministers of Education on the Eradication of Illiteracy.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (1990). Declaración Mundial sobre Educación para Todos y Marco de Acción para Satisfacer las Necesidades Básicas de Aprendizaje.
https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000127583_spa
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2016). Declaración de Incheon y Marco de Acción para la realización del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4.

- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2021) Alfabetización. <https://es.unesco.org/themes/alfabetizacion>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2021) Perspectivas de las competencias de la OCDE para 2021: Aprender para la vida, en <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/0ae365b4-en/index.html?itemId=/content/publication/0ae365b4-en#section-d1e618>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (24 de junio de 2022) Alfabetización. <https://www.unesco.org/es/literacy/need-know>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2018). PISA Results (Volume I): *What Students Know and Can Do*.
- Padilla T., González, (2021) Aportes de las tecnologías digitales a las prácticas de escritura de estudiantado universitarios en México en E. Pech, S., Muñoz, J., Prieto, M. (Eds). *Nuevas tecnologías para el aprendizaje. Investigación y práctica*. Editorial CIATA.
- Paul R. y Elder L. (2003). *La mini-guía para el pensamiento crítico. Conceptos y herramientas*. Fundación para el Pensamiento Crítico. www.criticalthinking.org
- Paul R. y Elder L. (2003). *La Guía del pensador sobre Cómo escribir un párrafo*. El arte de la escritura sustantiva Cómo decir algo que vale la pena decir acerca de algo sobre lo que vale la pena decir algo. Recuperado el 12 de diciembre de 2016 de https://www.criticalthinking.org/resources/PDF/SP-How_to_Write.pdf
- Paul R. y Elder L. (2003) *La Guía del pensador sobre cómo leer un párrafo y más allá de éste*. El arte de la lectura minuciosa. Cómo leer un texto que vale la pena leer y adueñarse de sus ideas importantes. Recuperado el 12 de diciembre de 2016 de https://www.criticalthinking.org/resources/PDF/SP- Como_Leer_un_Parrafo.pdf
- Peinado, J. (2023) Los recursos económicos para la investigación y su impacto en estudiantes de posgrado. RIDE. Revista Iberoamericana de Investigación y Desarrollo Educativo. 11 (22) e03.
- Peinado, J., Montoy , L. . y Torres, Z. (2020). Estrategia de gestión para la generación de recursos en un centro de investigación y posgrado. Estudio de caso del CIITEC en el contexto de México. Acta Universitaria 30, e2445. doi. <http://doi.org/10.15174.au.2020.2445>

- Perales, F., Aguilera D. (2020) Ciencia-Tecnología-Sociedad vs. STEM: ¿evolución, revolución o disyunción? *Ápice. Revista de Educación Científica*, 4 (1) pp. 1-15 DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.1.5826>
- Pérez, I. y Sevilla J. (15 de agosto de 2019) El papel de los gobiernos en el desarrollo científico. *Jakiunde / Zientzia, Arte Eta Letren Academia* <https://www.jakiunde.eus/blog/2019/08/el-papel-de-los-gobiernos-en-el-desarrollo-cientifico/>
- Peters, M., & Besley, T. (2018): The Royal Society, the making of 'science' and the social history of Truth, *Educational Philosophy and Theory*, DOI: 10.1080/00131857.2017.1417180
- Pinto, I, García, M, Vergara, D y Guzmán, D. (2018). Fortalecimiento del pensamiento crítico a través de estrategias de lectura en estudiantes universitarios de la ciudad de montería. En A. De la vara (ed.), *Memorias del congreso internacional de investigación en didáctica de la lengua y la literatura y foro nacional sobre enseñanza de la literatura “Josefina de Ávila Cervantes”* (número 1, pp. 125-136). Universidad de sonora.
- Ramírez, L. (2009) La investigación científica y la escritura en una pedagogía dialógica. *Revista Visión Electrónica*. 3(1) p. 97-105.
- Ratcliffe, J. W., & González del Valle, A. (2000). El rigor en la investigación de la salud. In C. A. Denman & J. A. Haro (Eds.), *Por los rincones: Antología de métodos de investigación cualitativos en la investigación social* (pp. 57-111). *Colegio de Sonora*.
- Ríos, O. (13 de septiembre de 2019) Recursos financieros destinados a ciencia y tecnología en la región: avances y retos. Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología. <http://www.ricyt.org/2019/09/recursos-financieros-destinados-a-ciencia-y-tecnologia-en-la-region-avances-y-retos/>
- Rodríguez, A. (2018) Elementos ontológicos del pensamiento crítico. *Teoría de la educación*. (1), 53-74
- Rojas, G. (2019). *Visión STEM para México* en G. Rojas (Coor.) *Movimiento STEM*.
- Romero, M., Jiménez, R. (2015). La escritura académica como estrategia de centro en la Facultad de Ciencias de la Educación de Cádiz en Ballano, I., & Muñoz, I. (Eds.). *La escritura académica en las universidades españolas* (Vol. 20). Bilbao, ES: Publicaciones de la Universidad de Deusto. Pp. 63-94
- Root, R & Root, M 1999. *Sparks of Genius: The Thirteen Thinking Tools of the World's Most Creative People*. Houghton Mifflin.

- Salazar, M, Icaza, M. y Alejo, Oscar (2018). La importancia de la ética en la investigación. *Revista Universidad y Sociedad*, 10(1), p. 305-311.
- Sánchez, S, (2014) Paradigmas de investigación educativa: de las leyes subyacentes a la modernidad reflexiva. *Entelequia, revista interdisciplinar*. Num. 16, pp. 91 a 103.
- Sanders, M. (2009). *STEM, STEM Education, STEMmania. The Technology Teacher*. Vol 69. Pp. 20-26.
- Santander, P. (2011) Por qué y cómo hacer Análisis de Discurso. *Cinta moebio*, 207-224.
- Sanz, E., Simon, I., y García, F. (2012). Trabajos escritos y presentaciones orales. en I. Simon Ruiz, E. Sanz Jara, & F. García Cedeño (Eds.), *La escritura académica en ciencias humanas y sociales: una introducción a la investigación* (pp. 153-164). Servicio de Publicaciones. Universidad de Alcalá.
<http://site.ebrary.com/lib/usonsp/docDetail.action?docID=10638769>
- Secretaría de Educación Pública. (2020) *Programa Sectorial de Educación 2020-2024, programa sectorial derivado del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024*. Gobierno de México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (24 de julio de 2018). Diferencia entre sustentable y sostenible. Gobierno de México.
- Sjöström, J., & Eilks, I. (2018). Reconsidering Different Visions of Scientific Literacy and Science Education Based on the Concept of Bildung. en Y. Judy, Z. R. Mevarech, & D. Baker (Eds.), *Cognition, Metacognition, and Culture in STEM Education Learning, Teaching and Assessment* 24, pp. 65-88.
- Sjöström J., Eilks I. (2021) Correction to: The Bildung Theory—From von Humboldt to Klafki and Beyond. en: Akpan B., Kennedy T.J. (eds) *Science Education in Theory and Practice*. Springer Texts in Education. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-43620-9_33
- Snow, C. P., & Leavis, F. R. (2006). *Las dos culturas*. Unam.
- Strauss, A. y Corbinn J. (2002) *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Universidad de Antioquia.
- Stuckey, H. (2013) Three types of interviews: Qualitative research methods in social health. *Journal of Social Health and Diabetes*, 1(2), 56-59. DOI
- Turabian, K. (2018) *A Manual for Writers of Research Papers, Theses, and Dissertations*. 9th Edition. The University of Chicago Press.

- Torres, A. (2018). ¿Escritura disciplinar? Una experiencia a partir de la lectura crítica y la habilidad argumentativa en la universidad. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 23(76), 95-124.
- Universidad de Sonora (2015). Código de ética. https://www.unison.mx/institucional/valores/codigo_de_etica.pdf#:~:text=El%20Suscrito%20Rector%20de%20la%20Universidad%20de%20Sonora%2C,la%20ciudad%20de%20Hermosillo%2C%20Sonora%2C%20enero%20de%202015.
- Universidad de Sonora (2019) Porcentaje de profesores indeterminados en el SNI (PSNI), Dirección de Planeación Rectoría en: https://planeacion.unison.mx/sie/profesores/porcentaje_psni.htm
- Universidad de Sonora (2020) Organización académica y operativa del área de formación integral. *Gaceta Unison*.
- Universidad de Sonora (2021) Área de Formación Docente Cursos de Formación Docente por Divisiones 2022: <https://dadip.unison.mx/wp-content/uploads/2022/09/Estadisticas-2022.pdf>
- Universidad de Sonora (2021) Investigadores adscritos al SNI, convocatoria 2020 Vigentes a partir del 1 de enero de 2021: <https://dadip.unison.mx/wp-content/uploads/2018/02/SNI-Unison-corte-15-dic-2021-1.pdf>
- Universidad de Sonora (2021) Investigadores SNI en la Universidad de Sonora 2012-2022: <https://dadip.unison.mx/wp-content/uploads/2018/02/SNI-Historico-20223T-1.pdf>
- Vargas Franco, A. (2015). *Escribir en la universidad: reflexiones y estrategias sobre el proceso de composición escrita de textos académicos* (3a. ed.). Cali, COLOMBIA: Programa Editorial Universidad del Valle.
- Vargas, W. (2009). Acerca de la escritura de artículos científicos. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 14(50-61), 1-15.
- Varguillas, C., (2006). El uso de atlas. Ti y la creatividad del investigador en el análisis cualitativo de contenido upel. *Instituto pedagógico rural el mácaro. Laurus*, 12(Ext), 73-87.
- Vázquez, A., Pelizza, L., Jacob, I. y Rosales, P. (2007). ¿Qué piensan los profesores universitarios sobre las tareas de escritura que demandan a los estudiantes?, XIV Jornadas de Investigación y Tercer Encuentro de Investigadores en Psicología del Mercosur. Facultad de Psicología - Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

- Vendrell, M. y Rodríguez, J. (2020) Pensamiento Crítico: conceptualización y relevancia en el seno de la educación superior. *Revista de la educación superior* 194 (49) 9-25
- Venezky, R. (2005). ¿Qué es alfabetización? *Lectura y vida*, 26.
- Vygotsky, I. (1978) Internalización de las funciones psicológicas superiores. *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Pp. 97-94 Grupo editorial Grijalbo.
- Yakman, Georgette. (2008). STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education.
- Zabalza, M. (2004). “Innovación en la enseñanza universitaria”. *Contextos educativos*, Vol. 6-7. Pp. 113-136.
- Zavala, S. y Alfaro-Mantilla, J. (2011). Ética e investigación. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 28(4), 664-669

Anexos

Anexo 1. Instrumento del estudio

Anexo 1.1: Estructura datos de control guion entrevista semiestructurada

Datos de control:

a) Adscripción laboral:

División Ciencias Exactas y Naturales (___) División de Ingenierías (___)

b) Sexo:

Mujer (___) Hombre (X)

c) Años adscrito en SNI: _____

d) Nivel de SNI:

I (___) II (X) III (___) Candidato (___)

e) ¿Ha recibido algún apoyo económico para realizar sus investigaciones?

Sí (___) No (___)

f) ¿Qué tipo de institución lo ha financiado?

Universitaria (___) Gubernamental (___) Privada (___)

Anexo 1.2: Estructura de preguntas de entrevista semiestructurada

1. Escritura científica-crítica: Forma, prácticas formales y de la comunidad

a) ¿Podría describirme su proceso de escritura?

b) ¿Considera que la escritura científica exige una preparación específica?

c) ¿Qué tipo de capacitación ha recibido para escribir de forma científica?

d) ¿Existe un formato de escritura dentro de su disciplina? ¿Podría describirla?

e) ¿De qué manera la forma de escritura de su disciplina limita la comunicación de la ciencia?

f) En su práctica como docente, ¿solicita a sus alumnos algún formato de escritura específico?

2. Ética: Bildung. Consecuencias del conocimiento científico.

a) Además de comunicar la ciencia ¿los textos científicos tienen otros propósitos? ¿Cuáles?

b) ¿Conoce algún código de ética que pueda verse reflejado indirecta o directamente en sus textos científicos? ¿Puede explicar de qué manera?

- c) ¿Considera que la escritura científica produce efectos en la sociedad? ¿Por qué lo cree? ¿En qué contextos se pueden ver estos efectos?
- d) (Opcional: recibido apoyo económico para investigación): ¿Ha tenido algún tipo de condicionante en la producción científica, prescrito por las instancias financiadoras?

3. Pensamiento crítico: ser crítico

- a) Desde su experiencia, ¿el uso del pensamiento crítico es primordial en la producción científica? ¿Qué efectos tiene con relación a los problemas sociales?
- b) ¿Cree que cuestionar el conocimiento es una exigencia para el mejoramiento de la escritura científica? ¿por qué razón?
- c) ¿Existen estrategias en su disciplina que permiten desarrollar el pensamiento crítico? ¿Podría describirlas?
- d) ¿Cree que la crítica hacia el conocimiento está condicionada por factores externos? ¿Por qué?

Anexo 2: Carta de consentimiento informado:



Universidad de Sonora
División de Ciencias Sociales
Maestría en Innovación Educativa



Hermosillo, Sonora, México. A 18 de octubre de 2022

Asunto: Carta de consentimiento informado

A quien corresponda:

La presente investigación de tesis tiene como objetivo obtener información sobre los significados que le otorgan a la escritura científica los profesores investigadores de tiempo completo de las Áreas STEM de la Universidad de Sonora.

Para lograr este objetivo se pretende realizar una serie de entrevistas que podrían desarrollarse en una o varias sesiones. La información que se obtenga será utilizada estrictamente con fines académicos y la investigación pudiera servir posteriormente para planear estrategias de intervención.

Es de interés que sepa que su participación es **completamente voluntaria**, y si por algún motivo ya no desea continuar con la entrevista, puede tomar la decisión de retirarse, sin que exista ningún problema para usted. Se le garantiza que lo que usted exprese será tratado con fines meramente científicos y académicos.

Su participación es muy importante, por lo que de nuevo le agradecemos y le pedimos su firma de que está de acuerdo, así como yo misma firmo como constancia de mi compromiso de hacer uso honesto de la información que me pueda proporcionar. Este proceso bajo la dirección del Dr. Leonel De Gunther Delgado.

El propósito de esta carta, además de agradecer su participación en el estudio, es para dejar constancia de su consentimiento para participar.

Atentamente:

Estudiante: Jimena Daniela Mendoza Flores
a208203657@unison.mx

Firma:

Dr. Juan Pablo Durand Villalobos
Coordinador Maestría en Innovación Educativa