

**Universidad Nacional
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Escuela de Ciencias Biológicas
Escuela de Química
Departamento de Física
División de Educología
Licenciatura en Enseñanza de las Ciencias**

Informe Escrito Final

Análisis de la inclusión de la Historia de la Ciencia en la formación docente de la carrera de Enseñanza de las Ciencias en la Universidad Nacional de Costa Rica

Tesis presentada como requisito parcial para optar al grado de Licenciatura en Enseñanza de las Ciencias

Estudiantes:

Karla María Navarrete-Aguilar (1-16930420)

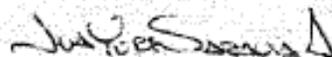
Nikole Gabriela Rodríguez-Acuña (1-17430624)

Campus Omar Dengo

Heredia, Costa Rica

2022

Este trabajo de graduación fue APROBADO por el Tribunal Examinador de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Enseñanza de las Ciencias.



M.Sc. Ana Yuri Saravia Arguedas
Representante, Decano, quién preside

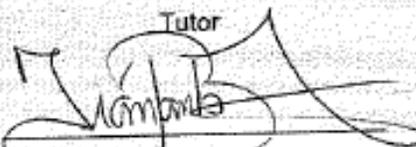


M.Sc. Luis Vega Corrales
Representante Unidad Académica



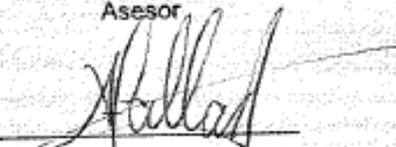
Dr. José Pereira Chaves

Tutor



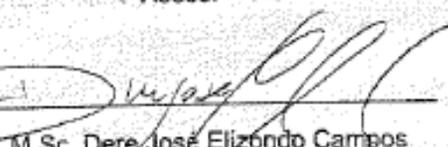
MSc. Jesús Irán Barrantes León

Asesor



Dr. Germán Vidaurre

Asesor



M.Sc. Dere José Elizondo Campos

Invitado especial

Resumen

El desarrollo del conocimiento científico abarca aspectos más allá de la conceptualización, dichos aspectos se engloban en la Historia de la Ciencia (HDC) que son importantes para la formación de docentes de ciencia, por lo que esta investigación tiene como objetivo analizar con estudiantes y profesores la inclusión de la Historia de la Ciencia en la formación docente de la carrera de Enseñanza de las Ciencias (EC) para la identificación de los elementos medulares de esta en la formación del profesorado en Ciencias. Para ello, se utilizó un paradigma naturalista, un enfoque cualitativo dominante y un diseño fenomenológico. Además, se obtuvo la colaboración de un grupo de docentes de Física, Química, Biología y Pedagogía, en conjunto con estudiantes de profesorado, bachillerato y licenciatura. Los instrumentos utilizados para la recopilación de datos fueron cuestionarios dirigidos a docentes y estudiantes y un análisis de contenido para los programas que comprenden la carrera de EC. Como parte de los principales resultados obtenidos, se identificaron que los elementos que se consideran como parte de la HDC hacen referencia a contextos socioculturales, experimentales y las controversias. Asimismo, estos elementos tienen una inclusión mínima en los programas de los cursos, siendo este el principal obstáculo para su incorporación en las lecciones, por otra parte, las estrategias más utilizadas para su implementación corresponden al aprendizaje colaborativo y por descubrimiento, junto con el uso de experimentos. Para atender las debilidades encontradas, se elaboraron una serie de lineamientos orientadores para la inclusión de la HDC en la formación docente.

Agradecimiento

Primero deseo agradecerle a Dios por darme la vida, fuerza y entendimiento para concluir con mi carrera, a mi mamá por su apoyo y amor incondicional, por tantos consejos y abrazos que me alentaron a continuar, a Perlita por todas las tardes de trabajo en las que su compañía me reconfortó y a Tita Nidia por sus oraciones. También me gustaría mencionar a mis compañeros y personal docente que a lo largo de estos años acompañaron y contribuyeron en mi formación docente, gracias a la Universidad Nacional por ser una institución en la que siempre me sentí libre y aprendí sobre tantos temas que enriquecieron mi profesión. Gracias a nuestro grupo asesor por sus aportaciones a lo largo de este trabajo. A todas las personas que me apoyaron, alentaron y rezaron por mí y, por último, dirijo mi gratitud a mi querida amiga Nico por ser una excelente compañera y colega, por todo su apoyo en momentos tensos y por acompañarme en el viaje que fue concluir con nuestra tesis y carrera.

Karla María Navarrete Aguilar

Agradezco a Dios por guiarme y permitirme llegar hasta este punto en mi carrera profesional, a mis padres, Yancy y Mainor, por su apoyo incondicional y plantar los pilares de lo que soy en la actualidad. A mi compañera y amiga Karlita por contribuir con su alma y corazón, a pesar de los obstáculos y por enseñarme su paciencia, amabilidad y bondad. Al grupo asesor, cuerpo docente y estudiantes que fueron parte de la construcción y elaboración de este trabajo. Por último, a la Universidad Nacional por la oportunidad y apoyo brindado para crecer profesionalmente.

Nikole Gabriela Rodríguez Acuña

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi mamá por ser mi mayor inspiración para seguir mis sueños y a papi, Tita Elsa y Tito que desde el cielo me han cuidado siempre y sé que están felices con este logro, a mi perrita Perlita por ser mi fiel compañera, también a mi querida amiga Karla quien me animó y escuchó mis actualizaciones de la tesis, a mi hermana del corazón Yendry, a Xinia, Guido, Tebin y a mi familia por siempre creer en mí y apoyarme. A las amigas y amigos que hice a lo largo de estos seis años: Glori, Carito, Nico, Gerson, Rachel y Wing con quienes compartí tantos trabajos, risas, giras y laboratorios. A las personas científicas que dedicaron su vida, vencieron obstáculos y perseveraron a lo largo de la historia para contribuir con el mundo científico y tecnológico en el que vivimos. Por último, dedico este trabajo al Team Kani por trabajar con esfuerzo, dedicación y amor.

“Tus inicios serán humildes pero tu futuro será próspero” – Agust D

Karla María Navarrete Aguilar

A mi madre y a mi padre por su amor, guía, apoyo y comprensión en todo momento de mi vida, en especial a mi padre por mostrarme con su ejemplo el verdadero valor de la educación y el impacto que puede tener en las personas. Además, por enseñarme que ser “diferente” en esta sociedad no está mal y que eso hace que seamos recordados.

Nikole Gabriela Rodríguez Acuña

Índice

Resumen	II
Agradecimiento.....	III
Dedicatoria.....	IV
Índice.....	V
Índice de cuadros	VIII
Índice de figuras.....	IX
Abreviaturas.....	XII
1. Introducción	1
1.1 Antecedentes	2
1.2 Justificación.....	11
1.3 Planteamiento del problema.....	13
1.4 Objetivos	13
1.4.1 Objetivo general	13
1.4.2 Objetivos específicos	14
2. Marco	teórico 14
2.1 Formación docente en ciencias	14
2.1.1 Perfil docente.....	15
2.2 Historia de la Ciencia y sus aportes.....	16
2.2.1 Epistemología y su relación con la Historia de la Ciencia.....	17
2.2.2 La Revolución Científica en la Historia de la Ciencia.....	18
2.2.3 Influencia de la Historia de la Ciencia en la investigación científica y didáctica	19
2.2.4 Aportes desde la Historia de la Ciencia	21

2.3	Didáctica en la enseñanza de las ciencias.....	24
2.3.1	Estrategias y técnicas didácticas utilizadas en la enseñanza de las ciencias	25
2.3.2	Estrategias y técnicas didácticas utilizadas en la implementación de la Historia de la Ciencia en la enseñanza de las ciencias	28
3.	Marco	Metodológico
	31
3.1	Paradigma	31
3.2	Enfoque.....	32
3.3	Diseño de la investigación.....	32
3.4	Descripción de las categorías de análisis	33
3.4.1	Elementos de la Historia de la Ciencia.....	33
3.4.2	Percepción de docentes y estudiantes	34
3.4.3	Lineamientos para la incorporación de la Historia de la Ciencia	35
3.5	Fuentes de información.....	35
3.6	Objeto de estudio	36
3.7	Población y muestra.....	36
3.8	Descripción de los instrumentos a utilizar	36
3.8.1	Cuestionarios	37
3.8.2	Análisis de contenido.....	37
3.9	Criterios de validación.....	38
3.10	Descripción del análisis por realizar.....	38
4.	Resultados, análisis e interpretación	
	39
4.1	Elementos de la Historia de la Ciencia	39
4.2	Percepción de docentes y estudiantes	50
4.2.1	Definición e importancia de la Historia de la Ciencia	50

4.2.2 Aportes de la Historia de la Ciencia a la educación	55
4.2.3 Obstáculos para la incorporación de la HDC	63
4.2.4 Inclusión de la HDC en el desarrollo de las estrategias y técnicas pedagógicas.....	69
4.2.5 Incorporación de la HDC en la formación del profesorado	74
4.3 Lineamientos orientadores para la inclusión de los elementos medulares de la HDC	92
4.3.1 Resumen.....	92
5. Conclusiones	135
5.1 Conclusiones	135
5.1.1 Elementos de la Historia de la Ciencia que se incluyen en la formación docente de la carrera de Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Nacional	135
5.1.2 Percepción de las personas docentes y estudiantes de la carrera de Enseñanza de las Ciencias sobre la importancia de la Historia de la Ciencia y su incorporación a la formación docente	136
5.1.3 Lineamientos orientadores para la inclusión de los elementos medulares de la Historia de la Ciencia en la formación docente de la carrera de Enseñanza de las Ciencias.....	136
6. Recomendaciones.....	137
6.1 A la carrera de Enseñanza de las Ciencias de la UNA	137
6.2 A los y las docentes a cargo de las asignaturas de la carrera de EC.....	137
6.3 Para futuras investigaciones.....	138
7. Bibliografía	139
8. Anexos	154
Anexo 1. Matriz de congruencia	154
Anexo 2. Cuestionario para docentes	159
Anexo 3. Cuestionario para estudiantes	165
Anexo 4. Análisis de contenido	171

Índice de cuadros

Cuadro 1. Definición de la Historia de la Ciencia según la percepción de docentes y estudiantes.....	52
--	----

Índice de figuras

Figura 1. Elaboración propia basada en Uribe (2017).	20
Figura 2. Didáctica General. Elaborada por Saza <i>et al.</i> (2017).	25
Figura 3. Estrategias didácticas. Elaboración propia basada en Sánchez <i>et al.</i> (2020) y Aucancela (2015).	27
Figura 4. Modelos pedagógicos para la incorporación de la HDC en la enseñanza de las Ciencias. Elaboración propia basada en Alamino y Aguilar (2014).	29
Figura 5. Etapas de la investigación del tipo de diseño fenomenológico. Elaboración propia, 2021.....	33
Figura 6. Elementos que son considerados por estudiantes y docentes como parte de la Historia de la Ciencia. Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario para docentes (n= 24) y estudiantes (n= 48).	40
Figura 7. Elementos y aspectos de la HDC que son incluidos en la carrera de EC según estudiantes y docentes. Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario para docentes (n= 18/24 : NR= 6) y estudiantes (n= 48).	42
Figura 8. Elementos y aspectos de la HDC incluidos en las asignaturas de la Enseñanza de la Ciencia según estudiantes y docentes. Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario para docentes (n= 18) y estudiantes (n= 48).	45
Figura 9. Análisis de contenido de los programas de la Carrera de Enseñanza de las Ciencias pertenecientes a la Escuela de Ciencias Biológicas, Escuela de Química, el Departamento de Física y el CIDE. Fuente: Análisis de contenido de 46 programas de la carrera de EC.	48
Figura 10. Temas de la HDC abordados en algunos programas de la carrera de EC. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados del análisis de contenido de 46 programas.....	49

Figura 11. Opinión de docentes y estudiantes acerca de la relación entre la HDC y la comprensión en la formación docente desde sus orígenes. Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario para..... estudiantes (n= 48) y docentes (n= 24).....	51
Figura 12. Aportes de la HDC a la formación docentes en el área de las ciencias según estudiantes y docentes. Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario para docentes (n= 24) y estudiantes (n=48).....	56
Figura 13. Opiniones de docentes con respecto a la formación de buenos ciudadanos con la incorporación de la HDC. Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario aplicado a docentes (n= 24).....	59
Figura 14. Opiniones de estudiantes con respecto a la formación de buenos ciudadanos con la incorporación de la HDC. Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario aplicado a estudiantes (n= 48).....	60
Figura 15. Obstáculos percibidos por docentes y estudiantes para la implementación de la HDC en la formación docente. Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario para estudiantes (n= 48) y docentes (n=24).....	64
Figura 16. Conocimiento que poseen estudiantes y docentes sobre la HDC. Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario para estudiantes (n= 48) y docentes (n= 24).....	66
Figura 17. Recursos y materiales utilizados por los estudiantes y docentes para consultar sobre la HDC. Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario para estudiantes (n= 48 : NR= 22) y docentes (n= 24 : NR= 6).....	67
Figura 18. Estrategias o técnicas didácticas utilizadas para incluir la Historia de la Ciencia en las asignaturas según estudiantes y docentes. Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario para estudiantes (n= 48) y docentes (n= 24 NR= 6).....	69
Figura 19. Opinión de docentes sobre la ausencia de una asignatura sobre HDC en la formación docente. Fuente: Elaboración propia basado en el cuestionario aplicado a docentes (n=24).....	74
Figura 20. Ventajas y desventajas encontradas por estudiantes acerca de la ausencia de un curso dedicado a la HDC. Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario aplicado a los estudiantes (n= 48).....	76

Figura 21. Preferencia por parte de docentes y estudiantes para abordar la HDC dentro de la carrera de EC. Fuente: Elaboración propia a partir de cuestionarios de docentes (n= 24) y estudiantes (n= 48).

.....80

Figura 22. Opiniones de estudiantes para implementar la HDC en la carrera de EC. Fuente: Elaboración propia a partir de cuestionario de estudiantes (n= 48).....83

Figura 23. Opiniones de docentes para implementar la HDC en la carrera de EC. Fuente: Elaboración propia a partir de cuestionario de docentes (n= 24).....87

Abreviaturas

ABP	Aprendizaje basado en problemas
ABPt	Aprendizaje basado en proyectos
CIDE	Centro de Investigación y Docencia en Educación
D	Docentes
E	Estudiantes
EC	Enseñanza de las Ciencias
HDC	Historia de la Ciencia
NA	No aplica
NR	No responde
UNA	Universidad Nacional

1. Introducción

El ser humano se ha encargado de investigar y registrar los aspectos que han estado alrededor de los diversos acontecimientos históricos y, de este hecho, la ciencia no se encuentra exenta, ya que su historia involucra rescatar su papel en la evolución de la humanidad, al relatar cómo personas desde la simplicidad han realizado descubrimientos que, a su vez, han generado conocimientos, los cuales fueron las bases de las distintas generaciones para llegar a la era científica y tecnológica en la que se encuentra la humanidad.

En el desarrollo de la ciencia no solo se involucran aspectos técnicos y experimentales, también están relacionados aspectos sociales, culturales, presencia de la mujer y minorías, entre otros. Estos aspectos que conforman la Historia de la Ciencia (entiéndase HDC) han influenciado en qué área se ha enfocado el desarrollo de conocimientos científicos, como, por ejemplo, la carrera espacial en la década de los años sesenta o la generación de vacunas en la época actual. Por lo tanto, considerar los elementos que conforman la HDC en la educación es vital para poder comprender los distintos conceptos incluidos en la malla curricular en Ciencias.

La inclusión de la HDC en la formación de profesores es de suma importancia para comprender la naturaleza y el origen de la ciencia que en su práctica van a enseñar. Por lo que en la presente investigación se analizó su incorporación en la formación docente de la carrera de Enseñanza de las Ciencias (entiéndase EC), ya que su comprensión e inclusión produce una visión próxima al conocimiento y la actividad científica en sí, y permite acarrear menos estereotipos y tener una postura crítica y reflexiva al generar nuevas y mejores relaciones entre lo que se desea enseñar y lo que la comunidad discente va a aprender (García-Martínez e Izquierdo, 2014).

Por consiguiente, se buscó obtener resultados que ayuden a proponer lineamientos para la inclusión de los distintos elementos de la HDC en las asignaturas de la Carrera de Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Nacional, que favorezcan la formación de futuros docentes.

1.1 Antecedentes

La formación docente es indispensable para capacitar y preparar a personas que aspiran a ser educadores, independientemente del área en que deseen enseñar; esta instrucción debe brindarle a las personas en formación actitudes, habilidades, competencias y conocimientos necesarios que les capacite para su labor y beneficie al colectivo estudiantil en la adquisición de habilidades y competencias para la vida; es por esto que se presentan algunos estudios que han sido realizados con respecto a esta temática.

Espinosa (2016) elaboró un estudio con estudiantes de Licenciatura en Educación en Ciencias Naturales de la Universidad del Valle en Colombia, esta investigación tuvo como objetivo determinar cómo la mediación didáctica y la reflexión contribuyen a la formación docente. El autor utilizó una metodología de estudio de caso en el cual le da seguimiento a seis estudiantes durante un semestre y estableció una serie de momentos durante la investigación, tales como, caracterizar académicamente a los estudiantes, la cualificación de los docentes en formación, el análisis de los registros fílmicos de los participantes entre otros. Los resultados indicaron que uno de los factores que influencia el proceso de enseñanza lo constituyen las concepciones pedagógicas, disciplinares y didácticas que posee la persona docente, ya que son quienes determinan el accionar en el salón de clases.

Los investigadores Zúñiga-Meléndez *et al.* (2020) de la Universidad Nacional (UNA) de Costa Rica, estudiaron las necesidades de capacitación del personal docente de las ciencias naturales (88 profesores de Biología, Química y Física) y de las ciencias exactas (72 profesores de Matemática) de colegios públicos pertenecientes a la Dirección Regional de Educación en Heredia. La metodología utilizada para el estudio fue un paradigma naturalista con un enfoque cualitativo dominante y un diseño del tipo de estudio fenomenológico. A los docentes analizados se les aplicó un cuestionario de preguntas abiertas, del que se extrajo como el principal resultado la presencia de interés por parte de los docentes, para ser integrantes de capacitaciones que les brinden mejores estrategias pedagógicas con las que puedan ejecutar sus lecciones con un enfoque interdisciplinario y contextualizado.

Como parte de los antecedentes se realizó una búsqueda sobre aquellos estudios enfocados en los aportes que la HDC puede brindarle a estudiantes y a docentes en formación para la comprensión de la evolución y construcción de la Ciencia, dichos trabajos se presentan a continuación.

García (2009) llevó a cabo en Colombia una investigación, cuyo objetivo se basó en estudiar los aportes que genera la HDC a la formación de profesores en ejercicio a nivel universitario. Por medio de una metodología cualitativa de carácter interpretativo de estudios de caso de tipo longitudinal. Dicha investigación tuvo como objeto de estudio a docentes universitarios de Química y Físicoquímica, y dio a conocer el vago conocimiento concebido por los docentes sobre la historia de la química, así como su compromiso por aprender y elaborar material didáctico referente a la temática.

Los investigadores García-Martínez e Izquierdo (2014) analizaron el papel de la Historia de la Química en la formación de docentes universitarios de esta materia, para ello se centraron en la recreación de instrumentos y experimentos de carácter científico pertenecientes al siglo XVIII, por lo que se utilizó una metodología cualitativa basada en el estudio de casos. Los resultados finales de esta investigación se resumen en que, por medio de la experimentación se coloca a los docentes como aprendices, lo que les permite diseñar nuevas estrategias para elaborar clases innovadoras. Además, se observó que se desplazó la adquisición de conocimientos eruditos por la didáctica, lo que llevó a los docentes a rediseñar estrategias dentro del aula.

Del mismo modo, Aristizábal (2017) estudió el desarrollo de la identidad profesional docente en diversos ámbitos desde la HDC, por medio de una investigación cualitativa con la funcionalidad de adquirir fuentes de información. Luego de aplicar este estudio, a los profesores en formación de Licenciatura de Química de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en Bogotá, se determinó que el uso de la HDC ayuda a fortalecer la identidad como docentes debido al descubrimiento y exploración de acontecimientos científicos referentes a su país. Asimismo, al incorporar esta herramienta en la formación profesional ocasiona que se restablezca la buena imagen de la ciencia, sus protagonistas y sus labores.

Por otro lado, el trabajo efectuado por Mendes y Grilo (2017), en Brasil, tuvo como objetivo analizar la HDC para la formación docente en una comunidad rural, al tomar un punto de vista crítico-dialéctico. La investigación incluyó a 91 estudiantes de la Licenciatura en Educación Rural en Ciencias Naturales y Matemáticas de la Universidad Federal de Recôncavo. En los resultados obtenidos se reflejó que los participantes comprendieron la importancia del enfoque histórico, tanto en su formación docente como en la práctica. Además, comprendieron la construcción no lineal de la HDC y su evolución. Concluyeron que la población docente en formación apuesta por abandonar el enfoque tradicional y buscar estrategias que permitan la construcción de conocimiento en la comunidad estudiantil.

También Bertomeu *et al.* (2017) realizaron en España un trabajo que pretendía analizar el potencial didáctico que tiene utilizar la Historia de la Ciencia, dirigido hacia los salones de clases con el fin de acercar las investigaciones pasadas sobre la práctica y la didáctica de las ciencias. Los autores mencionan que la HDC ha jugado un papel secundario en la creación de conocimiento científico y que, haber abordado investigaciones históricas revelaron que la enseñanza es un proceso más complejo que simplemente transmitir saberes. Ellos concluyeron que abordar y conocer la experiencia de docentes que los han precedido, permitió reflexionar sobre la formación del profesorado. Además, conocer la historia de la enseñanza de las ciencias ayuda a tener una participación en debates sobre el papel que esta tiene en sus clases.

Asimismo, Cabrera *et al.* (2019), en Colombia, desarrollaron una investigación de tipo cualitativa-descriptiva con el apoyo de cuestionarios estructurados de preguntas abiertas que aplicaron a estudiantes de Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad del Valle. Con la cual, buscaron analizar las concepciones de los docentes en formación inicial sobre la historia de la ciencia, por lo que se determinó la existencia de un vacío de conocimientos sobre el contexto de la ciencia. También se evidenció la necesidad de colocar a la ciencia como una actividad humana que tiene un momento y espacio en su época. Por último, se expresa la necesidad de incorporar la HDC con el fin de comprender el proceso e impedimentos que ha experimentado la comunidad científica y, por consiguiente, diseñar nuevas propuestas que puedan ser incluidas en la formación docente.

Por su parte, en Brasil, Marko y Pataca (2019) llevaron a cabo un trabajo que tuvo como objetivo determinar si la HDC facilita la formación de la identidad docente e impulsa su criticidad. La metodología implementada consistió en la elaboración de una serie de actividades como discusiones teóricas y dinámicas prácticas entre marzo y julio de 2017 con estudiantes de pedagogía y algunos licenciados en física o astronomía. Para analizar los resultados, las autoras utilizaron la metodología de investigación participativa, lo que evidenció que los participantes buscaron su propia comprensión de los conceptos y prácticas científicas por medio de las lecturas brindadas sobre HDC, además, que intentaron constantemente ligar los conceptos científicos o históricos con la educación.

Por el contrario, en el ámbito nacional no se han realizado investigaciones acerca de la historia científica en la formación docente en EC, por lo que, fue imposible colocar algún estudio al respecto.

A lo largo de la búsqueda de literatura sobre los beneficios que la HDC puede brindar a la comunidad discente, se encontró la mención recurrente de que la epistemología de la ciencia es un elemento que va ligado a la HDC, por ende, se indagó para conocer el impacto que la epistemología puede generar sobre la formación docente y la enseñanza de las ciencias.

Vildósola (2017), en Chile, discute la importancia que existe entre el conocimiento epistemológico y la relación entre la investigación y la práctica en la formación del profesorado de ciencias. Para su desarrollo se realizó una revisión de los conocimientos epistemológicos, los cuales fueron seleccionados por categorías según los aportes y los antecedentes literarios. Lo anterior dio como resultado una evidente mejora en la relación investigador-objeto de estudio gracias a la visión epistemológica, lo que a su vez mejora la investigación y la práctica para generar una multiplicidad metodológica en la ciencia y su enseñanza.

En el territorio costarricense, Arias y Navarro (2017), en la Universidad de Costa Rica, analizaron los elementos históricos, conceptuales y teóricos en los que se desarrolla la educación científica para generar una ruta por la cual construir una cultura científica. Se consideraron las diversas concepciones sobre la ciencia y el currículo a través de la historia. Se remarcó el hecho

de que se enseña ciencia como una temática ajena a lo cotidiano, igualmente, se mencionó que se ha generado el pensamiento de que el conocimiento científico es producido solo por especialistas externos a quien enseña y a quien aprende. Por ello, los autores destacaron la importancia de que la formación docente se brinde desde perspectivas disciplinares, pedagógicas, curriculares, epistemológicas y experimentales, que permitan la construcción de habilidades de pensamiento crítico-científico.

Al seguir con los beneficios de la HDC se plantean los siguientes antecedentes que involucran la cultura en la historia de la ciencia y su enseñanza, a nivel cultural se pueden considerar elementos que abordan temas sociales, religiosos, políticos o personales vividos por los entes protagónicos de los acontecimientos científicos.

Quintanilla (2006) hizo un estudio en el cual se razonan algunos aspectos teórico-conceptuales de incluir la HDC en la educación científica y en la formación docente. Realizó un abordaje teórico con el que se llegó a la conclusión de que al incluir dicho tópico se promueve una integración cultural, un pensamiento creador y un compromiso social.

En Israel un estudio realizado por Galili (2015) consistió en implementar la HDC y su filosofía, de manera que estos promuevan la cultura del conocimiento en la EC. Además, el autor expuso una serie de problemáticas que presenta la comunidad estudiantil a la hora de adquirir el conocimiento, ya que fallan al construir la concepción de nociones científicas o llegan a tener barreras en comprender estos por lo que pueden arrastrar una forma errónea de ellos. Galili considera que enseñar con un enfoque que parta de los conocimientos de la HDC y su filosofía, puede ayudar a resolver dichas problemáticas. Por consiguiente, concluyó que implementar el conocimiento del contenido cultural generó un impacto positivo en los estudiantes, aunque señala la importancia de generar más estudios para verificar su impacto en la comunidad estudiantil y discente.

Igualmente, en Brasil, Barbosa y Guerra (2016) buscaron diversas rutas para un acercamiento a la HDC por medio de las prácticas científicas y cómo la historia y la cultura científica tienen un impacto social, a través de la búsqueda literaria tanto conceptual como

histórica, al tomar en cuenta el ámbito cultural alrededor de la ciencia. Al culminar este estudio se señaló la importancia de incorporar los elementos histórico-culturales como clave para la formación de ciudadanos y su sociedad, además, de cómo la HDC puede brindarle un nuevo enfoque a la actividad científica a partir del conocimiento del contexto en la que esta fue desarrollada.

Luego de realizar una búsqueda a nivel nacional sobre la cultura en la historia de la ciencia y su enseñanza, se ha evidenciado que dicha temática no ha sido objeto de estudio en el país, lo que deja un vacío a nivel educativo.

Por otra parte, se puede señalar que uno de los aspectos fundamentales para la incorporación de la HDC en la formación académica, es la didáctica. Sin embargo, a pesar de su importancia son escasos los estudios o propuestas realizadas en este aspecto, de modo que se realiza a continuación una recopilación de aquellos estudios más recientes que fundamentan la posibilidad de aplicar la HDC como parte de la formación académica, los cuales son relevantes para esta investigación.

En Chile, Camacho y Quintanilla (2008) plantearon la resolución de problemas en Química a partir de la contextualización y la recreación de los desafíos a los cuales se enfrentaron los científicos durante un instante en la historia. Para ello, se realizó una indagación en la literatura didáctica y se reconstruyeron las diferencias entre Lavoisier y Priestley en el siglo XVIII sobre la descomposición del aire con el fin de desarrollar competencias cognitivo-lingüísticas. Con este estudio se planteó la importancia de incorporar la HDC en la enseñanza de la Química debido a que fomenta el diseño de nuevas maneras de enseñar y la adquisición de nuevas concepciones sobre la ciencia. Asimismo, permite que el estudiantado asimile cómo debe enfrentarse a un problema científico real.

Otra de las propuestas realizadas en Chile es de Carrillo *et al.* (2011) donde se plantearon razonamientos por los cuales se necesita incorporar la HDC en la enseñanza de la Biología, por ende, elaboraron una exploración histórica y una revisión literaria de cuáles son los conceptos referentes a la célula que se exponen en los libros de texto y si, en estos, se les relaciona con la

forma en la que se desarrolló la teoría celular. Se rescató que incorporar la HDC en la enseñanza de la Biología es de suma importancia por el hecho de que los hallazgos científicos se ven influenciados por la historia externa e interna del mismo científico. Así como esta inclusión facilita la creación de nuevas estrategias y prácticas que fomenten las competencias científicas. Por último, se expresó la necesidad de crear un modelo teórico-metodológico, con el fin de aplicar la HDC tanto dentro del aula como en la formación académica de los docentes.

En Alemania, los investigadores Henke y Höttecke (2015) analizaron los desafíos que enfrentan los docentes de Física a la hora de desarrollar sus lecciones al implementar la HDC. Para ello, se examinó la perspectiva de ocho docentes experimentados en el uso de la HDC con el fin de evaluar los desafíos que se presentan en la planificación de lecciones. De todo este análisis se obtuvo, a grandes rasgos, que existe una incertidumbre por parte de los docentes sobre cómo desarrollar clases con base en la HDC debido a que son carentes en su formación profesional con respecto a la temática. Igualmente, se consideró como una problemática el poco conocimiento que puedan poseer los estudiantes y existe la posibilidad de una respuesta negativa o inesperada por parte de los discentes hacia el cambio del diseño de las clases. Lo anterior se suma a la incapacidad de algunos docentes por mantener la empatía de los estudiantes con el pasado y facilitar su acercamiento a los modelos y acontecimientos históricos.

Al mismo tiempo, en Estados Unidos las investigadoras Olsson *et al.* (2015) efectuaron una investigación que tomó como base la problemática de que los estudiantes de secundaria no saben cómo desarrollar la comprensión teórica-práctica de la química y la comunidad discente no sabe cómo enseñarla. Señalan que se puede educar a docentes en ejercicio sobre la historia de la química por medio de casos y anécdotas interesantes que les ayuden a comprender cómo y por qué ocurren los fenómenos químicos. Por esa razón, sugirieron la creación de un curso de historia y los descubrimientos químicos para docentes en ejercicio y en formación. En su artículo incluyen los objetivos y estrategias de este, el cual incorpora conferencias interactivas, modelos conceptuales, discusiones en clase junto con recursos de texto de apoyo. Concluyen con la importancia de educar a los discentes para que lo apliquen en sus aulas y mejoren el aprendizaje de sus estudiantes.

Cabe destacar la investigación realizada en Colombia por Perea y Buteler (2016) en la cual proponen el uso de la HDC aplicada en el electromagnetismo. Las autoras plantean usar la HDC para motivar a la población estudiantil y facilitar que comprendan a profundidad los contenidos y los factores que influyen en el transcurso de una investigación científica. También, presentaron una serie de categorías con propuestas que incluyen el uso de la HDC, entre estas se pueden encontrar las que evocan al descubrimiento, las que detectan preconcepciones y enseñan conceptos o destacan bases culturales, entre otras. Para la aplicación, las autoras eligieron utilizar el enfoque sociocultural del electromagnetismo, y siguieron una metodología que consistió en elaborar actividades donde la HDC se encuentre ligada a la disciplina con experimentos que muestran la evolución de los conceptos físicos. Las investigadoras concluyeron que enseñar física como parte de la cultura es una táctica poderosa ya que, como docentes forman ciudadanos.

Por su parte en Chile, Núñez *et al.* (2017) analizaron el papel que tiene la HDC como un elemento clave y motivador para la enseñanza de las ciencias, además de promover el pensamiento crítico y el autocuestionamiento. Se realizó una revisión histórica de los aspectos didácticos que se han propuesto para incluir la HDC en la metodología de aula, y se tomaron en cuenta los errores científicos, disputas, experimentos y desarrollo de teorías. Luego de efectuar una propuesta didáctica basada en un tema de genética y de explorar los programas de estudio del país suramericano, se obtuvo como resultado la clara necesidad de construir material de apoyo visto que, en el currículo se menciona con frecuencia la inclusión de la HDC, sin embargo, debido a la escasez de material, utilizar este recurso dentro del aula se convierte en una tarea compleja.

De igual manera, Álvarez y Manzano (2018) llevaron a cabo en España una propuesta didáctica con la implementación del Primer Principio de la Termodinámica por medio de una exposición histórica del mismo, con la que se pretende facilitar al estudiantado la comprensión de conceptos. De este artículo se puede rescatar que la aplicación de la HDC favorece el empleo de un modelo constructivista en el aula, y le muestra al estudiantado el proceso por el cual se llegaron a reconocer las diversas teorías como válidas y qué es lo que debe pasar para que nuevas teorías rompan con lo ya establecido. Por último, se fomentan habilidades como el pensamiento crítico-científico y se impulsa un proceso autodidacta.

De igual modo, existe una investigación en Cuba realizada por Aguilar y Alamino (2019), cuyo objetivo fue investigar el estado de la aplicación de la HDC y su epistemología en la enseñanza de la Física y dio a conocer que en Cuba no hay una inclusión de esta en los planes de estudio de formación docente en la física. También, los autores mostraron los resultados de varios experimentos realizados a diferentes grupos de estudiantes, uno de ellos fue aplicado en una escuela donde tomaron como objeto de estudio a dos secciones escolares de octavo año, y tomaron los temas de Movimiento Mecánico y Temperatura y Calor. Los resultados se midieron por medio de encuestas y se encontró que había una mejor calidad de respuestas en el grupo en el que se usó la historia y epistemología de la Ciencia. Los autores están de acuerdo que apoyarse en la HDC para transmitir el concepto de que la física no evoluciona linealmente es una metodología útil.

Por último, en Costa Rica no se encontraron artículos o trabajos que usaran la HDC y su epistemología tanto en la EC como en la formación docente.

Si se deja de lado la aplicación de la HDC dentro de la metodología de enseñanza, se han realizado otras investigaciones acerca de las estrategias metodológicas aplicables para la EC. Aquellos estudios de mayor relevancia para este trabajo se sintetizan en los siguientes párrafos.

Galiano (2014) llevó a cabo un estudio dirigido a determinar cuáles son aquellas estrategias de mediación aplicadas en la formación inicial de docentes de Química en Argentina. Se basó en una metodología con un diseño mixto cualitativo y cuantitativo que se aplicó a 21 docentes de las carreras de profesorado de química, profesorado de biología y profesorado en la modalidad técnico profesional, además, a estudiantes de dichas carreras. Uno de los resultados más importantes obtenidos consiste en que los docentes encargados de la asignatura de Química carecen de información acerca de las diferentes estrategias pedagógicas, por lo tanto, la estrategia más aplicada es la basada en clases magistrales. Igualmente, se resalta la ausencia de formación pedagógica-didáctica y la capacitación en la misma área, lo cual influye significativamente en el diseño de estrategias metodológicas.

En Costa Rica, León-León y Zúñiga-Meléndez (2019) elaboraron una investigación sobre competencias y mediación pedagógica que utilizaban docentes de tercer ciclo de educación general

básica, específicamente de noveno año. Este estudio siguió un paradigma naturalista y una metodología de investigación mixta, donde utilizaron la observación y un cuestionario para analizar más a profundidad los datos obtenidos. Fueron 17 docentes de la Regional de Heredia los que participaron en dicho análisis, cuyos resultados obtenidos arrojaron que la mediación y evaluación utilizada por los discentes tiende a estar enfocada al modelo tradicional de enseñanza, con estrategias como resolución de prácticas individuales en libros de texto, también queda en evidencia que la mayoría del profesorado analizado le da más importancia al contenido que al desarrollo de habilidades y actitudes científicas. Las investigadoras concluyeron que el abordaje educativo de la muestra requiere ser mejorada por lo que sugieren espacios de capacitación y actualización.

1.2 Justificación

Durante la formación docente de la disciplina de Ciencias se obtienen las bases epistemológicas, metodológicas y ontológicas que cimientan la profesión, de aquí nace la importancia de tener claro el trasfondo histórico de la ciencia. En consecuencia, brotó la inquietud de indagar algunos aspectos que son relevantes para comprender los orígenes de la ciencia. Por lo que, entender cómo la comunidad científica llegó a descubrir y establecer las bases teóricas del mundo científico en el que se vive actualmente, favorecerá al entendimiento y su inclusión en los procesos de enseñanza y aprendizaje que se llevan a cabo, es aquí donde entra el papel fundamental que tienen los programas de formación docente como los principales responsables de brindar las herramientas, destrezas, habilidades y competencias profesionales docentes a sus estudiantes.

Por este motivo, nació la necesidad de indagar sobre la inclusión de los distintos elementos de la Historia de la ciencia, ya sean: leyes, principios, controversias, contextos sociales, entre otros, en la formación del profesorado y cómo son implementados en los distintos cursos de la carrera de Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Nacional.

Además, los docentes universitarios, especialmente de la carrera de Enseñanza de las Ciencias, suelen ser agentes de cambio y modelos para muchos de sus estudiantes y futuros

profesionales. Es fundamental motivar a la comunidad estudiantil con la contextualización de los contenidos y hechos históricos científicos desde un abordaje integral, y así se comprenda y se conozca cómo se construyó el concepto o teoría que esté siendo abordado durante la clase, con el fin de dimensionar las discusiones generadas según el contexto de la persona científica y de acuerdo con las interrogantes que posiblemente se hacían a la hora de plantear sus aportes científicos.

Para lo anterior, es indispensable incorporar la HDC a las distintas metodologías utilizadas en la enseñanza, ya que, como se evidenció en los antecedentes, incluir elementos de la HDC en distintas estrategias y momentos de la clase, tiene potencial en propiciar la construcción de diversas habilidades, entre ellas resaltan las de pensamiento científico, sistémico y crítico. Además, ayuda a mejorar la concepción de la ciencia, que en algunas ocasiones puede generar algún grado de dificultad en la comunidad estudiantil.

Otro motivo que acarrió la necesidad de hacer esta investigación es que, en la actualización de la malla curricular de la carrera de Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Nacional, dada en 2016, se suprimió el curso de Historia de la Ciencia. Por consiguiente, fue imperativo hacer una investigación sobre si la HDC es incorporada en los cursos que conforman la formación docente en Ciencias que pertenecen a las escuelas de Física, Química, Ciencias Biológicas y del CIDE o es considerada como eje transversal para la generación de reflexiones de los aportes y contextos de los principales generadores de las teorías, leyes o descubrimientos científicos.

En el presente estudio se ha buscado destacar a la HDC como un elemento clave a incorporarse en las distintas metodologías implementadas en la formación docente de Enseñanza de las Ciencias, al considerar que todo presente tiene un pasado y un contexto social que debe ser comprendido e interpretado para un mejor aprendizaje. Los beneficios que la HDC pueden proporcionar al proceso educativo, en los diferentes niveles de enseñanza, son una oportunidad y motivación hacia la potenciación de las habilidades científicas e interés para seguir ampliando y profundizando sobre los principales hallazgos científicos que fundamentan el conocimiento actual.

Se realizó esta investigación con el fin de incentivar e inspirar a las personas docentes e investigadoras a indagar acerca del impacto que genera la HDC en la enseñanza de las ciencias y documentar sobre la importancia de incluirla en el desarrollo de sus lecciones.

1.3 Planteamiento del problema

Ha sido una necesidad conocer si los distintos elementos de la Historia de la Ciencia son implementados en las diferentes estrategias metodológicas desarrolladas en la formación docente de la carrera de Enseñanza de las Ciencias, en vista de que la comprensión del desarrollo científico y tecnológico puede propiciar la adquisición de habilidades que se requieren en un perfil profesional.

Por otra parte, se suele percibir a la ciencia como una disciplina sin carácter humano (Arias y Navarro, 2017), por lo cual se desliga su desarrollo de la vida cotidiana. Por consiguiente, la implementación de la HDC en distintas estrategias favorece la comprensión de los hechos existentes alrededor de los avances científicos y tecnológicos y, por lo tanto, genera motivación hacia la profundización de una ciencia con rostro humano; por lo que, la presente investigación se planteó sobre la siguiente interrogante: ¿Qué elementos de la Historia de la Ciencia deben ser incluidos en la formación docente de la carrera de Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Nacional de Costa Rica?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Analizar con estudiantes y profesores la inclusión de la Historia de la Ciencia en la formación docente de la carrera de Enseñanza de las Ciencias para la identificación de los elementos medulares de esta en la formación del profesorado en Ciencias.

1.4.2 Objetivos específicos

1.4.2.1 Identificar con personas docentes, estudiantes y programas de las asignaturas los elementos de la Historia de la Ciencia que se incluyen en la formación docente de la carrera de Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Nacional de Costa Rica.

1.4.2.2 Conocer la percepción de las personas docentes y estudiantes de la carrera de Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Nacional de Costa Rica sobre la importancia de la Historia de la Ciencia y su incorporación a la formación docente.

1.4.2.3 Proponer lineamientos que orienten la inclusión de los elementos medulares de la Historia de la Ciencia que contribuyen a la formación docente en la Carrera de Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Nacional de Costa Rica.

2. Marco teórico

2.1 Formación docente en ciencias

La figura del docente en la sociedad tiene un valor que va más allá de impartir una serie de lecciones por semana a un grupo de estudiantes. Su papel es importante en la sociedad, ya que en su quehacer tiene la capacidad de transformar e inspirar personas y formar buenos ciudadanos. Al tener tal protagonismo social su formación debe ser acorde a las exigencias de la profesión, esta requiere exigir docentes comprometidos con el proceso pedagógico, involucrados en la labor educativa y orientados en el desarrollo humano con el fin de trascender el aprendizaje de contenidos (Nieva y Martínez, 2016).

Cada país posee su política educativa, por lo que es de suma importancia formar docentes que puedan suplir las necesidades de la educación de su nación. Esta formación, según Abanades

(2016), no solo se enfoca en ampliar conocimientos en las personas aspirantes a ser docentes, sino que también les brinda actitudes, valores, nuevas formas de hacer y favorece el aumento de habilidades intrapersonales e interpersonales. Ofrecerle todas estas características a una persona en formación docente le permitirá tener armas para desarrollarse en el campo laboral de una mejor manera, pero esta formación no puede terminar al concluir sus estudios superiores.

La formación docente tiene que ser continua, ya que miembros de la comunidad educadora que llevan años de experiencia no deben perder el interés ni la preocupación por hacer un análisis de su práctica para actualizarse, menos con el mundo avanzado en el que se vive, el cual cada vez presenta más exigencias a nivel laboral. Por tanto, la capacitación es fundamental para poder cumplir con las necesidades y expectativas de estudiantes y sus familias, pues el docente al presentar habilidades y conocimientos necesarios podrá llevar a cabo un proceso óptimo de enseñanza y aprendizaje (Rodríguez, 2019).

Cuando una persona educadora está capacitada su práctica docente será un elemento que motive e incentive a sus estudiantes ya que, al aplicar las competencias adquiridas en el desarrollo de sus lecciones, será un factor que ayude a propiciar el aprendizaje de sus discentes, por ende, se convierten en estudiantes con un nivel de preparación significativo.

2.1.1 Perfil docente

Considerar en el perfil docente la Historia de la Ciencia a lo largo de la formación académica es importante como una forma de generar las herramientas indispensables para su integración dentro de la malla curricular durante su quehacer docente, por lo que durante su educación universitaria tiene la obligación de fomentar habilidades, valores y actitudes indispensables para la labor profesional.

Todos los elementos anteriormente mencionados son vitales en el gremio docente, ya que la función que cumplen a nivel educativo, como formadores de ciudadanos, requiere de

profesionales capacitados para mediar y facilitar el proceso de aprendizaje en los centros educativos. Además, con las nuevas formas de enseñanza y aprendizaje, se exigen nuevas habilidades como: investigación, adaptación, flexibilidad, creatividad y tolerancia para los cambios que presente la educación y la sociedad (Colín, 2019).

Por ello, es de suma importancia que en el perfil profesional de un docente de ciencias exista una formación acerca de la HDC debido a que, como investigadores en el ámbito educativo necesitan un abordaje histórico con el cual puedan tomar en cuenta elementos que forman parte de la construcción de la ciencia para ampliar sus conocimientos y métodos experimentales científicos, con el fin de mejorar el diseño de estrategias didácticas dirigidas al desarrollo de habilidades que cumplan con la demanda social.

2.2 Historia de la Ciencia y sus aportes

La definición de HDC es tan amplia como los aspectos que abarca, por lo que no se puede establecer solo como una narrativa cronológica de los acontecimientos que han ocasionado el conocimiento científico actual. En síntesis, para conocerla según Uribe (2017) se necesita tener conocimiento de la historia que envuelve a la experimentación y teoría que llevan a la búsqueda de la verdad científica, es decir, del camino que ha trazado la humanidad en la búsqueda de soluciones y de la realidad. Igualmente, la HDC debe tener una estrecha conexión con aspectos sociales como: economía, política, recursos, ambiente, cultura, religión, espacio y epistémico.

Del mismo modo, Uribe (2017) menciona que en términos generales la HDC da una visión del tiempo y espacio en la que se situaron las personas investigadoras en el pasado y que permite la recuperación y preservación del conocimiento científico. Esto es relevante porque ocasiona que los nuevos investigadores conozcan sus antecedentes y sean guiados a la generación de nuevos conocimientos. Igualmente facilita la comprensión de la relación que han mantenido los seres humanos con su entorno y, en consecuencia, conocer los errores y aciertos que se han efectuado para su corrección o repetición de estos, con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes.

Para esta investigación se tomarán en cuenta los aspectos socioculturales, experimentales, controversiales y hallazgos científicos (hipótesis, validación, errores y revolución científica) como elementos medulares para utilizar la HDC dentro de la formación docente en Ciencias.

2.2.1 Epistemología y su relación con la Historia de la Ciencia

Uno de los aspectos fundamentales de la HDC es la epistemología que según Echeverri y Guillermo (2003) citando a Ceberio y Watzlawick “deriva del griego episteme que significa conocimiento, y es una rama de la filosofía que se ocupa de todos los elementos que procuran la adquisición de conocimiento e investiga los fundamentos, límites, métodos y validez de este” (p.3). Por lo tanto, presenta una estrecha relación con la HDC debido a que ambos relatan los métodos y circunstancias por las que ha atravesado el ser humano para alcanzar el conocimiento científico del presente.

La relación que la ciencia posee con la epistemología es que, la ciencia ocupa un primer nivel en estudiar la realidad en cada una de las ramas y la epistemología en un segundo nivel se encarga de estudiar a la ciencia (Gianella, 2005). Esta última al estudiar a la ciencia y buscar su validez y fundamentos, a su vez estaría estudiando su historia, ya que para abordar esta área sin su contexto histórico es poco significativo.

Según Godoy (2015) la ciencia necesita ser humanizada y enlazar sus avances con los aspectos personales, éticos, culturales y políticos de los individuos en la sociedad en la cual se desarrollan. Una persona en formación o en ejercicio de la docencia está obligado a comprender todos estos elementos anteriormente mencionados, puesto que la epistemología al indagar la validez y fundamentos del conocimiento le brinda la capacidad de analizar y buscar comprensiones de la ciencia y lo que la acompaña, por lo cual mejorará el entendimiento de esta y, en consecuencia, su desarrollo profesional.

Una persona dedicada a la docencia precisa ser también investigadora a causa de que, es necesario que esté constantemente informada y actualizada del acontecer científico, sin embargo, para realizar dicha búsqueda es ideal que posea una base epistemológica en la cual apoyarse tal como lo indica Morales (2020) que al conocer la epistemología permite demostrar si el razonamiento efectuado en una investigación es lógicamente coherente, además de que la epistemología va acompañada de la lógica.

Al realizar dicho razonamiento el investigador se coloca en una posición reflexiva donde establece conexiones y ajustes entre los pensamientos de la persona investigadora y el objeto de estudio, incluyendo sus técnicas, métodos y teorías (Osorio, 2014). Lo anterior tiene una estrecha relación con la educación puesto que, los y las docentes tienen que ser cautelosos a la hora de seleccionar qué y cómo enseñar a sus estudiantes para que estos, a su vez, con su lógica (epistemología) construyan su conocimiento. Asimismo, al incorporar elementos de la HDC en sus estrategias pedagógicas podría facilitar y mediar dicha acción en los estudiantes.

2.2.2 La Revolución Científica en la Historia de la Ciencia

Es un hecho que muchas de las creencias y teorías que se manejan en el mundo actual no son las mismas que en años anteriores donde apenas nacían nuevos paradigmas, y esto es gracias a que muchos de esos conceptos ya no podían dar respuesta o calzar con los fenómenos que se iban descubriendo por la comunidad científica en sus inicios, como es el caso del modelo geocentrista o la teoría de la generación espontánea, por mencionar algunos.

La revolución científica ha estado presente a lo largo de la historia y en los distintos contextos sociales, la cual según Martos (2017) consiste en la:

...transformación de un paradigma a otro, y es así cómo la ciencia moderna se desarrolla o acontece, estableciéndose períodos de ciencia normal seguidos de crisis y revolución, y así sucesivamente, dejando claro que el elemento subjetivo e irracional es clave. (p.6)

Es importante que este elemento permanezca con claridad durante la labor docente con el fin de que la persona formadora no asuma los conceptos o teorías científicas como estacionarias y absolutas, por el contrario, se mantienen sujetas al cambio.

En un nivel pedagógico, es conveniente incluir un abordaje histórico de los conceptos o teorías del currículo, ya que según el paradigma desde donde se explique podrá tener repercusiones distintas en el aprendizaje, Carmona y Camargo (2020) indican que es necesario precisar el modelo en el que se situaron personas científicas para explicar un fenómeno en específico, además de hacer la distinción entre el término actual y el antiguo y las razones que llevaron a dicho cambio. Esto puede dar origen a la conclusión de que la ciencia tiene una vista relativista, porque depende de las creencias y la influencia que poseen las personas científicas.

2.2.3 Influencia de la Historia de la Ciencia en la investigación científica y didáctica

En la investigación tanto científica como didáctica uno de sus principales propósitos es llegar a informar a la comunidad científica y a la educativa. Así pues, implementar una búsqueda histórica sobre el tema para indagar, permitiría conocer el camino de transformación y evolución que la ciencia tiene por el hecho de ser construida por personas pertenecientes a una sociedad con influencias de todo tipo y una base epistemológica.

En el caso de la investigación científica esta nace de la comunidad científica que en la búsqueda de respuestas acerca de cómo se comprende la realidad, por lo que tener la influencia de la HDC puede mejorar el proceso de sus investigaciones, Uribe (2017) expone el impacto que la HDC tiene sobre la comunidad científica y su investigación, los cuales se exponen a continuación en la Figura 1.

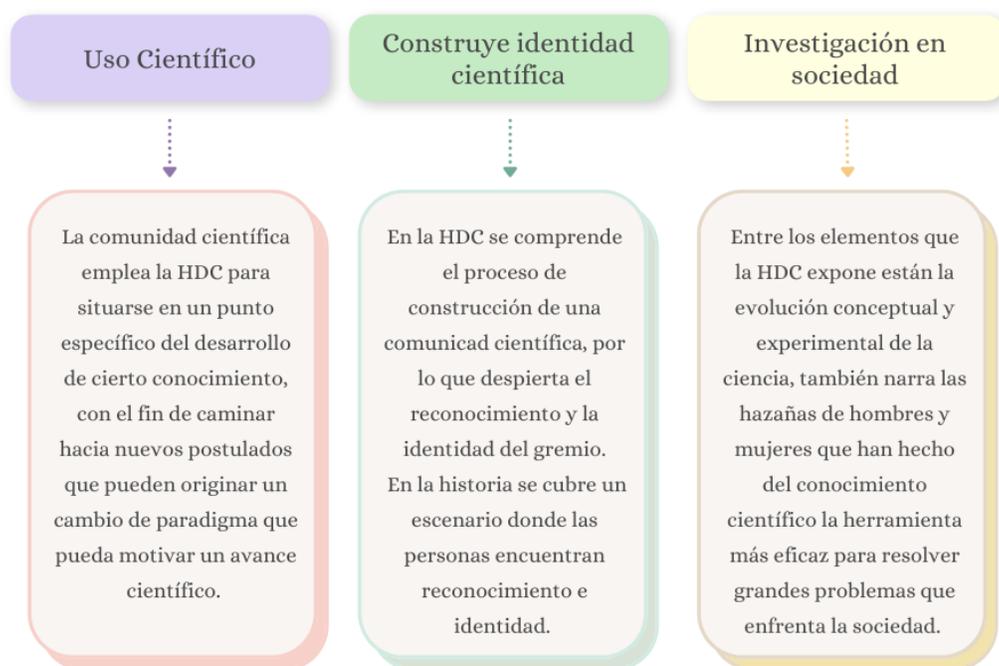


Figura 1. Elaboración propia basada en Uribe (2017).

La ciencia no se ve completamente influenciada por la globalización, por lo que no se debe asumir que alcanza todos los niveles escolares de manera homogénea, al educar y transformar por el simple hecho de existir, así que la investigación didáctica necesita indagar acerca de las crisis políticas, económicas, sociales y ambientales a nivel mundial para propiciar el desarrollo y mejoramientos de los programas de formación de docentes, de modo que satisfagan las necesidades educativas para promover el bienestar social (Quintanilla-Gatica, 2017).

La investigación didáctica al tratar de lograr una mejora educativa busca indagar acerca de la evolución que ha acompañado a la educación en diferentes etapas de la historia, de este modo, las personas docentes conocen sobre los logros que sus antecesores realizaron para poder suplir las necesidades educativas antes mencionadas.

Además, la HDC está ligada desde sus inicios a la investigación y al desarrollo tecnológico, el cual ha permitido visibilizar los avances que la comunidad científica ha desarrollado y alcanzado, sin embargo, no solo la tecnología ha transmitido dichos conocimientos, sino que también el gremio educativo se ha encargado de investigar dichos avances y transmitir sus

resultados a la comunidad común. Como lo mencionan Gallego y Gallego (2007) los sistemas educativos internalizan los resultados de la comunidad científica en la formación inicial y continua de profesores de ciencias para trabajar con estudiantes los cambios en las concepciones de la práctica científica y del mundo, y como estos trajeron cambios paradigmáticos.

2.2.4 Aportes desde la Historia de la Ciencia

A la hora de incorporar la HDC en la enseñanza de las ciencias se pueden obtener grandes beneficios tanto en el desarrollo profesional como en el educativo de las personas. Por esta razón, a finales del siglo XX hubo gran interés por implementar la historia y la filosofía de la ciencia en la enseñanza, tanto de estudiantes como de docentes en formación. En consecuencia, durante este periodo surgieron escritos referentes al tema donde la mayoría coincidían en que al implementarla en la educación se obtiene una mejor comprensión de la ciencia por medio de la contextualización del momento y espacio en el que se desarrolló.

Por medio del uso del contexto, según Izquierdo *et al.* (2016), se puede recuperar el interés por parte de la comunidad con respecto a los acontecimientos científicos. Igualmente, al reconocer y comprender los ambientes en los cuales las personas científicas realizaban sus aportes a la sociedad, junto con sus retos y fracasos, propicia el mejoramiento de estrategias investigativas y educativas.

Del mismo modo, se hace referencia que los docentes al conocer las interrogantes realizadas en el pasado por las personas, ayuda a entender la espontaneidad y ligereza de las respuestas que brindan los estudiantes ante un cuestionamiento, al relacionar dicha reacción con los primeros pensamientos de la comunidad científica ante un fenómeno novedoso y ajeno. Lo anterior a su vez propicia que los docentes se vean en la obligación de crear escenarios de aprendizaje en los cuales se orientan los pensamientos de los estudiantes y los convierte en personajes activos del proceso educativo (Izquierdo *et al.*, 2016). Al acercar la HDC a los salones de clases y darles un protagonismo a los discentes en su aprendizaje puede generar un ambiente motivacional que les facilite e inspire aprender sobre los fenómenos científicos que les rodea.

Otro aporte de la HDC a la enseñanza es que propicia el desarrollo de habilidades de carácter científico en las personas, las cuales tienen gran influencia en la educación del siglo XXI, y han emergido investigaciones donde se evidencia la búsqueda de estrategias que puedan incentivarlas en el colectivo estudiantil, por lo tanto, incorporar la HDC en la enseñanza de la ciencia puede ser una alternativa beneficiosa.

Una de las habilidades del siglo XXI es el pensamiento crítico que requiere de analizar y cuestionar las ideas, este no se desarrolla en corto periodo, sino que requiere de su constante aplicación en el salón de clase en diferentes estrategias didácticas para su adquisición, Álvarez y Manzano (2018) coinciden que:

Para generar este pensamiento crítico y construir nuevos aprendizajes es importante que el alumnado se cuestione sus propias ideas previas, generando una situación de conflicto que debe ser tratada adecuadamente en el aula. En el contexto de este conflicto, es importante mostrar al alumnado mediante un enfoque histórico que los conocimientos antiguos, aunque no sean aceptados actualmente, han sido los que han dado lugar a establecer los nuevos conocimientos. Incluso muchos de ellos siguen siendo de gran utilidad. Se debe mostrar al alumnado que, aunque sus ideas previas no fueran las correctas, deben aprender a valorarlas ya que gracias a ellas pueden establecer nuevos conocimientos. (p.20)

Lo anterior es fundamental para que la comunidad estudiantil construya un aprendizaje significativo a partir de la adquisición de nuevos conocimientos. Mientras que en el caso de una persona en formación docente conocer la teoría y su contexto histórico, permite un mejor desarrollo de su práctica profesional. Igualmente, ambos colectivos al formarse en una educación de carácter científico, les va a posibilitar aplicar un pensamiento crítico y científico, con el cual por medio del cuestionamiento de sus ideas y las premisas científicas pueda razonar y debatir el desarrollo de la ciencia y su impacto a nivel social, cultural y ambiental para la futura toma de decisiones.

La ciencia, como se ha mencionado anteriormente, tiene un carácter humano, porque son personas con un espacio y tiempo en específico que dejaron volar su curiosidad para descubrir el

funcionamiento o el motivo de lo que les rodeaba, y luego lo comentaban con la comunidad científica o política y aportan a la sociedad en la que vivían e inciden en su cultura y forma de ver el mundo. Sin embargo, este enfoque cultural que acompaña a la ciencia no suele ser abordado en las lecciones, ya que acostumbra a enfocarse desde una posición internalista, la cual se focaliza en teorías y conceptos.

Por esta razón, la sociedad suele verse como un ente ajeno a la ciencia, y todos los aportes quedan reducidos a nombres ligados a un concepto por aprender. Esto preocupa a la comunidad científica en la actualidad, los cuales tienen dos ideas claves: la primera es que se tome conciencia del valor de la ciencia como fuerza cultural y de la necesidad de que se incorpore a la sociedad con el fin de que deje de ser un saber minoritario (Acevedo-Díaz y García-Carmona, 2017).

Por ende, según Cabrera y García (2014) incorporar la HDC en el ámbito educativo con un énfasis cultural promueve a que:

El ciudadano del siglo XXI no solo conozca ciencia, sino que comprenda cómo es creada y validada, cómo se desenvuelve a través de la historia y cómo se relaciona con el medio social y cultural. En este sentido el enfoque sociocultural incorpora la HC en la educación científica como parte de la formación de una conciencia ciudadana en los estudiantes. (p. 301)

Sin embargo, el concepto de conciencia ciudadana o la formación de buenos ciudadanos es un concepto muy amplio y relativo según la postura de las personas y sus valores éticos y morales. Al formar ciudadanos correctamente informados sobre ciencia ocasiona la eventual mejora del entendimiento de esta y, a su vez, la imagen que tiene la misma ante la sociedad, la cual se puede ver distorsionada por la ignorancia o falta de conocimientos acerca de los avances científicos y su aplicación.

No obstante, utilizar la historia como medio para formar buenos ciudadanos no garantiza una buena toma de decisiones, tal como lo indican Gil y Vilches (2006) tomar una buena decisión no puede solo basarse exclusivamente en argumentos científicos, también se debe atender la

opinión de los y las ciudadanas, quienes requieren la oportunidad de debatir y exigir la aplicación de los avances científicos bajo el principio de prudencia.

Por ende, la educación científica es una herramienta que ayuda a combatir la desinformación, al visibilizar el papel social que la ciencia ha tenido a lo largo de la historia de la humanidad. A pesar de ello, la formación de buenos ciudadanos no puede depender únicamente de la educación en ciencias, a razón de que necesita ser implementada con educación informal, la cual no proviene de los centros educativos, sino de los núcleos familiares y vivencias en los que se desenvuelven los estudiantes.

2.3 Didáctica en la enseñanza de las ciencias

Durante la formación de docentes de Ciencias se enfatiza la didáctica necesaria para emprender el proceso de enseñanza con cualquier tipo de población y nivel académico, dado que esta disciplina pedagógica se encarga de establecer la guía de cómo enseñar, al establecer las estrategias (métodos y prácticas) que orienten a las personas docentes en su labor dentro del salón de clases. De igual forma, la didáctica establece el actuar del estudiantado durante su aprendizaje (Saza *et al.*, 2017). Por consiguiente, la didáctica obliga al uso de la interacción docente-estudiante en donde ambas entidades obtienen y ofrecen conocimiento al utilizar en conjunto recursos y realizar actividades de carácter pedagógico.

La didáctica se reconoce como una disciplina científica-pedagógica, la cual se encarga de estudiar los procesos y metas que se desean alcanzar con la educación, específicamente en diseño y práctica de la malla curricular docente, cuyos principales aspectos según Saza *et al.* (2017) se sintetizan en la Figura 2.



Figura 2. Didáctica General. Elaborada por Saza *et al.* (2017).

Una parte fundamental en la didáctica son las estrategias metodológicas junto con sus técnicas que los docentes implementan en su quehacer para propiciar el aprendizaje de sus discentes, este tema se abordará con mayor profundidad en los siguientes apartados.

2.3.1 Estrategias y técnicas didácticas utilizadas en la enseñanza de las ciencias

En el proceso educativo el personal docente debería implementar diversas estrategias didácticas que pueden tener un impacto directo en la calidad del aprendizaje de la comunidad estudiantil. Dichas estrategias y su implementación necesitan enfocarse en ser herramientas que le permitan al estudiantado construir su aprendizaje e incentivar habilidades, además de tener un factor motivante.

Con el afán de conseguir que una persona estudiante construya su propio aprendizaje se puede implementar un modelo educativo constructivista, el cual se centra en el estudiante como un ente activo y pensante, así como su desenvolvimiento dentro del salón de clases. Sobre este modelo Gómez y Hurtado (2019) mencionan que se puede concebir como la:

...construcción que se realiza a través de un proceso mental que conlleva a la adquisición de un conocimiento nuevo. Pero en este proceso no es solo el nuevo conocimiento que se ha adquirido, sino, sobre todo la posibilidad de construirlo y adquirir una nueva competencia que le permitirá generalizar, es decir, aplicar lo ya conocido a una situación nueva. (p. 46)

Por esta razón, el modelo constructivista es una fuerte propuesta a nivel educativo que cumple con las demandas de la educación de la actualidad, aunque, puede resultar un reto para los miles de docentes que aprendieron su oficio con modelos tradicionales, aquí es donde está la obligación del gremio de profesores a capacitarse en estos tipos de métodos y así puedan implementar estrategias y técnicas que incentiven un ambiente de aprendizaje activo donde sus estudiantes puedan aprender realmente y se deje de lado la generación de la transmisión del conocimiento pasivo donde reinaba la copia exacta de distintos tópicos.

Sin embargo, por la gran carga laboral que muchos sistemas educativos colocan en los hombros del profesorado, estos quedan sin la disponibilidad del tiempo idóneo que les permita enfocarse en la construcción de sus lecciones. Lo anterior según Londoño *et al.* (2019) genera insatisfacción en la labor docente, lo que afecta su desempeño a nivel institucional, ya que al tener el tiempo destinado al cumplimiento del cronograma de trabajo se ven obligados a conservar un modelo tradicional al suprimir el carácter activo de los estudiantes.

Con la era tecnológica y el cambio de paradigma sobre cómo enseñar en el siglo XXI, han surgido gran cantidad de estrategias y técnicas que docentes pueden implementar, a parte de las tradicionales (mapas conceptuales, trabajar en el libro de texto, foros, entre otras), para generar motivación, habilidades, aprendizaje significativo y un acercamiento hacia la ciencia. Gran parte de las nuevas alternativas disponibles para implementar en los salones de clase es recopilada en el

libro de Sánchez *et al.* (2020) y la tesis de licenciatura de Aucancela (2015) los cuales se sintetizan en el esquema presentado en la Figura 3.



Figura 3. Estrategias didácticas. Elaboración propia basada en Sánchez *et al.* (2020) y Aucancela (2015).

Para un docente es indispensable que amplíe y actualice las estrategias y técnicas didácticas aplicables en sus lecciones y no mantener preferencia por solo un método, esto con el fin de utilizar el factor sorpresa con sus estudiantes y lograr mayor interés y motivación. Asimismo, tratar de incluir a aquellos estudiantes que presenten una diversidad funcional y considerar las formas de aprendizaje de sus discentes. Igualmente, seleccionar la estrategia más idónea para propiciar el aprendizaje y que de este modo el proceso de enseñanza y aprendizaje sea más enriquecedor.

2.3.2 Estrategias y técnicas didácticas utilizadas en la implementación de la Historia de la Ciencia en la enseñanza de las ciencias

El mundo se encuentra en constante evolución y desarrollo, por lo que la enseñanza de las ciencias está obligada a no solo brindarle al estudiante la historicidad, conocimiento y el desarrollo científico por sí solo, sino enseñarle la HDC por medio de estrategias y técnicas que propicien el crecimiento de habilidades y competencias para el desenvolvimiento de los ciudadanos dentro de la sociedad. Además, en la actualidad es casi imposible encontrar una actividad en la que no sea indispensable el uso de la ciencia y con el tiempo la demanda científica es mayor, de manera que la integración de la HDC de forma interdisciplinaria en la educación se convierte en una necesidad comunitaria.

Para la integración de la HDC se han podido identificar estrategias que sugieren el trabajo colaborativo y técnicas como lecturas de primera fuente para poder construir conceptos y entender el proceso evolutivo de la ciencia en sus distintas ramas. Al procurar formar grupos de trabajo entre estudiantes se incentiva el aprendizaje colaborativo, y una serie de habilidades relacionadas con trabajo en equipo y apreciación de ideas de sus compañeros de equipo.

Alamino y Aguilar (2014) proponen los siguientes modelos didácticos para la inclusión de la HDC en la enseñanza de las ciencias, los cuales se esquematizan en la Figura 4.

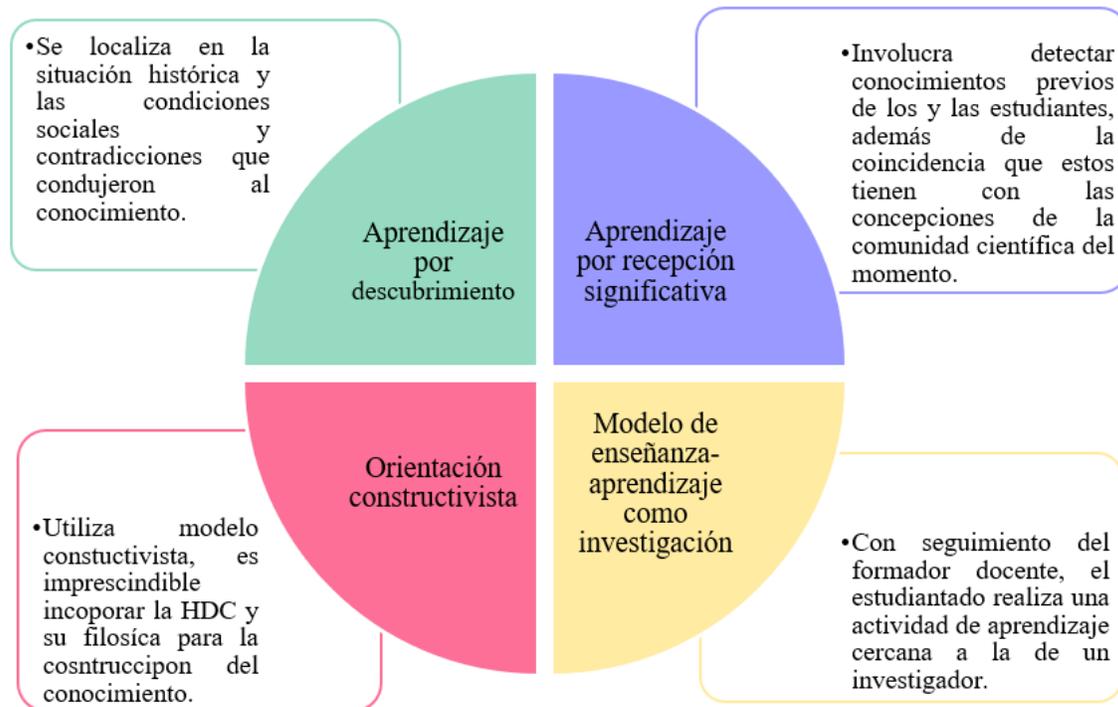


Figura 4. Modelos pedagógicos para la incorporación de la HDC en la enseñanza de las Ciencias.

Elaboración propia basada en Alamino y Aguilar (2014).

En la Figura 4 se puede observar lo valioso que es implementar la HDC en distintos modelos pedagógicos. El hecho de acercar la historia a los estudiantes al contrastar qué tan cercanas son sus ideas previas con las concepciones de los científicos de una época determinada puede propiciar momentos de diálogo en los salones de clases, ya que mediante el acercamiento de la historia del origen de un conocimiento se logra mejorar la comprensión de la ciencia misma.

Una manera de implementar la HDC en las técnicas didácticas es por medio de la utilización de biografías, las cuales propician información histórica acerca de los diversos elementos de la HDC que se encontraban alrededor de las personas investigadoras, además se logra rescatar el papel protagónico de sectores minoritarios como lo es el papel de la mujer en la ciencia. Santesmases *et al.* (2017) mencionan que algunos de los descubrimientos científicos fueron realizados por parejas investigadoras, ya sean matrimonios o colegas en las que eran parte las mujeres y estas eran invisibilizadas por el sector masculino durante la divulgación científica, razón

por la cual es de suma importancia recuperar la identidad y la pertenencia de estos grupos que se encuentran en la historia dentro de los escritos bibliográficos.

Un elemento indispensable para que estas estrategias generen aprendizaje significativo es que requiere que las personas docentes tengan amplio conocimiento en la HDC y su filosofía para que puedan dirigir dichas metodologías de la manera correcta y así evitar concepciones erróneas o confusiones infundadas. De esta manera se hace un llamado a la importancia de instruir a las personas en formación docente y capacitar a los que están activos en la profesión sobre la Historia de la Ciencia como un recurso pedagógico, con el fin de que puedan aplicar este tipo de estrategias.

La HDC se compone de varios elementos que pueden ser implementados en distintas estrategias o técnicas según sea la intencionalidad y el ingenio de la persona docente, por lo tanto Núñez *et al.* (2017) proponen indagar en los errores científicos, controversias y disputas para ayudar a la comprensión de la naturaleza científica, también incluir experimentos científicos de la época para entender las intenciones de la comunidad científica y, por último, estudiar el desarrollo de una teoría para internacionalizar que estas surgen de cuestionamientos, reordenación de ideas y son producto de un proceso histórico.

Es necesario hacer énfasis en el tratamiento que se les da a los elementos de la HDC, puesto que necesitan trascender más allá de solo ser una historia, un concepto o experimento, la idea es acercar a la comunidad estudiantil a que construya su propio conocimiento por medio de ellos, que sea un factor que les motive a aprender y no a atemorizarse por la cantidad de fórmulas matemáticas o conceptos que pueden resultarles complejos. “En este sentido es muy importante reconocer que la construcción de conocimiento científico adquiere mayor riqueza con la actividad experimental vivida propiamente” (Morcillo, 2015).

Por otro lado, a pesar de conocer el impacto que puede tener la HDC en la educación en ciencias no existe documentación suficiente, en la cual se planteen las estrategias metodológicas precisas para su aplicación en el proceso de enseñanza y aprendizaje tanto a nivel universitario como a nivel de secundaria.

Por consiguiente, en el presente trabajo de investigación se pretende identificar qué elementos de la HDC son utilizados en la formación de docentes en el área de ciencias y cómo los docentes encargados de impartir cursos de la carrera de Enseñanza de las Ciencias y estudiantes de esta conciben la HDC, así como la posible o no aplicación en las asignaturas de Ciencias, con el fin de proponer lineamientos que fomenten la inclusión de la HDC.

3. Marco Metodológico

Este capítulo se enfocó en abordar los distintos elementos y procesos metodológicos que apoyaron la realización de la presente investigación. Se explicó la operacionalización de los distintos aspectos metódicos de acuerdo con los objetivos planteados. Además, se incluyó una descripción de los instrumentos con los que se recolectaron los datos brindados por parte de la muestra seleccionada.

3.1 Paradigma

La presente investigación tuvo sus bases fundamentadas en el paradigma investigativo naturalista, el cual se centra en los significados de las acciones de las personas y su vida social en medio de una realidad dinámica y holística, además tiene como objeto conocer sus situaciones y comprenderlas desde la propia visión de las personas (Gil *et al.*, 2017). Este paradigma permitió tomar en cuenta las percepciones y experiencias de las personas docentes de la carrera de Enseñanza de las Ciencias y de las personas en formación sobre la HDC y su inclusión en la carrera de Enseñanza de las Ciencias, con el fin de poder obtener respuestas a la pregunta problema planteada en esta investigación.

3.2 Enfoque

La naturaleza de la presente investigación respondió a un enfoque cualitativo dominante, donde este tipo de investigaciones según Álvarez-Gayou *et al.* (2014) “no son subjetivas ni objetivas, sino interpretativas, incluye la observación y el análisis de la información en ámbitos naturales para explorar los fenómenos, comprender los problemas y responder las preguntas”.

Dicho enfoque fue seleccionado al considerar que en esta investigación predomina la búsqueda de las concepciones y opiniones que docentes universitarios y estudiantes de Enseñanza de las Ciencias poseen acerca de la HDC, y cuáles de los elementos de esta son considerados por los docentes para incluirlos en la formación profesional de los discentes. La información requerida se obtuvo por medio de la aplicación de instrumentos mayoritariamente de carácter cualitativo como cuestionarios y análisis de contenido. Cabe resaltar que se utilizaron dentro de los instrumentos ítems cuantitativos como escala de Likert y lista de cotejo. Estos se aplicaron tanto a las personas docentes como a las estudiantes.

3.3 Diseño de la investigación

El diseño de investigación que describe los aspectos involucrados en este estudio es el fenomenológico el cual tiene como propósito “explorar, describir y comprender las experiencias de las personas con respecto a un fenómeno y descubrir los elementos en común de tales vivencias” (Hernández *et al.*, 2014). Dicho diseño fue adecuado debido a que se tomaron en cuenta las experiencias vividas durante la formación docente en la carrera de la Enseñanza de las Ciencias con respecto a la inclusión o exclusión de los elementos de la Historia de la Ciencia.

Conocer las experiencias y opiniones tanto de docentes como estudiantes permitió comparar y analizar la importancia que tiene para estas personas la inclusión de la HDC en la formación docente y así lograr enriquecer la presente investigación. Para ello, el desarrollo de la esta se llevó a cabo en las etapas descritas en la Figura 5.

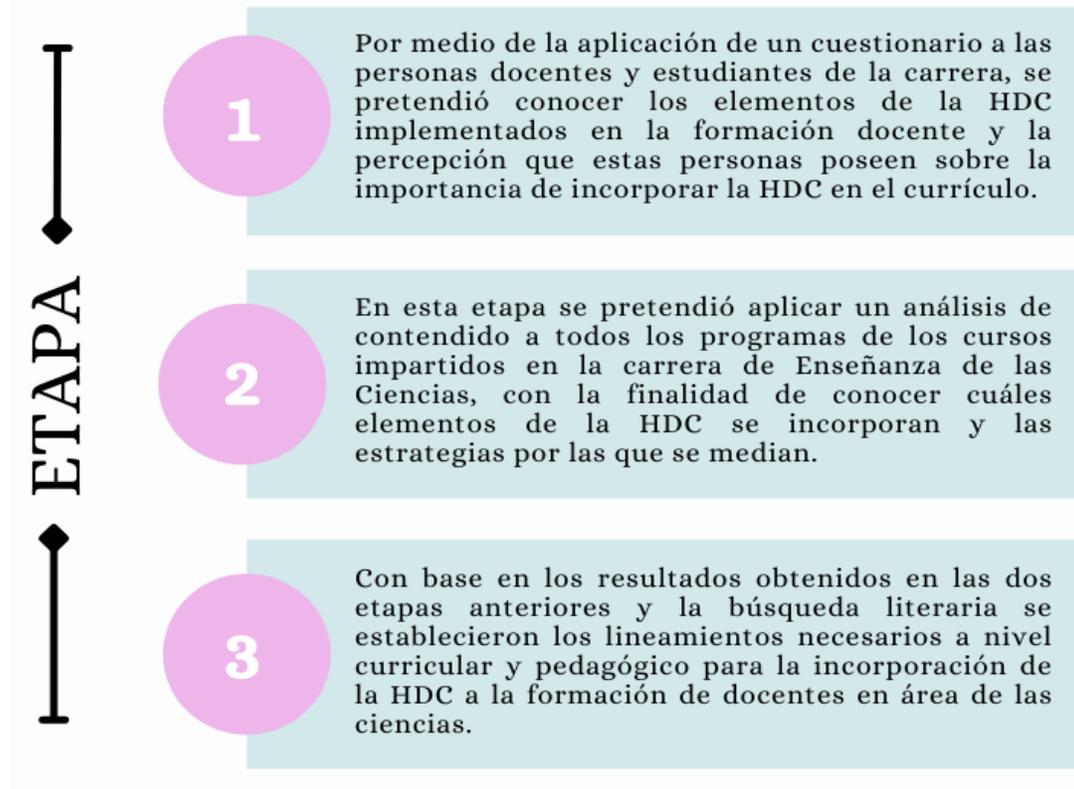


Figura 5. Etapas de la investigación del tipo de diseño fenomenológico. Elaboración propia, 2021.

3.4 Descripción de las categorías de análisis

En la presente investigación se plantearon tres categorías con sus respectivas subcategorías (Anexo 1), las cuales se describen a continuación:

3.4.1 Elementos de la Historia de la Ciencia

La historia y la ciencia son dos componentes que no pueden ir separados, Sánchez (2005) indica que sería una agrupación de hechos sin conocimiento, es aquí donde tiene protagonismo los elementos que comprenden la HDC. Según la Real Academia Española 2020 (definición 8 y 11), los elementos son los fundamentos y principios de una ciencia o saber, sería cada uno de los componentes de un conjunto, o sea, los aspectos que se encuentran alrededor de la narración histórica de un hecho científico.

Por lo tanto, se tomaron en cuenta algunos elementos fundamentales para el desarrollo de la HDC en la enseñanza, los cuales se plantearon como las subcategorías de investigación:

- a) Socioculturales: contexto social.
- b) Experimentales: métodos y recursos utilizados.
- c) Desarrollo de teorías: hipótesis, validación, errores y revolución científica.
- d) Controversiales

Al considerar lo anterior se pretendió conocer cuáles de los elementos mencionados eran incluidos en la formación de docentes en el área de las ciencias, por medio del análisis de contenido de los programas de estudio de la carrera y la aplicación de un cuestionario a la población docente y estudiantil de la carrera de Enseñanza de las Ciencias, por medio de la plataforma Google Forms.

3.4.2 Percepción de docentes y estudiantes

El conocer la percepción con la que los docentes ven a la HDC fue de importancia en la presente investigación ya que, esta se considera como el conocimiento o idea que se tiene sobre algo (Real Academia Española, 2020, definición 3). Por ello, se establecieron las siguientes subcategorías:

- a) Definición e importancia de la HDC.
- b) Aportes de la HDC en la educación: formación de ciudadanos, desarrollo de habilidades, mejora la comprensión de la Ciencia, la práctica docente y la imagen de la Ciencia, visualiza el carácter humano de la ciencia, genera interés y motivación.
- c) Obstáculos para la incorporación de la HDC: falta de contenido, bajo conocimiento sobre HDC, ausencia de recursos didácticos e interés.
- d) Inclusión de la HDC en el desarrollo de las estrategias pedagógicas.
- e) Incorporación de la HDC en la formación del profesorado.

Estas subcategorías ayudaron a indagar sobre la percepción de docentes y estudiantes con el fin de conocer el conocimiento e ideas que poseen sobre la HDC y su incorporación en la

formación docente en la EC. Estos datos fueron recolectados por medio de la aplicación de un cuestionario a través de la plataforma Google Forms. Asimismo, se aplicó un análisis de contenidos para examinar la inclusión de la HDC en las estrategias pedagógicas propuestas en los programas de estudio de la carrera.

3.4.3 Lineamientos para la incorporación de la Historia de la Ciencia

Para la implementación de la HDC en la formación docente en Ciencias es indispensable establecer los lineamientos necesarios para el adecuado desarrollo de los tópicos históricos y los diversos aspectos que los envuelven. Dichos lineamientos según Garduño (2009) se encargan de “describir las etapas, fases, pautas y formatos necesarios para desarrollar una actividad o cumplir con uno o varios objetivos” (p. 21). Esta categoría de investigación respondió a lo planteado en el tercer objetivo específico de este estudio.

Los lineamientos se elaboraron a partir del análisis de los resultados obtenidos correspondientes al primer objetivo sobre los elementos de la Historia de la Ciencia que se incluyen en la carrera de EC y al segundo objetivo referente a la percepción de docentes y estudiantes acerca la importancia de estos elementos en la formación docente. La información obtenida fue fundamental para integrar la HDC a las distintas asignaturas que conforman la carrera de Enseñanza de las Ciencias de la UNA considerando sus áreas disciplinares.

3.5 Fuentes de información

Esta investigación se llevó a cabo en la Universidad Nacional en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Se tomaron en cuenta fuentes humanas, que corresponden a docentes universitarios de las asignaturas de Química, Biología, Física y Pedagogía, así como los estudiantes cursantes en profesorado, bachillerato y licenciatura de la carrera de Enseñanza de las Ciencias, de los cuales se obtuvo información sobre los elementos considerados en la formación docente en el

área de las ciencias. Adicionalmente, se examinó una fuente documental que correspondió a la revisión del programa de estudios de la carrera de interés en este estudio.

3.6 Objeto de estudio

El objeto de estudio de la presente investigación fueron los elementos de la Historia de la Ciencia (HDC) que son considerados por estudiantes y docentes universitarios en las áreas de Química, Biología, Física y Pedagogía para mediar la formación de docentes de la carrera de Enseñanza de las Ciencias.

3.7 Población y muestra

La población seleccionada para esta investigación estuvo conformada por docentes y estudiantes, de los cuales se tomó una muestra de 24 docentes, seis de cada una de las cuatro unidades académicas de la carrera de Enseñanza de las Ciencias: Química, Biología, Física y Pedagogía. En conjunto con la muestra de estudiantes (48 en total), de los cuales 19 son de profesorado, 17 de bachillerato y 12 de licenciatura. La participación de las personas estuvo condicionada a la disponibilidad que estas tuvieron para completar el cuestionario, con lo que se obtuvo la cantidad de participantes ya mencionada.

3.8 Descripción de los instrumentos a utilizar

Para el desarrollo de esta investigación se construyeron dos instrumentos, los cuales fueron un cuestionario dirigido tanto a docentes como a estudiantes de la carrera de Enseñanza de las Ciencias de la UNA y un análisis de contenido para los programas de estudio de la carrera. Estos instrumentos se elaboraron con base en los objetivos y categorías propuestas.

3.8.1 Cuestionarios

Estos instrumentos (Anexos 2 y 3) hicieron referencia a los objetivos específicos uno y dos con los que se pretendió obtener información acerca de los elementos de la HDC que se contemplan dentro de la formación docente de los estudiantes de la carrera de Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Nacional, así como, recopilar las percepciones que la muestra utilizada posee sobre la temática, las estrategias pedagógicas en las que se incluye, su incorporación en la carrera universitaria y los obstáculos a los que se enfrenta a la hora de incorporar la HDC dentro del desarrollo de las asignaturas.

Contó con preguntas tanto abiertas como semiabiertas, las preguntas cerradas fueron basadas en la escala Likert y listas de cotejo, con las cuales se buscó obtener la información más relevante y precisa para su futuro análisis. Además, la orientación de las interrogantes cambió según la fuente de información a la que se dirige, sin embargo, el objetivo de esta sigue siendo equivalente.

3.8.2 Análisis de contenido

El análisis de contenido (Anexo 4) tuvo como fin identificar los elementos de la HDC que se encuentran contemplados dentro de la construcción de los programas de estudio de la carrera de Enseñanza de las Ciencias. Además, por medio de este instrumento se pretendió examinar la inclusión de la HDC en las estrategias pedagógicas propuestas en los programas de estudio de la carrera, lo cual pertenece a una subcategoría del segundo objetivo específico.

Este análisis de contenido se realizó por medio de una lista de cotejo donde se incluyeron los siguientes aspectos:

- Elementos sociales, culturales, experimentales y controversiales.
- Estrategias metodológicas.

3.9 Criterios de validación

Los instrumentos elaborados para la recolección de los datos pertinentes para esta investigación fueron validados por personas expertas que poseen alto conocimiento y manejo de la HDC y EC, se contó con la validación de una académica de la UNA que pertenece a la Escuela de Física y se desempeña como docente de Física y Astronomía. Cuatro validadores internacionales, donde uno de ellos es licenciado en Biología y Química y labora en la Universidad del Valle de Colombia, otro es académico en el área de las Ciencias en la Universidad Católica de Colombia. También con un máster y aspirante a doctor del Technion - Instituto Tecnológico de Israel y, por último, se contó con el aporte de un licenciado en Química, M. Sc y Dr. en Epistemología e Historia de las Ciencias de la Universidad Católica del Maule, Talca, Chile. Los expertos emitieron su criterio y brindaron observaciones basados en los criterios de validación establecidos, los cuales se mencionan a continuación:

- Pertinencia del contenido de los enunciados.
- Contextualización de las preguntas a la población meta.
- Claridad de las preguntas.
- Coherencia con los objetivos de investigación y sus categorías de análisis.

3.10 Descripción del análisis por realizar

Para el análisis de los resultados recolectados en los cuestionarios tanto para estudiantes como docentes (nombrados E y D respectivamente), se utilizó la estadística descriptiva mediante figuras y gráficos, con el fin de que fueran visual y analíticamente comprensibles. En el caso de las preguntas abiertas se sintetizaron en un cuadro y en figuras según sus categorías y subcategorías y las interrogantes presentadas en forma de escala de Likert se sistematizaron por medio de infografías y gráficos. Por lo tanto, toda la información recolectada fue examinada e interpretada para su posterior análisis y abordaje teórico con relación a las categorías de análisis.

Los datos obtenidos por medio del análisis de contenido se esquematizaron mediante un gráfico y una infografía donde se indicaron las temáticas de las asignaturas de la carrera que incorporan la HDC dentro de su malla de contenidos. También se realizó una triangulación entre los cuestionarios y el análisis de contenido para contrastar lo estipulado en los programas de estudio de la carrera y lo vivenciado dentro de los salones de clases por docentes y estudiantes con respecto a la HDC.

4. Resultados, análisis e interpretación

Este capítulo se enfocó en sistematizar los principales resultados obtenidos al aplicar los instrumentos. Por consiguiente, estos han sido presentados por medio de gráficos, infografías y un cuadro, además fueron ordenados en las categorías y subcategorías de análisis que se establecieron en el marco metodológico. Por último, se identificaron los elementos de la HDC presentes en la formación docente y con base en ello se consolidaron una serie de lineamientos que tienen como fin guiar al educador universitario en la utilización de la HDC en el desarrollo de las lecciones de la asignatura que tenga a su cargo.

4.1 Elementos de la Historia de la Ciencia

En relación con los aspectos que son considerados parte de la HDC se obtuvo que el desarrollo de experimentos fue el elemento con mayor aceptación como se puede observar en la Figura 6.

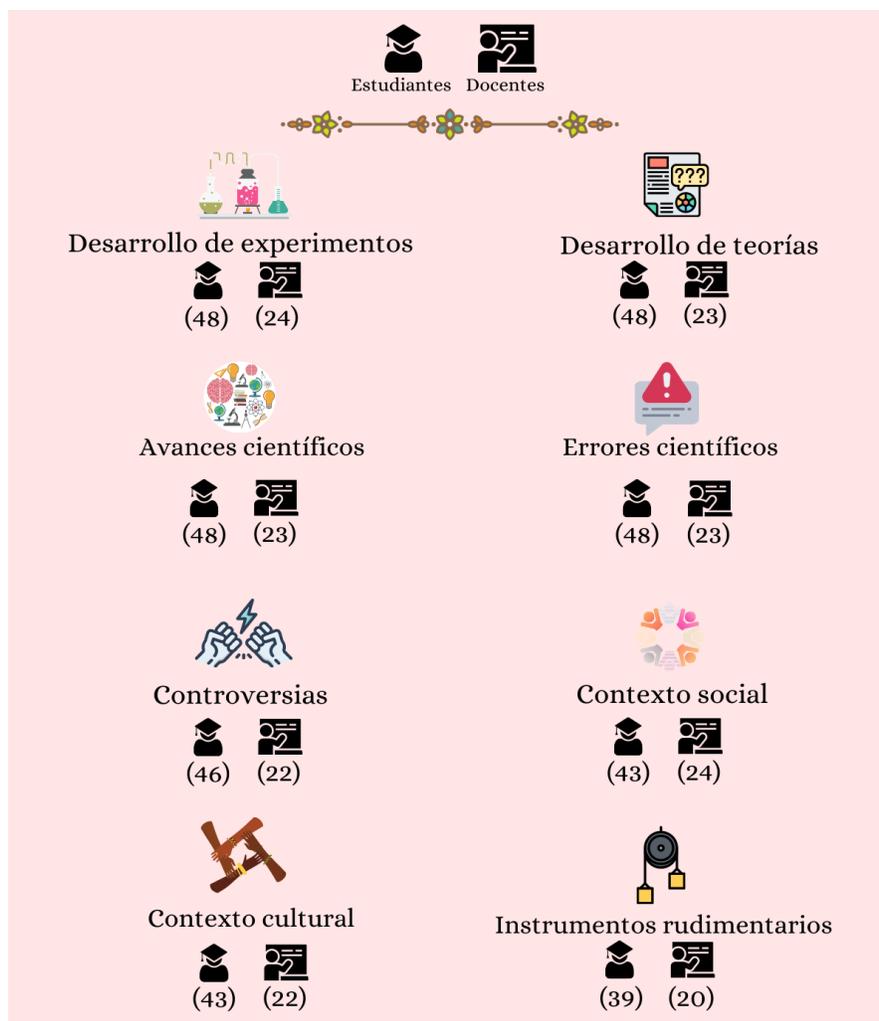


Figura 6. Elementos que son considerados por estudiantes y docentes como parte de la Historia de la Ciencia. Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario para docentes (n= 24) y estudiantes (n= 48).

Como se observa (fig. 6), los datos recopilados muestran una elevada consideración, por parte de los participantes, acerca de los elementos que componen la HDC. El desarrollo de experimentos es un elemento que fue valorado por el 100% de la muestra tanto de docentes como estudiantes. Todos los componentes presentados en esta figura están relacionados entre sí, por ejemplo, el desarrollo de experimentos está enlazado con el desarrollo de teorías, errores y avances científicos (E= 100% y D= 95,8%). Debido a que, en el contexto científico, los experimentos son los pilares para originar el conocimiento en esta área y que, a su vez, dichos ensayos están sujetos a equivocaciones durante el proceso investigativo que contribuyen en la fundamentación de una teoría científica.

Los cuatro elementos anteriormente mencionados están estrechamente relacionados ya que luego de un proceso de aprobación y refutación se logra obtener un avance dentro del área de la ciencia. Por ende, que todos los docentes en formación consideren estos aspectos como parte de la HDC es conveniente para conocer el potencial que la historia puede brindarles para su labor profesional, pues, si este tema es abordado en la carrera permitiría comprender la relación y el trasfondo que existe de estos elementos detrás de un aprendizaje nuevo, con el fin de que logren una comprensión integral de los conocimientos para su posterior enseñanza.

Al igual que lo indica Garay (2011) el proceso de enseñar y aprender desde un enfoque histórico posibilita la apropiación de conceptos, ya que hace posible identificar aspectos que llevaron a su formulación, transformación y entender la dinámica del saber científico como una construcción y reconstrucción de saberes, procedimientos y técnicas propias de la práctica científica.

Otro elemento considerado por parte de estudiantes y docentes es la utilización de instrumentos rudimentarios (E= 81,3% y D= 83,3%), los cuales están vinculados con el desarrollo de experimentos (E y D= 100%) porque estos son el medio para llevar a cabo la fase experimental de una investigación. Por ende, su integración desde una perspectiva histórica les propicia a los educadores en formación percibir las bases experimentales y cómo estas han evolucionado hasta transformarse en herramientas de mayor precisión que facilitan obtener mejores resultados.

Por ende, al haber aspectos que están relacionados entre sí, es vital abordarlos desde una perspectiva integradora con el fin de que los discentes logren una comprensión sólida y global de la ciencia. Como lo mencionan Koliopoulos *et al.* (2007) si los elementos de la HDC se introducen de una forma fragmentada se pierden las dimensiones conceptual y metodológica del conocimiento científico.

Adicionalmente, un aspecto considerado como parte de la HDC son las controversias detrás del conocimiento científico (E= 95,8% y D= 91,7%). Este elemento tiene un papel fundamental dentro de la ciencia porque han ocurrido y van a ocurrir polémicas al compartir nuevos saberes, y

al mismo tiempo está estrechamente relacionado con el contexto social y cultural en el que se originó dicho avance, ya que estos entornos en muchas ocasiones influyen el enfoque de las investigaciones en el ámbito científico. Los dos últimos aspectos al contar también con una apreciación inferior con respecto al desarrollo de experimentos confirman la fragmentación de lo que es un elemento de la HDC o no.

Entre los resultados obtenidos con relación a los elementos y aspectos de la HDC que son incluidos en la carrera de EC según educadores y estudiantes se pueden visualizar en la Figura 7.

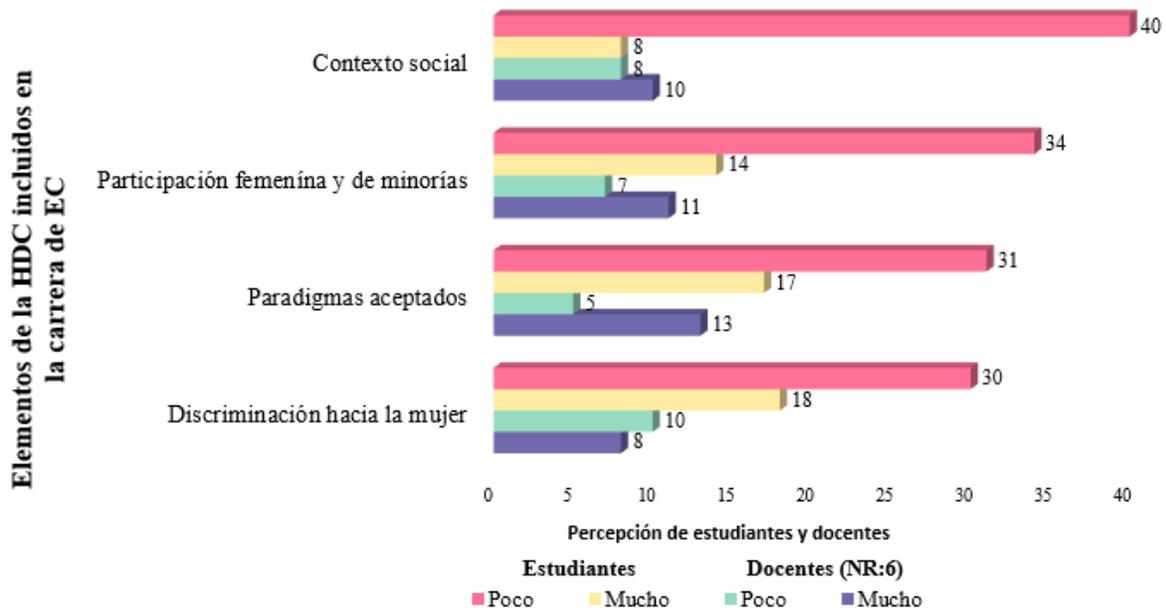


Figura 7. Elementos y aspectos de la HDC que son incluidos en la carrera de EC según estudiantes y docentes. Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario para docentes (n= 18/24 : NR= 6) y estudiantes (n= 48).

Se puede observar en la Figura 7 los resultados obtenidos con relación al contexto social, lo cuales indican que un 83,3% de las personas estudiantes consideran que es un tema poco abordado en las asignaturas, sin embargo, la opinión de docentes difiere de ello, al ser un 44,5% de la muestra la que considera como poca la integración del contexto social en sus lecciones. Con respecto a este elemento, según los datos recopilados por parte de los discentes, se evidencia que

no hay una inclusión activa en el desarrollo de las materias para educadores en formación, lo cual les priva de un conocimiento medular desde la perspectiva histórica de la ciencia.

Es vital considerar el contexto social en el que se han generado las negociaciones, ensayos e interacciones, previo, durante y después de un descubrimiento, porque la comprensión del desarrollo de estos en los procesos de enseñanza y aprendizaje le permite al colectivo estudiantil comprender las razones y circunstancias por las cuales se vio influenciada la comunidad científica para abordar cierto tópico y llegar a un hallazgo, tal como lo indica García (2018) la historia del desarrollo de la ciencia está estrechamente relacionada con la historia de la sociedad, sus necesidades sociales y producción de bienes, por lo que, ese surgimiento de esos requerimientos condicionan el progreso científico y técnico hasta la actualidad.

En esta misma línea, hay que resaltar que poco más del 50% de las personas docentes afirman incluir el contexto social del conocimiento científico, si bien es cierto es un número bajo, es favorable que algunos profesores de la carrera de EC desde su rol social generen espacios de reflexión, análisis y contextualización en el abordaje de la ciencia, y no se enfoquen solamente en el contenido, sino que resalten el papel que esta ha tenido y tiene en la sociedad, lo que puede ayudar a humanizarla e inspirar al estudiantado para involucrarse en temas científicos y generar nuevos entendimientos, tal como señala Beard (2015) el contexto social no solo influencia la teoría, las hipótesis o el estado del proceso al investigar, sino que genera una interacción crítica entre los supuestos teóricos y la comunidad científica.

Relacionado con los paradigmas aceptados en una determinada época, se vuelve a evidenciar que predomina una diferencia de opiniones referente a la inclusión de este dentro de las lecciones, ya que solo un 35,4% de los estudiantes mencionaron que se incluye, lo cual difiere con los resultados de los docentes (72,2%). Con estos datos, se evidencia que hay una pérdida del mensaje que se desea proyectar por parte de los educadores y que no está siendo percibido por los discentes, siendo desfavorable para su formación porque los paradigmas son fundamentales para comprender la visión de la sociedad de ese momento hacia la ciencia y cómo un cambio de estos puede revolucionar a la comunidad científica y descartar ciertas teorías que se concebían como

verdaderas, lo que le permite al futuro docente entender que la ciencia se encuentra en constante construcción.

La incorporación del modelo aceptado permite conocer las decisiones y cambios que se dieron en un determinado momento y las razones por las cuales ocurrieron. Como lo infiere Mora (2006) el paradigma sirve para definir qué es ciencia y qué no es, en un punto específico de la historia, por lo que un cambio en este constituye una revolución científica y técnica en su dimensión epistemológica y una transformación radical en los criterios que definen qué es ciencia y cuáles son sus aplicaciones concretas y consecuencias prácticas en la vida de los seres humanos.

Con respecto a la consideración de la participación femenina y de las minorías como elemento de la HDC y su planteamiento dentro de las asignaturas, el 29,2% de los estudiantes considera que se incluye, caso opuesto de los docentes con un 61,1%. Al tomar en cuenta la información obtenida se infiere que no se está haciendo un abordaje de la HDC con un enfoque inclusivo al valorarse ambas opiniones.

Por otra parte, referente a la discriminación hacia la mujer se obtuvo que tanto en docentes como estudiantes señalan que es un tópico poco integrado en las lecciones (E= 62,5% y D= 55,5%). Si se relaciona esto con la participación femenina se debe tomar en cuenta que, si no se incluyen las luchas que este grupo ha realizado por ser reconocido dentro de un mundo liderado por unos pocos y en su mayoría de representación masculina no se estaría propiciando la visibilización de su papel integral en la historia.

La discusión de estos temas durante las lecciones no ha tenido un impacto en la población estudiantil como para evidenciar esta inclusión en las respuestas de los universitarios, lo cual implica una desventaja en la formación docente ya que, si se tuviera una apreciación de dichos saberes, una vez en su práctica profesional, podría influenciar a las jóvenes a incorporarse al mundo científico al brindarle el lugar que les corresponde a las mujeres del pasado.

Varios estudios (Santesmases *et al.*, 2017 e Izquierdo *et al.*, 2016) confirman que la historia inclusiva, además de visibilizar a las científicas y sus contribuciones, permite profundizar el

feminismo académico en la HDC y que al incorporar a esta los aportes de las mujeres se promueve su visibilización y se logra comprender por qué no aparecen en la historia “oficial” a pesar de haber tenido un papel de vital relevancia. Igualmente, se rescatan las etapas de marginación y la pérdida de conocimientos procedentes de personas que no lograron dejar una huella por falta de un lugar en que fueran aceptadas.

Otros de los elementos que han considerado estudiantes y docentes que se abordan dentro de las asignaturas de la carrera corresponden a lo descrito en la Figura 8.

	 Estudiantes	 Docentes
Contraste entre teorías nuevas y antiguas	31	15
Aceptación o descarte de teorías	29	11
Disputas	23	11
Cuestionamientos iniciales	22	14
Instrumentos rudimentarios y accidentes experimentales	19	11
Prácticas poco éticas	11	8

Figura 8. Elementos y aspectos de la HDC incluidos en las asignaturas de la Enseñanza de la Ciencia según estudiantes y docentes. Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario para docentes (n= 18) y estudiantes (n= 48).

Se puede apreciar que el contraste entre teorías nuevas y antiguas (E= 64,6% y D= 62,5%), de igual forma la aceptación o descarte de teorías (E= 60% y D= 60,4%) reflejan que durante las lecciones se abordan temas que involucran la evolución del conocimiento científico y las hipótesis que lo fundamentan, lo cual es de utilidad para el estudiantado al permitirles saber acerca de la

construcción de la ciencia y entender el largo proceso que aceptar o descartar una teoría requiere, como la experimentación, indagación y determinación. Además, estudios de Bunge (2017) y Gil (2010) comentan que la investigación científica no termina en un final único o una verdad completa y su resultado es un conjunto de enunciados parcialmente interconectados, por ende, las teorías evolucionan siendo las mejor argumentadas las que prevalecen, esto depende de aspectos sociales, económicos e ideológicos.

Con respecto a la incorporación de las disputas científicas (E= 47,9% y D= 45,8%), los cuestionamientos iniciales (E= 45,8% y D= 58,3%) e instrumentos rudimentarios (E= 39,6% y D= 45,8%) docentes y estudiantes consideran que son contenidos poco implementados en las asignaturas. En este caso los datos arrojados no muestran una diferencia de opiniones por lo que se puede inferir que estos aspectos no son incluidos sustancialmente en las lecciones y esto trae consigo una serie de desventajas a la formación del profesorado.

En el caso, su incorporación en la formación docente permite conocer cómo evolucionó un conocimiento inicial, puesto que a lo largo de la historia se han debatido los avances científicos propuestos por las personas investigadoras para aceptar, rechazar o mejorar dicho descubrimiento. Tal como indica Acevedo-Díaz *et al.* (2017):

Quando los científicos discuten las ideas y teorías de otros, probablemente las revisarán o actualizarán y, a veces, surgirán nuevas teorías o se abrirá el camino a otros estudios que amplíen el campo de investigación sobre la cuestión analizada u otras relacionadas. (p. 64)

Un aspecto de la HDC es el cuestionamiento inicial a la hora de comenzar una investigación, el cual es vital para la comprensión de la ciencia y cómo esta se ha desarrollado hasta la actualidad, ya que estudiantes al igual que científicos presentan concepciones previas de un conocimiento que son parte de la construcción de la ciencia y a su vez de los errores y aciertos de esta. Esto está estrechamente relacionado con lo que son los instrumentos rudimentarios utilizados por las personas científicas y las modificaciones que estos debieron tener para alcanzar sus objetivos investigativos. Izquierdo *et al.* (2016) mencionan que, el acceso que el estudiantado tenga sobre la perspectiva auténtica de aquello que se preguntaron y que desencadenó el concepto

actual propicia reconocer el motivo que lo originó, también el papel de las herramientas con las cuales se desarrolló la adquisición del nuevo entendimiento otorga apreciar cuándo y por qué se inventaron, cómo se perfeccionaron y qué conceptos abstractos surgieron a partir de ellos y los datos que proporcionaron.

El punto que ocupa la menor posición en la Figura 8 es la de prácticas poco éticas alrededor de la ciencia, el cual solo el 22,9% de los estudiantes y 44,4% de docentes consideran se incluye en el desarrollo de las lecciones, esto evidencia que no se está dando un abordaje correcto sobre los requerimientos éticos que un profesional en ciencias debe seguir durante su quehacer laboral. Este asunto es sustancial en la formación docente ya que es una cualidad indispensable porque el oficio de la docencia se basa en el trato con otras personas y no generar espacios que le permitan a los discentes reflexionar acerca de las acciones que los antecesores de la profesión han realizado podría ser perjudicial en su futuro.

Como lo mencionan varios estudios, UNESCO-ICSU (1999) y Del Castillo y Rodríguez (2018) los debates acerca de la función social y la dimensión ética de la ciencia y la responsabilidad moral de los científicos van más allá de las ciencias particulares, sino que también tienen aspectos filosóficos y epistemológicos, por lo que los programas de EC deberían incluir la ética de la ciencia, al igual que una formación sobre la historia y el impacto cultural de la ciencia.

La incorporación de todos los aspectos mencionados tiene grandes beneficios para la comunidad estudiantil, a razón de que se complementan entre sí, porque al abrir espacios para la discusión, reflexión e historiografía sobre la verdad de las afirmaciones científicas, se logra evidenciar cómo las ideas del intelecto científico se han modificado gradualmente. Asimismo, debido al entrelazamiento y la superposición del ámbito social y el científico se adquiere el carácter de credibilidad e incluso legitimidad y no solo los atributos verdaderos y dogmáticos. Además, al sumarle a esto las disputas y controversias se entiende que el conocimiento científico es producto de un proceso investigativo en el cual las personas confían (Marko y Moutinho, 2019).

En cuanto a la inclusión de los elementos de la HDC en los programas de estudio de la carrera de EC (Física, Química, Biología y Pedagogía) se sintetizan los resultados en la Figura 9.

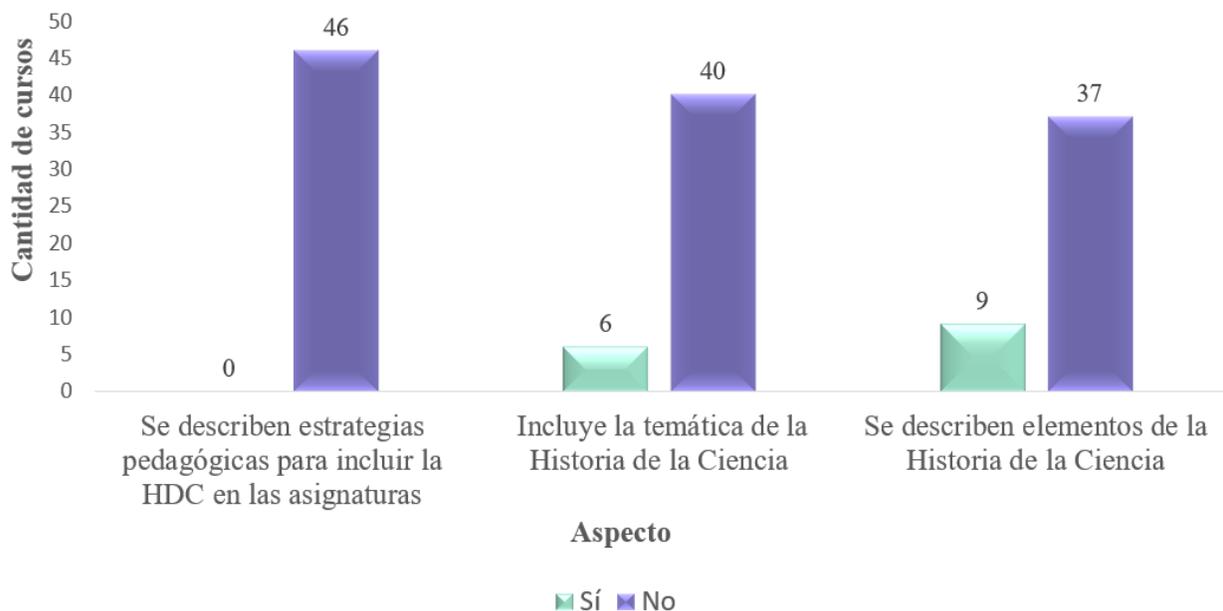


Figura 9. Análisis de contenido de los programas de la Carrera de Enseñanza de las Ciencias pertenecientes a la Escuela de Ciencias Biológicas, Escuela de Química, el Departamento de Física y el CIDE.
Fuente: Análisis de contenido de 46 programas de la carrera de EC.

Según lo anterior, se pudo visualizar que de los 46 programas de estudio analizados solo un 13% señala la integración de algunos elementos de la HDC, sin embargo, no se detalla la metodología a seguir para incluirla. En cambio, al realizar todo el análisis de los datos obtenidos en la Figura 8, queda en evidencia que es el profesorado quien por determinación propia decide incorporar distintos aspectos de la HDC en sus lecciones.

Dentro de los programas que sí integran ciertas temáticas de la HDC se hallaron tres pertenecientes a la Escuela de Ciencias Biológicas, dos de la Escuela de Química y uno del Departamento de Física, a los cuales se les extrajo los tópicos históricos que toman en cuenta, dicha información se visualiza en la Figura 10.

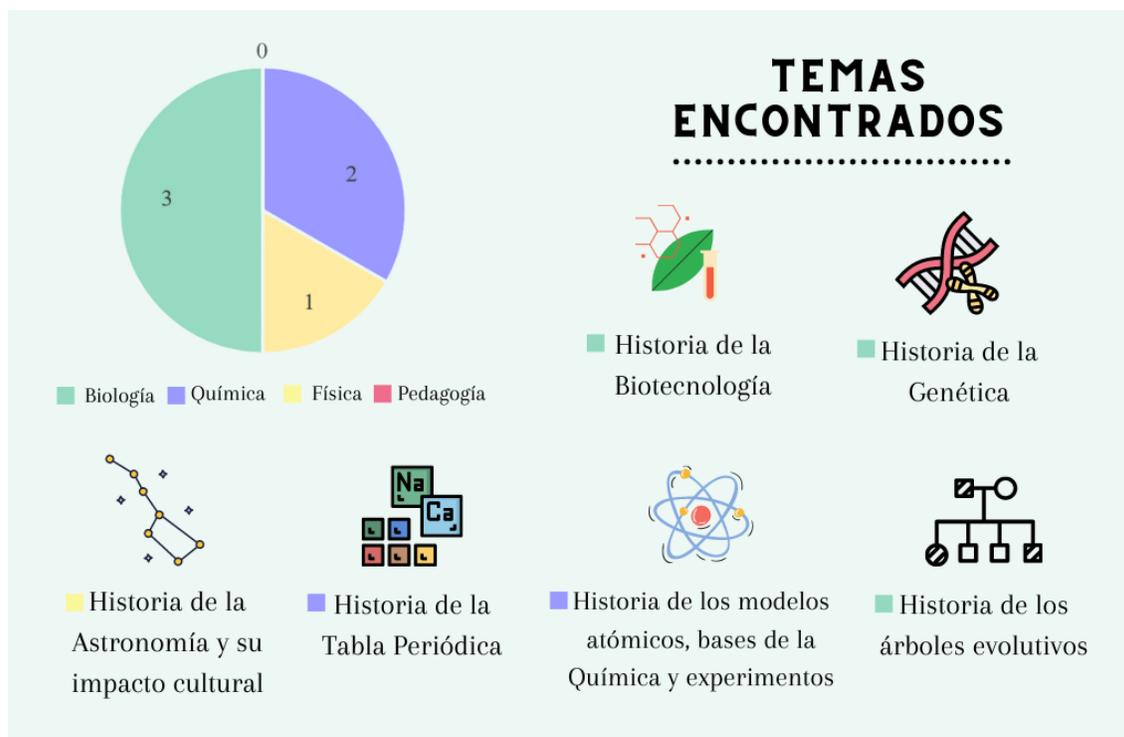


Figura 10. Temas de la HDC abordados en algunos programas de la carrera de EC.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados del análisis de contenido de 46 programas.

Con respecto a los temas encontrados en los programas que sí incluyen la HDC se identificó que siguen una línea introductoria a la rama de la ciencia a la que pertenece la asignatura y queda bajo el criterio del docente la profundidad con la cual se desarrolle dicho tema. Esto se deduce ya que no se especifica en los planes de estudio cómo ni cuánto deben ser abordados los tópicos que componen las materias. En el caso del CIDE no se encontraron abordajes de la HDC, pese a que tienen algunas asignaturas que podrían incluirla, como los cursos de Currículum y Planeamiento Didáctico para el Aprendizaje de las Ciencias Naturales o el de Didáctica y Recursos Tecnológicos para el Aprendizaje de las Ciencias Naturales, por tanto podría ser una oportunidad desde lo didáctico y pedagógico que se reflexione en torno a los grandes aportes que se han generado a partir de lo científico en la formulación de alternativas de enseñanza y aprendizaje alrededor de lo disciplinar.

Es preciso hacer hincapié en que la cantidad de temas totales referentes a la HDC que se incorporan a los cursos y que están establecidos en sus respectivos programas son pocos en

comparación con la totalidad de contenidos que se abordan durante toda la formación docente. Por lo cual, queda en evidencia el vacío que existe sobre la inclusión de la HDC en la carrera de EC, por tanto, es oportuno tomar acciones para incluir dicho enfoque en esta. Hidalgo y Lorencini (2016) mencionan que la ciencia es un proceso constructivo histórico por lo que no tiene que verse como acontecimientos puntuales, por esta razón la enseñanza de las ciencias debería poseer características que eviten los reduccionismos históricos y conceptuales. Por ello, la historia de la ciencia se convierte en una alternativa para la Alfabetización Científica al contribuir con el desarrollo de individuos críticos, reflexivos y participativos en las acciones que tienen que ver con la ciencia.

Se rescata que integrar la HDC a las asignaturas confiere una concepción humanizada de la Ciencia, que al igual que la sociedad está en constante cambio y construcción. Además, acorde a los datos recolectados se determinó cuáles elementos y aspectos de la HDC son considerados dentro de la carrera de EC, donde a pesar de no estar activamente presentes en los programas de estudio sí son tomados en cuenta por docentes según la respuesta de los participantes.

4.2 Percepción de docentes y estudiantes

En esta sección se presentan los resultados obtenidos provenientes de la percepción docente y estudiantil acerca de la importancia y el papel que juega la HDC en la educación dentro de la carrera de Enseñanza de las Ciencias. Dichos datos se organizaron según sus subcategorías de análisis que se muestran a continuación.

4.2.1 Definición e importancia de la Historia de la Ciencia

En la Figura 11 se presentan los resultados obtenidos en relación con la importancia que posee la HDC como agente de ayuda para mejorar la comprensión desde los orígenes de la ciencia en la formación docente.

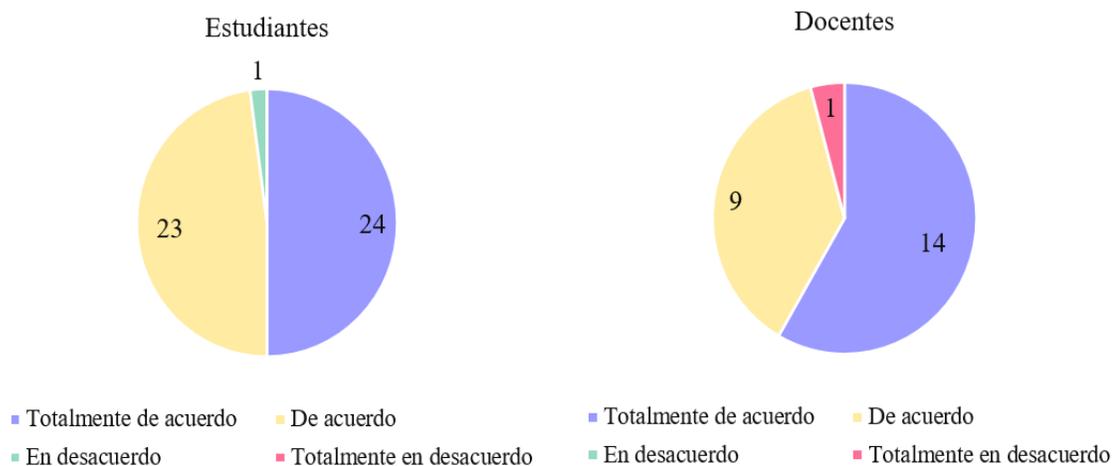


Figura 11. Opinión de docentes y estudiantes acerca de la relación entre la HDC y la comprensión en la formación docente desde sus orígenes. Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario para estudiantes (n= 48) y docentes (n= 24).

Los resultados de la Figura 11 evidencian que los docentes y estudiantes que están totalmente de acuerdo representan el 58,33% y el 50%, respectivamente, al considerar la HDC como un agente que ayude a comprender los orígenes de la ciencia para la formación del profesorado. Estos datos demuestran que la mayoría de las personas encuestadas reconocen la importancia de la HDC para la instrucción de los futuros educadores de ciencias, al enseñarles el inicio y trasfondo de la asignatura que van a impartir. Al igual que lo menciona Uribe (2017):

La historia de la ciencia es, en suma, la ciencia misma y la construcción de su campo como disciplina y profesión. En ella se explica cómo es que ésta llegó a ser lo que es, qué papel juega el científico en la sociedad, cómo es que la ciencia y los científicos han cambiado al mundo y cuáles han sido los factores por los que la ciencia se volvió un instrumento válido para comprenderlo y medirlo. (p. 79)

Por ende, apreciar la HDC como una fuente de conocimiento medular para los futuros profesores, por parte de docentes y estudiantes, es el primer paso para considerar su incorporación dentro de las lecciones de las asignaturas que conforman la carrera de EC.

En otro orden de ideas, con base en las definiciones brindadas por los participantes sobre la Historia de la Ciencia, se obtuvieron una serie de aproximaciones, cabe aclarar que, del total de los docentes y estudiantes, cuatro de cada muestra brindaron más de una definición, las mismas son señaladas en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Definición de la Historia de la Ciencia según la percepción de docentes y estudiantes.

Cantidad de docentes	Definición de la HDC	Cantidad de estudiantes
11	Acontecimientos sociales, políticos, culturales, entre otros, que han ayudado a construir la ciencia.	16
5	Es la base para el futuro, toma en cuenta el impacto que cierto conocimiento tuvo para el desarrollo del mundo moderno.	8
2	Es el estudio de los acontecimientos del pasado que involucra revisiones sistemáticas de investigaciones científicas en las cuales la unidad de análisis son los estudios originales, no es el acontecimiento en sí, sino el estudio de ese acontecimiento.	NA
5	Involucra ver la ciencia con un carácter humano, tomando en cuenta los sueños, contextos, creencias, errores y objetivos de las personas detrás de todo el conocimiento que se tiene actualmente.	4
4	Relacionada con los eventos importantes que marcaron puntos de inflexión en la comprensión de la naturaleza y que marcó la diferencia o evolución en el conocimiento científico de la humanidad.	3
NA	Historia de los orígenes de la ciencia con sus experimentos, instrumentos, teorías, fallos y los creadores del conocimiento científico que se tiene actualmente.	11
NA	Es la historia de los fenómenos y hechos que acompañan a la Física, Química y Biología.	3

Fuente: Elaboración propia a partir de las respuestas de docentes (n=24 : NR= 1) y estudiantes (n=48 : NR=8).

Al analizar las respuestas individualmente y a nivel categorizado (Cuadro 1) se encontró una variedad de ideas relacionadas con las posibles definiciones las cuales abarcan aspectos de la HDC. No obstante, las personas expertas en esta temática no han llegado a un consenso definitivo acerca de una definición concreta para la HDC, como lo dice Pereira (2005) “muchos académicos han estado tratando de definir qué es la Historia de la Ciencia o discutiendo si sería preferible el nombre Historia de la ciencia o Historias de la ciencia. Se trata de debates complejos sobre los que no hay consenso” (p.305).

Cabe destacar que, por parte de ambos grupos encuestados hubo respuestas que no evidenciaban conocimientos o influencia de la HDC en su desarrollo profesional y académico (E= 8 y D= 1). Sin embargo, un aspecto rescatable es que la mayoría de las contestaciones brindadas tanto por docentes como estudiantes no distaban de la posible definición real de la HDC. Dichos resultados se reflejan en las siguientes expresiones:

“Comprende el reconocimiento y la oficialización de experimentos, descubrimientos, pruebas, ensayos y teorías relacionadas con la humanidad, los demás seres vivos, y el entorno y contexto desde el interior y el gran ámbito externo de La Tierras y demás cuerpos del espacio. En fin, considero que todo se enmarca en procurar el beneficio del ser humano y su contexto social.” (D4)

“Considero que comprende la descripción y el análisis de los procesos por los cuales se ha ido desarrollando la ciencia y el pensamiento científico, esto de forma contextualizada a la época en que cada nuevo descubrimiento o enunciado científico fue establecido, de forma tal que permite comprender el paradigma y la epistemología desde las que se ha ido construyendo el conocimiento científico.” (D10)

“Está relacionada con el relato de los eventos importantes que han marcado puntos de inflexión en la comprensión de la naturaleza, ello visto desde la perspectiva de las personas que le dieron origen a los descubrimientos.” (D15)

“Considero que es la base humana de la Ciencia. Es ese registro que nos permite comprender cómo se fue formando la investigación y los descubrimientos científicos. Es ponerle rostro humano a los hechos científicos trascendentales, así como contextualizar la realidad de las eras de la ciencia y cómo eso ha mejorado la calidad de vida actual.” (D17)

“En lo personal, la historia de la ciencia corresponde a todos los factores sociales, políticos, económicos, culturales e ideológicos que se hallan detrás de un modelo, teoría o ley científica o incluso de las mismas personas que hacen Ciencia, esto en un espacio y tiempo determinados.” (E8)

“Es saber la evolución que ha tenido el campo de la ciencia a lo largo de la historia, descubrimientos importantes que han cambiado la perspectiva de cómo vemos el mundo.” (E14)

“Considero que se refiere al abordaje que permite apreciar percepciones, ideas, conocimientos, avances que han sentado las bases más que todo teóricas, sociales y culturales de lo que conocemos en la actualidad por ciencia.” (E19)

“Consiste en el estudio de tiempos antiguos de la Ciencia y todos los procesos que han influido en ella para mejorarla y conocer sus aportes. Ya que la ciencia implica una gran cantidad de temáticas, por ejemplo: naturales, sociales, políticas, entre otras.” (E26)

Si se estiman las aportaciones obtenidas, se concretó una definición para HDC que engloba los diversos componentes que se han mencionado en esta investigación. Por tanto, la HDC: comprende todos los acontecimientos que se encuentran alrededor y han influenciado en el desarrollo científico, donde se consideran aspectos de carácter metódico, experimental y teórico, así como elementos externos a la ciencia, pero que han sido vitales para su progreso, es decir, considera la influencia cultural, política, ideológica, social, económica y sobre todo a los personajes que han construido a la ciencia. Por lo que, toma en cuenta la vida profesional y personal de las personas científicas que junto con los demás aspectos han tomado un espacio y tiempo a lo largo de la historia.

La anterior definición puede ser contrastada con lo establecido por Pereira (2005), quien dice que la HDC se define como varias subáreas y diferentes tipos de enfoques en la Historia de la Ciencia, uno de ellos comprende lo conceptual (interno) que discute los factores científicos (evidencia) relacionados con un tema o problema en particular. La HDC busca responder preguntas relacionadas a si una teoría en específico se encontraba bien fundada, al considerar el contexto científico de su tiempo. Por ejemplo: ¿La teoría de la evolución de Lamarck fue bien formulada y fundada para su época? También se ve involucrado un enfoque no conceptual (externo) que se ocupa de factores extracientíficos (influencias sociales, políticas, económicas, lucha por el poder, propaganda y factores psicológicos). Es decir, si una hipótesis estuvo fundamentada correctamente para su momento y fue rechazada, la razón para rechazarla está relacionada con causas no conceptuales. Se puede cuestionar: ¿Por qué se rechazó la teoría de la evolución de Lamarck, si era correcta?

Al conocer la definición y perspectiva de la HDC se puede utilizar para abordar este tipo de cuestionamientos con los estudiantes, los cuales puedan descubrir por medio de la guía del docente la importancia de dicho tópico para su formación profesional y cómo a partir de los conocimientos que la historia ofrece pueden lograr comprender las visiones y aspectos que acompañan a los saberes científicos. Asimismo, los educadores de ciencias al poseer influencia de las tres áreas científicas (física, química y biología) serían capaces mediante la HDC de unificar los acontecimientos ocurridos a lo largo de la historia en las ramas de la ciencia, al obtener una visión más amplia de lo ocurrido en un momento dado del mundo científico.

4.2.2 Aportes de la Historia de la Ciencia a la educación

Con respecto a los aportes que brinda la HDC a la formación docente, los educadores universitarios y estudiantes proporcionaron los resultados reflejados en la Figura 12.



Figura 12. Aportes de la HDC a la formación docentes en el área de las ciencias según estudiantes y docentes. Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario para docentes (n= 24) y estudiantes (n=48).

Al analizar la Figura 12, se infiere que tanto docentes como estudiantes coinciden que el mayor aporte que brinda la HDC es que ayuda a la comprensión teórica de la ciencia (E y D= 100%), lo cual indica que las personas participantes tienen claridad en el potencial que la HDC posee para la formación docente, ya que comprender la teoría de la ciencia es parte fundamental

porque le permite al futuro educador tener el dominio requerido para ejercer sus funciones de forma eficiente. Esto, a su vez, está relacionado con el conocimiento práctico y experimental (E y D= 87,5%) dado que su abordaje dentro de la HDC propicia que los discentes interpreten los resultados de un experimento al conocer el trasfondo teórico de los ensayos realizados en el pasado que eventualmente cambiarían la orientación del conocimiento científico.

Por lo que, considerar los aportes de la HDC a la instrucción docente permite una mejor preparación académica al tomar en cuenta otros aspectos poco convencionales del conocimiento científico. Marko y Pataca (2019) infieren que las discusiones historiográficas favorecen, entonces, la superación de un enfoque puramente de contenido en la Enseñanza de las Ciencias, para la formación de educadores que problematizan tanto la construcción teórica como el desarrollo práctico, a través de la historicidad en la comprensión de la ciencia en su contexto.

Otro aporte considerado por la muestra fue la formación de buenos ciudadanos (E= 95,8% y D= 87,5%), lo cual, al mismo tiempo, está relacionado con visualizar el carácter humano de la ciencia (E= 93,7% y D= 91,7%). Los datos anteriores reflejan que existe una elevada aceptación, lo que distingue el potencial que estos aspectos de la HDC fomentan en su desarrollo docente, como lo es el papel social que acompaña la profesión, al tener la posibilidad de generar un impacto positivo en los discentes. Además, al reflexionar sobre el carácter humano de la ciencia, permite comprender los aciertos y fallos que ha tenido en la comunidad científica y cómo han afectado al resto de la sociedad. Al igual que lo recalca Izquierdo *et al.* (2016) proporcionar una visión humanista de las ciencias, que la propia actividad científica desdibuja, posibilita descubrir los valores sociales subyacentes y epistémicos, que acompañan siempre a una ciencia construida por personas en distintas épocas y condiciones.

Adicionalmente, referente a la mejora de la imagen de la Ciencia, el 93,7% de los estudiantes y el 87,5% de los docentes afirman que es un aporte que brinda la HDC a la formación docente, esto reitera lo mencionado anteriormente. Este aspecto es provechoso para los futuros educadores debido a que, estos al tratar con discentes que poseen diferentes pensamientos e influencias, puede prepararlos para tener los conocimientos necesarios para informar y combatir la desinformación que puedan presentar. Como lo infiere Garay (2011):

La reconstrucción de hechos históricos en ciencias, deben de una forma explícita contemplar los aspectos socioculturales, que podrán ser extrapolados a los contextos culturales de formación en ciencias, es decir, identificar dimensiones, valores, características generales y particulares de los contexto socio históricos relacionados con la formulación de saberes y prácticas científicas, que puedan ser extrapoladas a las aulas de formación y así, hacer de los procesos de humanización y transformación de la imagen de ciencia un verdadero proceso y no solo una intención. (p. 61)

La Historia de la Ciencia es vista como un potencializador de la práctica docente por el 93,7% de discentes y 83,3% de educadores. Este aporte también se relaciona con la construcción de habilidades (E= 93,7% y D= 79,2%) y la innovación de estrategias didácticas (E= 85,4% y D= 58,3%). Al analizar estos resultados, se infiere que las personas encuestadas tienen una noción de lo que un profesional en educación requiere y que la HDC es un medio por el cual pueden obtener dichas demandas.

La HDC se convierte en impulsora de la práctica docente al incluir un enfoque histórico integrador a lo largo de la formación lo que les permite una construcción completa de la ciencia y todo lo que involucra su desarrollo. De igual forma, implementar espacios de diálogo y reflexión referente a la HDC y sus elementos concede a los estudiantes potencializar habilidades como el pensamiento crítico y científico, los cuales son vitales para los docentes. Al igual que lo infieren Hidalgo y Lorencini (2016) un momento idóneo para introducir la HDC es durante la formación inicial del profesorado, debido a que son personas en un momento de transición entre ser estudiantes y docentes. Por lo que, se encuentran en una etapa en la que como individuos están abiertos a nuevas propuestas.

Para la apropiación de las diversas habilidades es necesario la creación de estrategias didácticas que se acoplen a las necesidades y a la población con la que se está trabajando. Esto es algo que según los resultados es evidente para los estudiantes (85,4%), sin embargo, el hecho de que solo el 58,3% de docentes considere que la HDC ayuda a la construcción de estrategias evidencia que algunas de las personas encargadas de formar profesores no tienen el conocimiento

requerido sobre cómo se construyen la variedad de estrategias pedagógicas existentes con elementos de la HDC.

La diferencia de opiniones encontradas son un punto de enfoque para analizar la manera y la orientación con la que se debe formar a los futuros docentes, tal como lo indica Mora (2006) se deben exigir enfoques novedosos y procedimientos distintos en los sistemas educativos que emplea una determinada sociedad. Que junto con el pensamiento crítico se enseñe a cuestionarse sobre las prácticas educativas y métodos que se siguen para educar en especial a las nuevas generaciones en un determinado momento histórico de una determinada sociedad.

Retomando la importancia que posee la HDC en la formación de buenos ciudadanos, se obtuvieron los resultados que se presentan en las figuras 13 y 14.

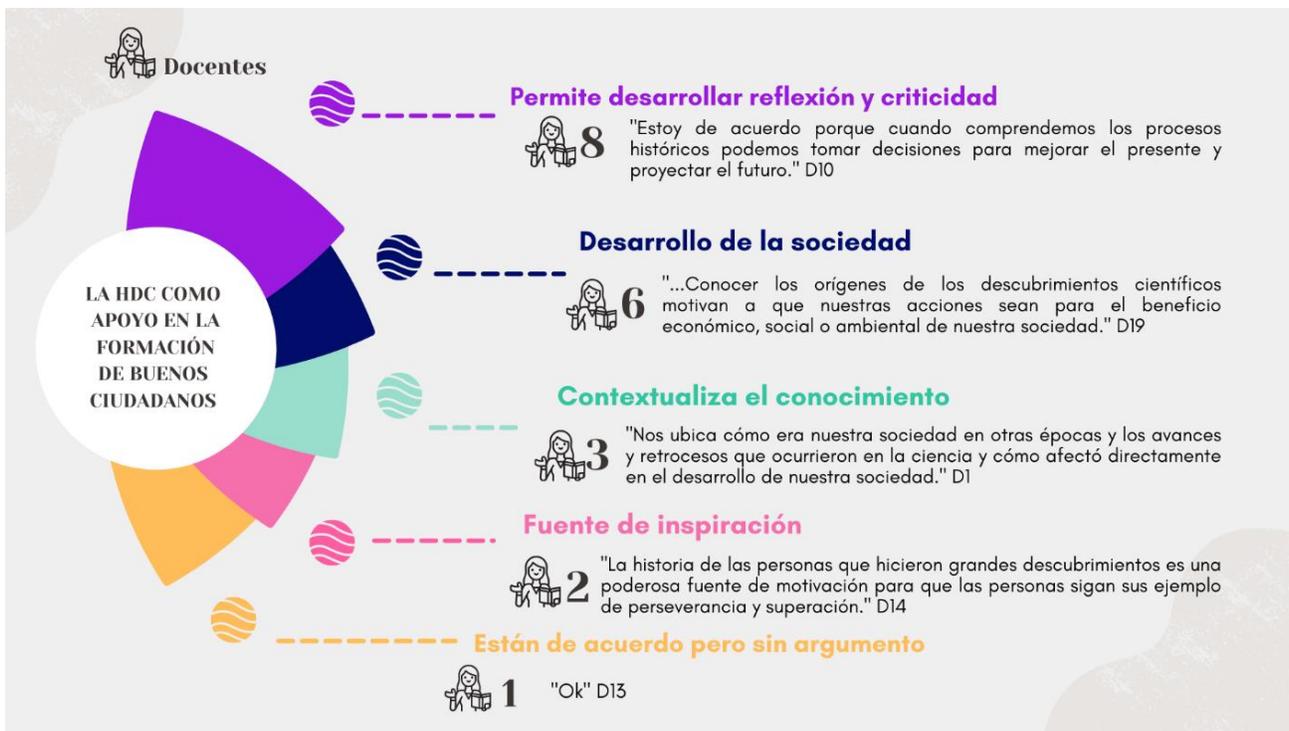


Figura 13. Opiniones de docentes con respecto a la formación de buenos ciudadanos con la incorporación de la HDC. Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario aplicado a docentes (n= 24 : NA=4).

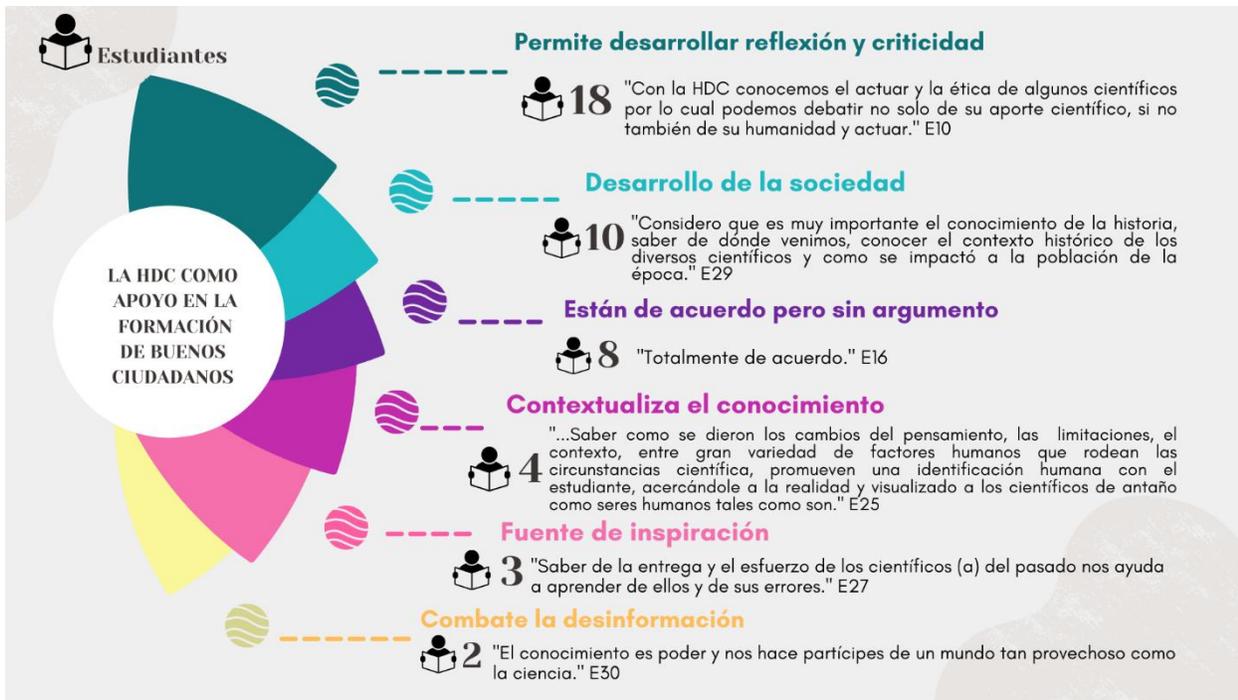


Figura 14. Opiniones de estudiantes con respecto a la formación de buenos ciudadanos con la incorporación de la HDC. Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario aplicado a estudiantes (n= 48 : NA=3).

Con respecto a la posibilidad de influenciar la formación de buenos ciudadanos a partir de la utilización de los elementos socioculturales de las HDC destaca la opinión de que esta permite la reflexión y criticidad (D= 8 y E= 18). El juicio compartido por los participantes resalta cómo estos aspectos de la historia permitirían incentivar la conciencia en las personas, al pensar en la toma de decisiones desde los aprendizajes del pasado considerando actuar para el bien de la sociedad.

Si bien es cierto, ser un buen ciudadano depende de muchos aspectos además de la educación formal, abrir espacios que permitan la reflexión y la criticidad en las aulas sobre lo que ocurrió y ocurre en la sociedad científica propicia la toma de decisiones responsables. Tal como lo indica Ortiz (2018):

En necesario en el aula crear espacios abiertos para que el estudiantado manifieste sus puntos de vista, argumente, reflexione sobre los temas expuestos a través de una participación democrática e interactuando con los compañeros y compañeras, para

construir el conocimiento aprendido mediante el razonamiento, la cognición y el aprendizaje significativo. (p. 9)

Otra categoría en la que pudo ser agrupado el criterio de las personas participantes es el cómo los elementos socioculturales de la HDC facilitan explicar el desarrollo de la sociedad (D= 6 y E= 10). Referente a esto, se extrajo que conocer este elemento con respecto a la evolución del conocimiento científico permite generar experiencias que tengan un impacto en la vida personal de los estudiantes, en adición conociendo los pasos y tropiezos en la historia se propicia pensar más conscientemente hacia dónde queremos dirigirnos como sociedad.

Así como se evidencia en las siguientes opiniones:

“Bueno no me gusta hablar de lo bueno y malo... Creo que todo se relativiza y parcializa cuando se hace. considero que definitivamente los aportes o elementos socioculturales de la historia de la Ciencia pueden generar experiencias de vida aprovechables para mejorar el bienestar social y personal. Creo que eso debe estar bien registrado en la literatura como lo indica el enunciado, pero ante todo creo que reconocer la ciencia históricamente ha tenido relevancia en la humanidad y que si se profundiza desde los elementos socioculturales de la misma... pues con más razón.” D8

“Esto es correcto ya que nos ubica como era nuestra sociedad en otras épocas y los avances y retrocesos que ocurrieron en la ciencia y cómo afectó directamente en el desarrollo de nuestra sociedad. Las justicias o injusticias que existieron y como analizando el pasado podemos planificar mejor nuestro futuro.” D19

“Concuero, es importante conocer de dónde y cómo surgió cierto descubrimiento y fenómeno. Lo anterior, para contrastar con los desarrollos que hay hoy en día y qué progreso se tuvo que dar para llegar a este punto.” E1

“Considero que es muy importante el conocimiento de la historia, saber de dónde venimos, conocer el contexto histórico de los diversos científicos y cómo se impactó a la población de la época.” E29

Referente a los datos obtenidos de las personas docentes se evidenció el potencial de la HDC como apoyo en el aula para formar ciudadanos responsables en la formación universitaria, lo cual coincide con los datos conseguidos por los estudiantes, quienes aprecian y reconocen a la HDC como un recurso que concientiza valores y un accionar ético en la profesión científica y docente en la que están siendo formados.

Es de suma relevancia que tanto docentes como estudiantes conozcan sobre la influencia que puede adquirir la HDC en el desarrollo integral de las personas en los salones de clases y como estos tienen la necesidad de apropiarse de valores éticos y morales que busquen el bienestar de la sociedad en conjunto con el planeta. González (2018) indica que dentro de la sociedad se requieren profesionales comprometidos con ella, de manera que posean una ética imprescindible que evite que los descubrimientos y accionar científico sea una fuente de destrucción para la vida humana y su hábitat.

Opuesto a lo anterior, existen personas encuestadas que no están de acuerdo con el hecho de que la HDC promueva la formación de buenos ciudadanos, por lo que plantean sus respectivos argumentos de la siguiente manera:

“Algo rebuscado ya que cada contexto sociocultural es complicado por sí mismo, pero ha ido disminuyendo.” E32

“No tiene un vínculo real con un concepto subjetivo como lo es "buenos ciudadanos".” E36

“La información por sí misma no forma buenos ciudadanos o buenas personas sino un proceso progresivo de formación desde los hogares en etapas tempranas, la educación formal aporta, pero en mucho menor medida que la familia y el entorno inmediato del niño.” D15

“...En general, un mejor ciudadano es comprendido como aquella persona que vive y se relaciona con otras personas en armonía con su medio ambiente. Sin embargo, esta definición no se cumple para la mayoría de la población humana, y más bien afecta

negativamente a los demás organismos con los que el ser humano convive. Por lo tanto, no necesariamente los elementos socioculturales de la historia de la Ciencia han contribuido a la formación de ciudadanos buenos en general, solamente aquellos individuos que poseen la solvencia para aplicar los elementos socioculturales para ser mejores ciudadanos (habría que revisar el concepto que se tiene de "mejor ciudadano")." D20

Si bien es cierto, las respuestas que no encuentran relación entre la HDC y la formación de buenos ciudadanos representan un menor porcentaje en comparación con las que sí hallan el potencial, esto podría deberse a que el concepto del "buen ciudadano" es subjetivo y depende de las concepciones de cada individuo. Además, conocer sobre aportes y acontecimientos históricos junto con sus efectos puede ofrecer un panorama más amplio de juicios a una persona, sin embargo esto no afirma que vaya a tomar mejores elecciones, lo cual coincide con lo señalado por Gil y Vilches (2006) al decir que la posesión de profundos conocimientos científicos no garantiza la adopción de decisiones adecuadas sino que se requieren de otras perspectivas que analicen repercusiones a mediano y largo plazo, que posibiliten comprender las opciones en juego y participar en la adquisición de decisiones fundamentadas.

En síntesis, sobre los aportes que la HDC posee en la educación, se logró abordar el punto de vista de profesores y estudiantes sobre el potencial que los diversos elementos de la historia científica poseen en el desarrollo académico. Comprender estos beneficios se convierte en parte fundamental para que las personas profesionales en educación universitaria se apropien de la HDC dentro de los salones de clase y así utilicen dicha herramienta para guiar a los educadores en formación en su crecimiento integral entre los diversos factores sociales y científicos.

4.2.3 Obstáculos para la incorporación de la HDC

Con respecto a los obstáculos que son percibidos por docentes y estudiantes para la implementación de la HDC en las lecciones de la carrera de EC se recolectaron respuestas que se visualizan en la Figura 15.

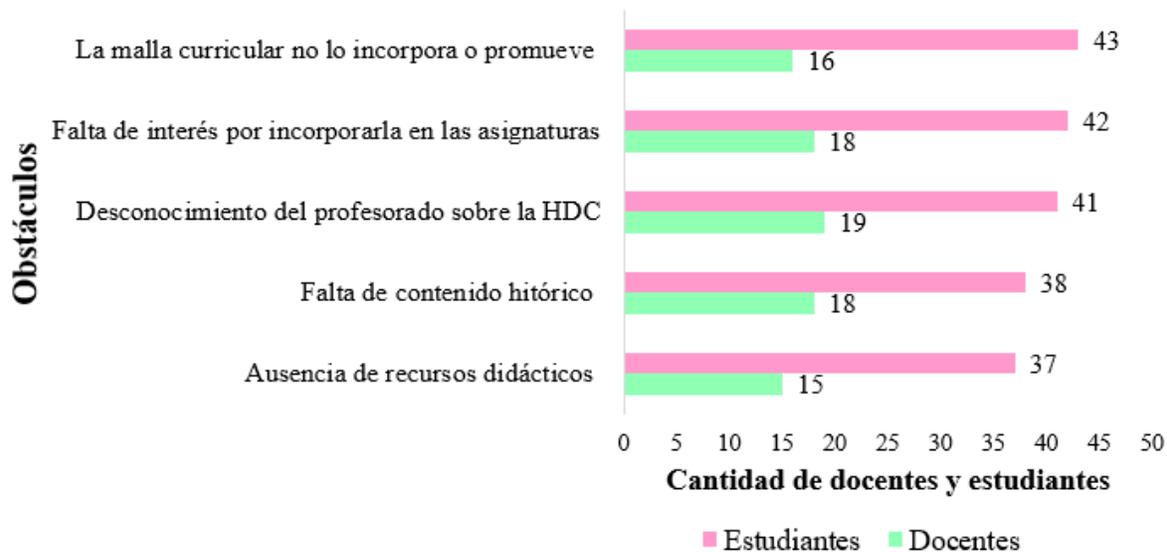


Figura 15. Obstáculos percibidos por docentes y estudiantes para la implementación de la HDC en la formación docente. Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario para estudiantes (n= 48) y docentes (n=24).

Con relación a la información de la Figura 15, se observa que la ausencia de los tópicos relacionados con la HDC en la malla curricular es el principal obstáculo percibido por la muestra de estudiantes y docentes (E= 89,6% y D= 66,7%). Esto reitera lo mencionado anteriormente (fig. 9), en donde se evidenció al analizar los programas de los cursos de la carrera que la mayoría no promueven el uso de la HDC. El anterior dato está estrechamente relacionado con la falta de interés por parte del mismo cuerpo de profesores por incorporar la HDC en sus asignaturas (E= 87,5% y D= 75%).

Al considerar que estos dos aspectos son los principales obstáculos para integrar la HDC en la carrera de EC, según las personas encuestadas, resulta difícil imaginar que todos los docentes se vean anuentes a realizar una búsqueda de material referente al tópico o bien procuren construir lecciones orientadas en la HDC al no estar exigido dentro del programa del curso, ya que dichos tópicos son necesarios para complementar y englobar los conocimientos aprendidos en las diferentes ramas de la ciencia que son implementadas durante la formación del profesorado.

Al igual que se menciona en varios estudios (Castro, 2017; Lozano y Villanueva, 2016; Programa Estado de la Nación, 2015) debido a la exigencia de una mejor formación de profesionales surge la necesidad de conocer si esta es pertinente y relevante para cumplir con el mercado laboral, por ende, se requiere de un currículum que esté actualizado, sea flexible y cumpla con las expectativas de los discentes. Por consiguiente, tanto el currículum como profesores deben trabajar en conjunto durante el desarrollo profesional de los estudiantes, ya que este tiene un papel notable por sus características de interdisciplinariedad, multidisciplinariedad y transversalidad, las cuales el docente debe plantearse para lograr la construcción del conocimiento científico en la institución.

El desconocimiento por parte del profesorado acerca de la HDC es un obstáculo que posee una consideración del 85,4% de los estudiantes y el 79,2% de los docentes. La manifestación de los resultados anteriores son un foco de atención, debido a que los mismos participantes afirman que los y las educadoras encargadas de impartir clases de la carrera de EC no poseen el conocimiento sobre el trasfondo de la misma ciencia que enseñan. Esto es preocupante por el hecho de que si se asumen estos datos se estaría reflejando una enseñanza científica sin su historia, lo cual privaría de un saber valioso a las y los futuros educadores que es clave para su desempeño como docentes de ciencias.

Por ello, es indispensable que exista un equilibrio y una integralidad de los saberes de los docentes, al igual que lo afirma Fernández *et al.* (2010) el profesor tiene un papel mediador entre la evolución histórica del conocimiento científico y el conocimiento científico escolar, por lo cual se reconoce que la enseñanza de las ciencias y la formación de sus profesionales deben tratar de formular propuestas en donde se considere la historia de la ciencia en la instrucción de docentes con el fin de permitir que el mismo profesorado participe en la construcción de su intelecto profesional y científico.

Otro de los obstáculos que está presente durante la formación docente es la falta de contenido referente a la HDC (E= 79,2% y D= 75%), lo cual se relaciona con la ausencia de recursos didácticos enfocados en la temática (E= 77,1% y D= 62,5%). Estos datos tienen concordancia entre sí, a razón de que, si es escasa la existencia de contenido histórico sobre los

avances científicos, la creación de material didáctico alusivo a ello es limitada. Además, reflejan que es un campo poco explorado a nivel educativo y es un área que tiene gran potencial para inspirar la construcción de contenidos y materiales didácticos que puedan ser implementados en el salón de clases.

Osorio (2018) menciona que uno de los desafíos existentes dentro de la educación en ciencias es la falta de materiales que incorporen diversos aspectos sociales y epistemológicos, propios de la creación de teorías y otros temas de índole científico. Ya que, la mayoría de los libros se enfatizan en evidenciar los contenidos, entrando y saliendo de las teorías como productos ya aceptados en la comunidad científica dejando a los docentes aceptando estos escritos sin más.

En la Figura 16 se evidencian los criterios de los docentes y estudiantes sobre el nivel de conocimientos que los docentes y estudiantes consideran poseer sobre la HDC.

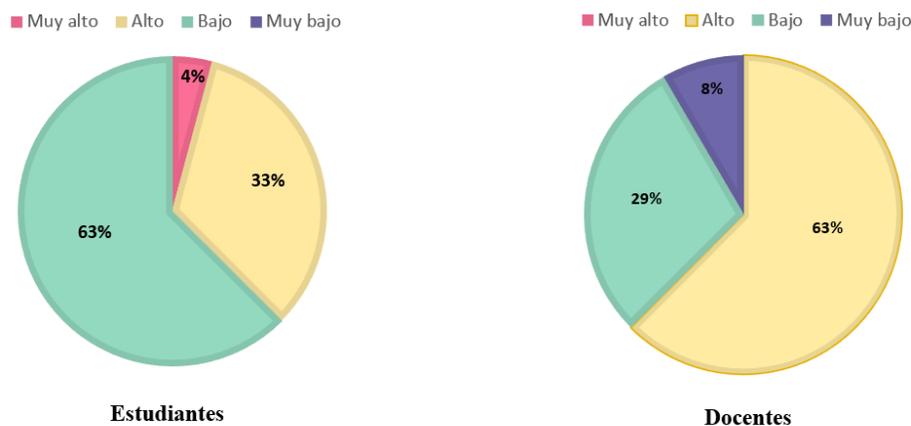


Figura 16. Conocimiento que poseen estudiantes y docentes sobre la HDC.

Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario para estudiantes (n= 48) y docentes (n= 24).

Según la Figura 16, se infiere que las personas encuestadas que consideran poseer un conocimiento alto acerca de la HDC corresponden a un 33% de los estudiantes y 63% de los docentes. Tomando en cuenta, que la mayoría de los educadores afirman tener este nivel de entendimiento demuestra que dicho aspecto no se puede considerar como uno de los principales obstáculos para incluir la HDC en la formación del profesorado en Ciencias, lo cual contradice lo

mencionado en la figura 15, donde las respuestas aseguran que la falta de conocimiento por parte de los profesores es uno de los impedimentos cruciales.

Por otra parte, el dato de los docentes al no ser concordante con el de los estudiantes indica que, aunque los primeros manejan esta temática, lo cual ha sido discutido a lo largo del presente capítulo, no están compartiendo dichos saberes con sus discentes. Esto se convierte en una problemática ya que como indican Henke y Höttecke (2015) las personas docentes que tienen un conocimiento sobre la HDC pueden ser consideradas precursoras y agentes de cambio para la implementación de esta en las escuelas, y a su vez, identificar a este grupo de personas ayuda reconocer las actitudes e inquietudes existentes para poner en práctica esta temática.

Acerca de los medios o recursos que utilizan los docentes y estudiantes para acercarse y adquirir conocimiento sobre la HDC se pueden apreciar las respuestas en la Figura 17, donde cabe aclarar que solo 26 de los 48 estudiantes admitieron buscar sobre esta temática mientras que por parte de los docentes solo 18 utilizaron diferentes medios para informar a la comunidad estudiantil sobre la HDC.

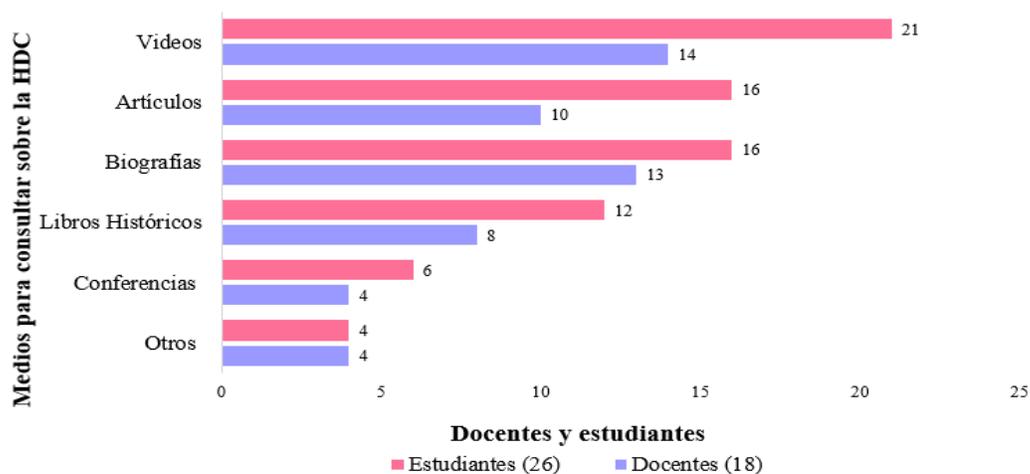


Figura 17. Recursos y materiales utilizados por los estudiantes y docentes para consultar sobre la HDC.

Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario para estudiantes (n= 48 : NR= 22) y docentes (n= 24 : NR= 6).

Según los datos anteriores, el recurso más utilizado tanto por docentes como por estudiantes son los videos (E= 80,8% y D= 77,8%). Esto demuestra la preferencia de las personas encuestadas por utilizar recursos audiovisuales para el aprendizaje, lo que concuerda con otras de las respuestas brindadas, entre las cuales se encuentran el uso de redes sociales, infografías, monografías y enciclopedias digitales. Lo que es respaldado por la demanda actual por el uso y dominio de herramientas tecnológicas para el desarrollo en los ámbitos educativos y laborales. Al igual que lo indican Moreira *et al.* (2019) el aprendizaje no está sujeto a un espacio o institución, está también a través de la interacción con el contenido compartido en redes sociales y en las experiencias personales y el entorno social.

En segunda instancia se encuentra el uso de artículos científicos (E= 61,5% y D= 55,6%) y biografías (E= 61,5% y D= 72,2%) como medio para indagar acerca de la HDC. Lo cual está relacionado con el uso de libros (E= 46,1% y D = 44,4%), debido a que dentro de los recursos literarios se encuentran diversos estratos históricos sobre acontecimientos que han estado alrededor del desarrollo científico. Estos datos reflejan que tanto los artículos y las biografías son una vía accesible para informarse sobre temas históricos de la ciencia, mientras que el uso de libros al tener un porcentaje bajo coincidiría con lo dicho en la sección de la figura 14, donde se evidenció la falta de contenido histórico en los escritos de ciencias.

Por lo que, acudir a estos recursos es una opción útil para informarse y aprender sobre la historia alrededor de la ciencia. Del Pino *et al.* (2017) infieren que el conocimiento científico en muchos casos puede representar un reto debido a la complejidad y abstracción que requieren algunos conceptos, por ello recurrir a instrumentos alternativos, como la literatura, puede facilitar la adquisición de estos aprendizajes al permitir una conexión entre distintas áreas de conocimiento.

Por último, se menciona el uso de conferencias (E= 23,1 y D= 22,2%) para acercarse y aprender acerca de la HDC. Este recurso al ser uno de los menos utilizados, evidencia la escasez de oferta en las ponencias sobre la histórica científica o el acceso a las mismas. Dichos discursos demandan un acercamiento entre científicos y la sociedad a la que sirven, con el fin de convertir a la ciencia parte del diario vivir de las personas, en especial de las encargadas de educar científicamente a los estudiantes. Esta falta de espacios puede deberse a lo que expresa Romero

(2021) “Cada mesa o simposio está vinculado directamente a la disciplina central del congreso, pero que por razones de interés temático congrega una cantidad de comunicaciones que giran alrededor de ese subtema”, lo que explicaría que la HDC al no ser un tema muy abordado en la formación docente, no suele estar presente activamente en seminarios educativos, sin embargo, puede ser parte de ellos.

Se ha evidenciado la existencia de diversos obstáculos que interfieren con la implementación de la HDC en las lecciones del profesorado en formación, a pesar de ello estos inconvenientes pueden superarse con esfuerzo y con la búsqueda y creación de recursos, además de abrir espacios dentro de la malla curricular de la carrera de EC.

4.2.4 Inclusión de la HDC en el desarrollo de las estrategias y técnicas pedagógicas

Enfocado en las estrategias y técnicas que son utilizadas dentro de los salones de clases de los estudiantes de la carrera de EC se sintetizan los datos obtenidos en la Figura 18. Cabe resaltar que solo se obtuvieron 18 respuestas de los 24 docentes, ya que éstos admitieron utilizar este tópico en el desarrollo de sus lecciones.

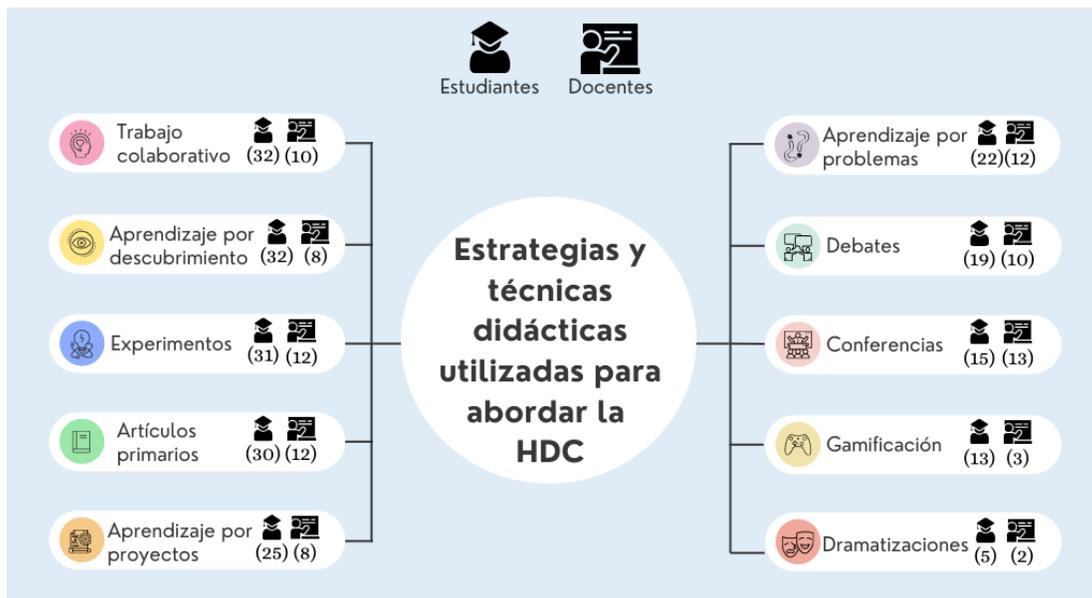


Figura 18. Estrategias o técnicas didácticas utilizadas para incluir la Historia de la Ciencia en las asignaturas según estudiantes y docentes. Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario para estudiantes (n= 48) y docentes (n= 24 : NR= 6).

De la figura anterior se extrae que el 66,7% de los estudiantes y el 55,6% de docentes concuerdan en que el trabajo colaborativo es una estrategia utilizada para abordar la HDC en las lecciones, lo que evidencia que el desarrollo de las clases de los profesores en formación toma en cuenta espacios que permitan la interacción entre pares para lograr un aprendizaje. Visto desde la HDC al utilizar esta estrategia se lograría un momento para reflexionar y a partir de las vivencias y criterios propios de los universitarios construir una posición como grupo sobre el contexto, controversia o triunfo de un concepto al igual que las personas científicas encontraron apoyo o consejos en sus compañeros cuando realizaron su proceso investigativo.

Según Reza (2012), utilizar el aprendizaje colaborativo permite al estudiante desplegar su capacidad de interacción y participación con sus otros compañeros, de aquí nace la necesidad de que los profesores desarrollen técnicas que estimulen las actividades grupales para generar en el estudiantado motivación, y así lograr un aprendizaje significativo, no solo a nivel individual sino también a uno grupal.

Otra estrategia implementada para abordar la HDC es el aprendizaje por descubrimiento (E= 66% y D= 44,4%), su ejecución dentro de las lecciones representa una oportunidad para que los estudiantes por medio de su propia búsqueda alcancen el aprendizaje como objetivo final, y al incluir la historia lograría asimilar y relacionar el contenido con su respectivo desarrollo investigativo.

La estrategia anterior, está relacionada con el uso de experimentos (E= 64,6% D= 66,7%) que usualmente se desarrollan en los laboratorios, además considerando que de los 58 cursos planificados en la malla curricular para la carrera de EC un 24,1% corresponden a laboratorios en las disciplinas de la Escuela de Química, Física y Ciencias Biológicas esto, asociado a la HDC, podría favorecer que los estudiantes comprendan por medio de la replicación de algunos experimentos que les ejemplifique cómo se llevaron a cabo las diversas investigaciones que produjeron los conocimientos que se tienen en la actualidad.

Como lo menciona Morcillo (2015), la importancia de los trabajos experimentales es reconocer el rol que tiene la construcción del conocimiento en la enseñanza. Lo que permite que

la experimentación cree conexiones entre la teoría y el experimento. Un ejemplo de esto es el caso de Pasteur, que mediante su trabajo experimental comprendió, por así decirlo, el papel de los microorganismos en la fermentación. Por tanto, la experimentación y la teoría son dos procesos que van de la mano y son igualmente importantes.

La utilización de artículos primarios para la implementación de la HDC se evidencia en estudiantes en un 62,5% y en docentes un 66,7%. El abordaje de los contenidos desde su fuente primaria es una opción para que estos accedan al conocimiento de una manera más confiable, ya que permitiría acceder a una versión original y no tan sintetizada de los pensamientos, cuestionantes y criterios de las personas científicas. Al igual que lo indican Gooday *et al.* (2008) una habilidad que los discentes pueden adquirir al abordar la historia de la ciencia es la capacidad de leer e interpretar fuentes primarias (p. Ej., El Origen de las especies) a través de un estudio de clase detallado. Los estudiantes tienen la oportunidad de desarrollar confianza en el pensamiento crítico y aprender una ruta hacia una independencia intelectual de las fuentes secundarias y así obtener destrezas para formular, organizar y defender un argumento convincente, como el que se requiere en una tesis superior.

De igual forma, una de las estrategias didácticas que las personas encuestadas afirman que se utilizan en diversas lecciones para abordar la HDC es el aprendizaje basado en proyectos (E= 52,8% y D= 44,4%). Este tipo de estrategia enfocada en la temática histórica científica le permitiría al estudiantado la oportunidad de investigar para exponer sus descubrimientos, donde lograría, una vez concluido su proyecto, una divulgación a la comunidad estudiantil y docente sobre el trasfondo histórico de los distintos contenidos en los que se enfocan las materias que están cursando. Causil y Rodríguez (2021) indican que:

El ABPt promueve y favorece un ambiente de trabajo, en que los estudiantes interactúan con sus conocimientos previos, producen, modifican y vuelven a producir, se busca enfrentar al alumno con un problema de la vida real, contextualizarlo en su ambiente, por lo cual incrementará la motivación en buscar estrategias de solución. (p. 111)

La estrategia de aprendizaje basado en problemas (ABP) es respaldado por un 45,8% de los estudiantes y un 66,7% de docentes, por medio de su incorporación en las lecciones el estudiantado al enfrentarse a una incógnita por resolver podría encontrar en la historia un apoyo para guiar su búsqueda por una respuesta al indagar el contexto, controversias o retos que envuelven al contenido por aprender. Dentro de esta estrategia se puede utilizar la técnica de debates (E= 39,6% y D= 55,6%), la cual incita la toma de decisiones al analizar diversas posturas para posicionarse sobre una posible solución a un conflicto dado en algún momento histórico ocasionado por los propios avances científicos.

Diversos estudios (Guerrero, 2019 y Vásquez *et al.*, 2017) mencionan que, el ABP fortalece las competencias científicas al incentivar que los estudiantes usen los conceptos propios de las ciencias naturales para la solución de problemas, a partir de su saber adquirido, fomentando actitudes que involucran analizar, criticar, buscar e interpretar para llegar a la resolución de un problema. Adicionalmente, la moción de debatir se convierte en el tópico problemático, el cual se resuelve con los aportes provenientes de diversas disciplinas, ya que el conocimiento aparece vinculado con la vida fuera de los salones de clase y asume la complejidad de los fenómenos humanos pertenecientes a una sociedad global.

En los últimos lugares se encuentran las conferencias, gamificación y dramatizaciones como estrategias y técnicas utilizadas para implementar la HDC, estas dos últimas suelen ser consideradas para una población estudiantil de menor edad y no para personas universitarias, sin embargo, son vías que pueden despertar la curiosidad y el interés en los estudiantes independientemente de su edad, ayudándoles a aprender mientras desarrollan diversas habilidades, tal como indican Ortiz y Cervantes (2015):

La curiosidad ha sido considerada como un impulso incontrolable (cuando se siente curiosidad por algo es porque se quiere conocer más sobre lo que llama la atención). Por eso se dice que la curiosidad es el inicio del conocimiento, puesto que precisamente esa necesidad de conocer es lo que ha llevado a la humanidad a desarrollar diferentes métodos de investigación para encontrar respuesta a las inquietudes. (p.13)

De lo anteriormente mencionado, queda en evidencia que se suelen utilizar las estrategias y técnicas que tradicionalmente han sido asociadas con la formación universitaria, en especial en el área de las ciencias, con la inclusión de laboratorios para realizar experimentos. Tomando en cuenta que en la carrera de EC se están formando docentes, surge la necesidad de indagar en otros métodos que enriquezcan el desarrollo de las lecciones y en este caso la HDC, según Izquierdo *et al.* (2016) le sugieren y demandan a los profesores, la creación de escenarios desafiantes donde la población estudiantil pueda participar en un episodio histórico y conozcan las motivaciones y objetivos definidos con actividades como obras de teatro representativas o debates reconstructivos para mediar un conocimiento más comprensible para ellos y ellas.

No obstante, los resultados obtenidos acorde a las estrategias y técnicas difieren con los hallazgos del apartado 4.2.3, en donde se mencionan los obstáculos que enfrenta la HDC para ser incorporada en la carrera. Además, en los programas de estudio analizados (figura 9), no se encontró ninguna especificación sobre alguna estrategia didáctica orientada a la HDC, por lo que la inclusión y el método a utilizar queda al criterio de la persona docente.

Todos estos datos podrían indicar dos escenarios, el primero de ellos es que podría inferirse que existe una falta de manejo pedagógico por parte de varios profesores, ya que los estudiantes identifican diversas estrategias y técnicas en sus lecciones, pero los docentes no lo hacen. Por consecuencia, se lograría sobreentender que los docentes pueden aplicar diferentes rutas pedagógicas y no conocer la terminología correcta de estas.

Mientras que el segundo escenario, involucraría estudiantes y docentes tergiversando su respuesta, al indicar que se utilizan diversos tipos de estrategias y técnicas en las lecciones, pero que son empleadas en la construcción de un curso de forma general y no necesariamente para incluir la HDC en la asignatura. Lo anterior mostraría un error en la interpretación de las personas encuestadas a la hora de brindar sus respuestas en esta sección en específico.

4.2.5 Incorporación de la HDC en la formación del profesorado

Referente a la opinión de las personas docentes encuestadas sobre que la carrera de EC no posea actualmente un curso dedicado a la HDC en su malla curricular y la importancia que éste tendría en la formación del profesorado se observa algunas de las respuestas en la Figura 19.

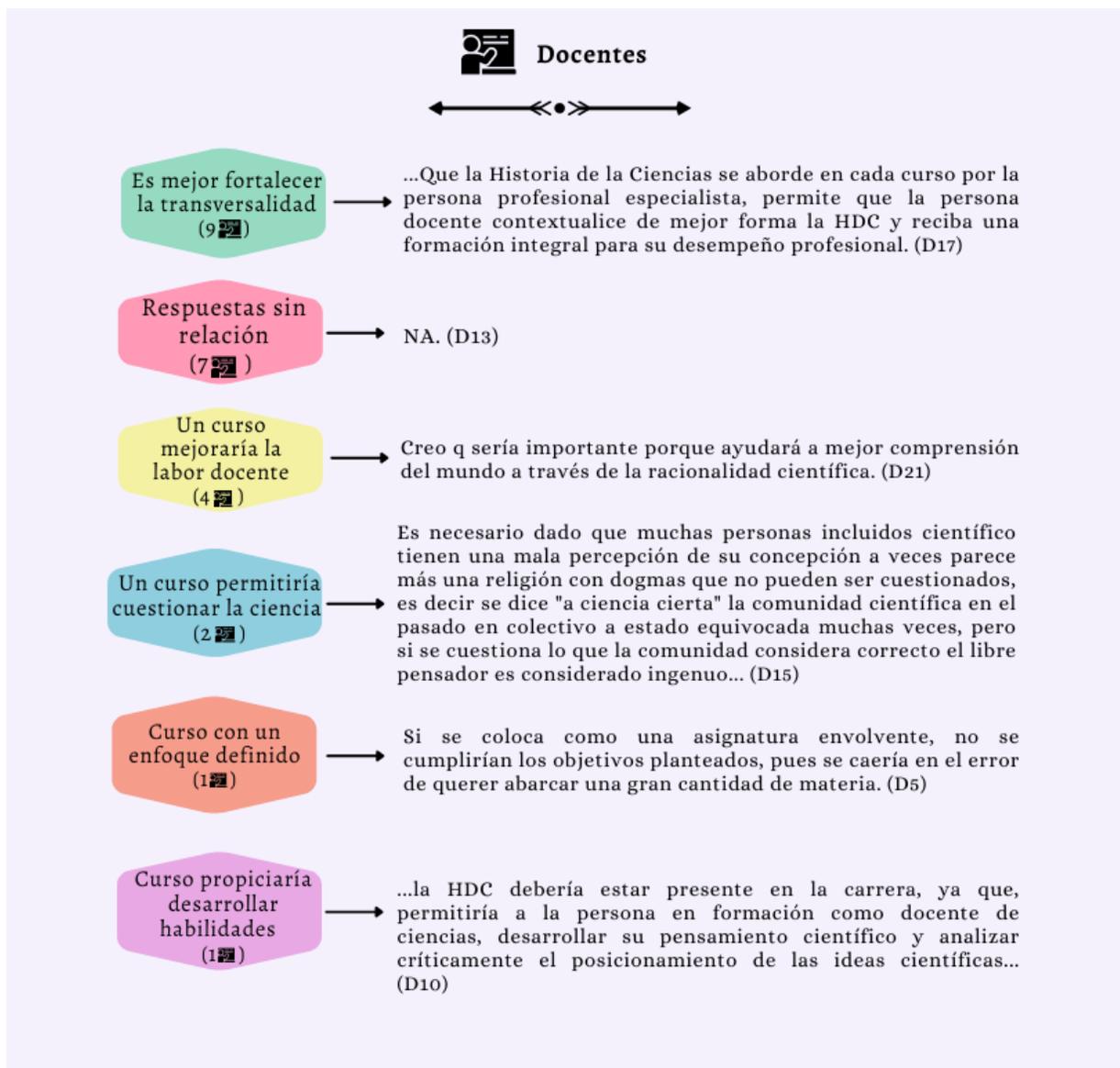


Figura 19. Opinión de docentes sobre la ausencia de una asignatura sobre HDC en la formación docente.

Fuente: Elaboración propia basado en el cuestionario aplicado a docentes (n=24).

Con respecto a las respuestas anteriores, un 37,5% de los docentes afirman que, a pesar de la inexistencia de una asignatura enfocada en la HDC dentro de la carrera de EC y su posible utilidad, sería altamente eficaz un enfoque transversal en todas las demás asignaturas con el fin de una mayor contextualización y una unificación de la ciencia misma. Al igual que lo menciona una de las personas docentes:

“Sería interesante que en cada curso se haga referencia a procesos históricos relacionados con los contenidos del curso, de esa manera la historia estaría presente en todos o la mayoría de los cursos, y no como una materia aparte.” D16

Por ende, abordando la historia desde los distintos contenidos de los cursos se lograría una unificación de estudios que fortalecería la instrucción del profesorado. Tal como lo indican Cortés y Puga (2015) la transversalidad puede contribuir a favorecer la formación del estudiante, al permitir responder a las necesidades de la educación coadyuvando a redimensionar el conocimiento e integrar elementos educativos que eviten la fragmentación de los saberes.

Otras opiniones manifestadas fueron que un curso sobre la HDC permitiría mejorar la labor docente (D= 16,6%) al propiciar un espacio para cuestionar la ciencia (D= 8,33%) y lograr incentivar habilidades necesarias en la profesión (D= 4,16%), sin embargo, se rescata que en dado caso de ofertar un curso de HDC este debería tener un enfoque definido (D= 4,16%) para posibilitar un impacto conciso en la educación de los discentes. Es preciso mencionar que los porcentajes son bajos para considerar dichos criterios como fundamento para la elección de una asignatura enfocada en la HDC, ya que en la gran parte de las respuestas se manifestó la preferencia por una incorporación de la HDC por medio de la transversalidad.

Por otro lado, la opinión de las personas discentes sobre las ventajas y desventajas que trae consigo la ausencia de una asignatura dedicada a la HDC se puede observar en la Figura 20.

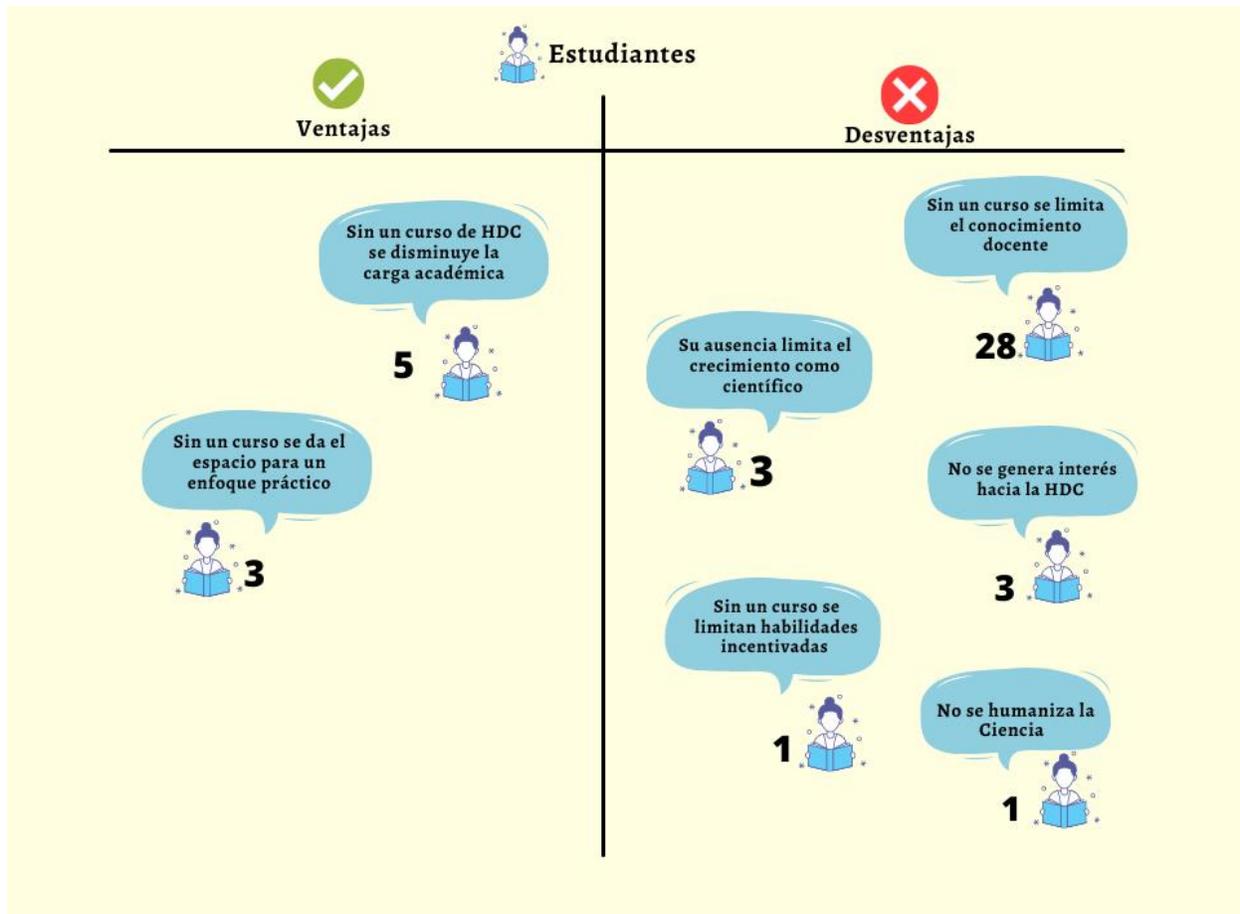


Figura 20. Ventajas y desventajas encontradas por estudiantes acerca de la ausencia de un curso dedicado a la HDC. Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario aplicado a los estudiantes (n= 48 : NA=4).

En la figura anterior (fig. 20), se evidencia que las ventajas encontradas por los estudiantes acerca de la carencia de un curso hacen referencia a disminuir la carga académica de la carrera (E= 10,4%) ya que, esta al estar conformada por una totalidad de 58 materias, una asignatura dedicada a la HDC representaría una exigencia mayor de estudio, lo que conllevaría a un aumento en la inversión de tiempo por parte de los discentes. Adicionalmente, un 6,2% de los discentes considera que sin una materia de la HDC se podría dedicar ese espacio a un enfoque práctico. Al aumentar la práctica y propiciar la experimentación se mejorarían las habilidades motoras y manuales de los futuros docentes, las cuales son indispensables para fortalecer el lado científico que poseen los profesores de ciencias.

Según Alvarado *et al.* (2017), quienes son parte de la Comisión de Acreditación de la Universidad Nacional mencionan que el plan de estudio de la carrera de EC explora un enfoque metodológico con el cual pretende encontrar formas alternativas para llevar a cabo el proceso de enseñanza y aprendizaje bajo un modelo interdisciplinario, reflexivo y práctico. Además, la UNA busca formar profesionales que logren plasmar sus conocimientos según el contexto en el que se encuentren para desarrollar estudiantes críticos, reflexivos y con la capacidad de utilizar sus saberes científicos en su realidad.

Estas mismas personas universitarias remarcaron, a su vez, las desventajas que son percibidas a raíz de la ausencia de una asignatura específica para tratar la HDC, entre dichos inconvenientes destaca el que sin un curso que abarque estos tópicos se limita el conocimiento que deben poseer los docentes (E= 58,3%) al no tener un acercamiento al contexto e impacto de los diversos aportes científicos que estudian en las distintas asignaturas. Además, esto se respalda con lo anteriormente mencionado en la Figura 9 en donde se expone la baja inclusión de la HDC (13%) en el resto de los cursos. A continuación, se presentan algunas de las opiniones brindadas por estudiantes relacionadas a lo ya mencionado:

“Considero que es una desventaja, porque un curso como tal nos ayudaría a identificar y relacionar muchos fenómenos que rigen y siguen siendo parte del vivir actual y de esta forma poder mejorar nuestro ejercicio docente.” E24

“Es una absoluta desventaja. Es como tratar de explicar la vida completa de una mariposa solamente describiendo al insecto en su estado alado final (la actualidad de la ciencia), dejando de lado su etapa de oruga y pupa (la historia de la ciencia), fundamentales para el proceso integral.” E8

“Sinceramente creo que hay más desventajas que "ventajas" entre ellas el vacío de conocimiento a nivel teórico y práctico (estrategias didácticas), menor comprensión en las materias académicas, menor manejo de contenidos para explicar. La única ventaja es que se llevaría un curso menos en la carrera, pero hay maneras de hacer un curso provechoso en el que se aprenda bastante y no necesariamente tiene que ser pesado.” E34

Sobre la utilidad de abordar la HDC, Campanario (1998) comenta que la HDC propicia que los conceptos que se enseñan posean un sentido diferente, el cual responde a determinadas necesidades conceptuales. Estas nociones surgieron de métodos investigativos que científicos anteriormente vieron a dichos procesos como un método para solucionar problemas que ellos mismos se planteaban.

Por otro lado, un 6,2% de los estudiantes, consideran que al no habilitar un espacio específico para abordar la HDC no se incentiva el interés por este tópico, lo que provocaría su omisión por parte de los docentes en los cursos que imparten hacia sus discentes. Tal como lo expresan las siguientes personas estudiantes:

“...Desventaja: Muchos docentes, simplemente no toman en cuenta o no le toman importancia a la historia, lo evitan y no lo toman en cuenta ya que está eliminado de la malla curricular como curso propiamente.” E35

“...los docentes no se toman el tiempo ni tienen el interés de hablar e introducir ciencia, por lo cual sí sería necesario un curso.” E40

Núñez *et al.* (2017) mencionan que, a pesar de que los docentes reconocen a la HDC como un elemento clave para la EC, los educadores no muestran un reconocimiento hacia el valor que esta posee en la educación y tampoco poseen materiales que les ayuden a su implementación en los salones de clase. Además, se afirma que la historia científica promueve la motivación en los discentes y les ayuda a distinguir sus propios obstáculos conceptuales.

Las personas estudiantes también señalaron que la carencia de una asignatura enfocada a la HDC propicia una limitación en el crecimiento docente como científico (E= 6,5%), lo que se relaciona con el hecho de que al enfocarse solo en la parte teórica de los conceptos y no en el lado humano y moral (2,08%) que es esencial para construir la identidad de una o un científico, ya que esta no requiere solamente conocimientos científicos, si no posee una responsabilidad con la sociedad a la que sirve. Comentarios referentes a este punto, se presentan a continuación:

“...hay más desventajas pues a partir de la historia de la ciencia se toma como una guía en nuestro proceso como científicos por lo que la veo completamente necesaria.” E1

“Se podría estar perdiendo una identidad del profesor de Ciencias al no considerar los fallos o errores propios de la experimentación, solamente se estaría mencionando aportes y no habría una completa visualización de los aspectos que engloban ser un científico, los estudiantes no tendrían habilidades de tipo científicas y se seguiría con un desinterés por aprender ciencias y matemáticas.” E19

Según García (2018) la enseñanza de la historia científica debe ser tratada desde una concepción pedagógica que contribuya al aprendizaje, donde se valore la realidad y el desarrollo de la ciencia en el tiempo y la influencia que posee en la sociedad y la cultura. Por lo tanto, esta no puede estar desvinculada de sentimientos, valores ni de la moral.

Por último, un 2,1% considera que la ausencia de un curso limitaría la adquisición y puesta en práctica de una habilidad referente al pensamiento crítico tan indispensable en un profesor de ciencias y su influencia social. Tal como lo indica la siguiente persona estudiante: (E45, 2021) “No hay ventajas, todo lo contrario, dificulta el aprendizaje de un razonamiento crítico”. A esto hace referencia Izquierdo *et al.* (2016) al mencionar que la historia favorece la argumentación y el juicio al representar aspectos de diversas épocas, lo cual permite que el estudiantado al recrear debates y polémicas puedan interpretar lo aprendido de una manera crítica.

Referente a la preferencia por parte de las personas encuestadas con respecto a que la HDC sea abordada dentro de un único curso o de forma transversal durante las demás asignaturas de la carrera de EC, se obtuvieron los resultados de la Figura 21.

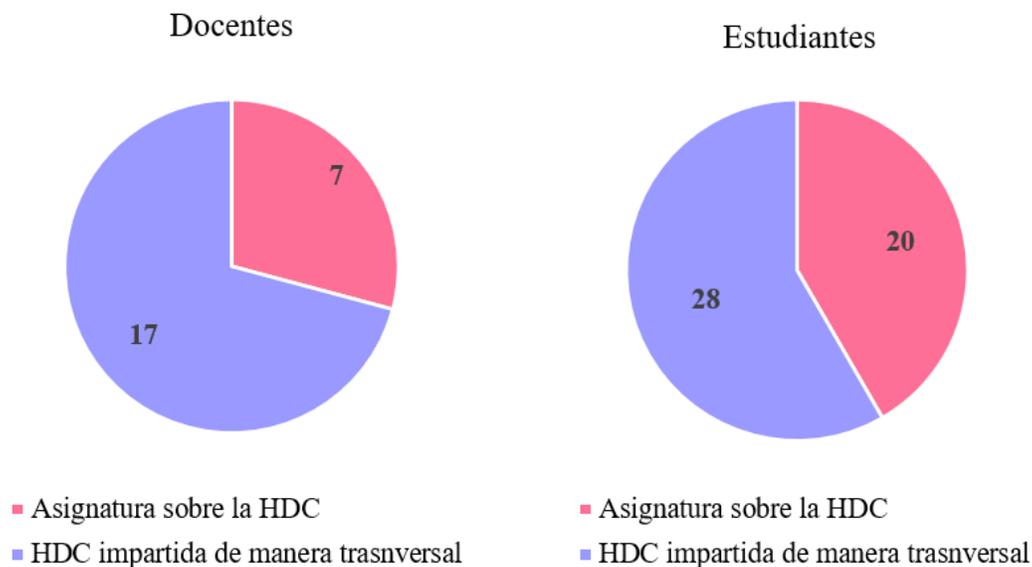


Figura 21. Preferencia por parte de docentes y estudiantes para abordar la HDC dentro de la carrera de EC. Fuente: Elaboración propia a partir de cuestionarios de docentes (n= 24) y estudiantes (n= 48).

Según la información extraída de la Figura 21, se determinó que por parte de ambas muestras predomina la escogencia de incluir la HDC por medio de la transversalidad en las diferentes asignaturas de la carrera de EC (D= 70,8% y E= 58,3%). Esta vía permitiría abordar de una forma más focalizada y directa la historia del concepto, teoría o ley que se esté abordando al lograr mejorar la comprensión y adquisición de los diversos contenidos. Lo anterior es respaldado por los siguientes comentarios:

“Un curso no puede cubrir la historia de la ciencia de todos los conceptos relevantes vistos durante la carrera, es mejor que el docente de cada curso introduzca la historia detrás de los conceptos que lo permitan de su curso.” E4

“Tratar de integrarlo de manera transversal sería por mi parte lo mejor, ya que se necesita hacer ese ligamen entre lo que se está aprendiendo en un momento con los antecedentes científicos, creo que sería muy enriquecedor dar a conocer a los estudiantes los aportes e interrogantes que se hacían los principales científicos de la historia.” E19

Los datos anteriores (E4 y E19) están enfocados en el impacto que abordar la HDC en los contenidos más importantes de las asignaturas tendría en su comprensión de la ciencia. Lo anterior se puede respaldar con que la comprensión de la ciencia es uno de los principales aportes que le brinda la HDC a los docentes en formación, el cual ha sido discutido y abordado en el apartado 4.2.2. Sin embargo, para obtener los beneficios que la HDC brinda, se debe tener muy en claro la esencia de la transversalidad, ya que como lo consideran Henríquez de Villalta y Reyes de Romero (2008):

Si no se comprende la verdadera esencia de los temas transversales y se los aborda simplemente como nuevos contenidos y temas añadidos a los ya existentes, únicamente implicarán una sobrecarga de los programas y dificultarán la tarea del docente sin que reporten ningún beneficio al educando. (p. 20)

Esto genera una preocupación al abrirse la posibilidad de que, bajo el criterio docente, la falta de interés (ya anteriormente mencionada en la Figura 15) y la carencia de claridad en el tópico se transforme a la HDC en un obstáculo dentro de las asignaturas generando mayor carga académica y confusión durante la formación de los estudiantes. Por ende, si se decide incluir activamente la HDC por medio de la transversalidad se debe tener en claro el sentido de su abordaje y manejo del tema por parte del educador con el fin de que no se convierta en un contenido más y sin un impacto en los discentes.

El resultado señalado previamente también coincide con dos de los docentes:

“La transversalidad está bien como concepto claro, no hay duda, pero puede convertirse en una excusa para continuar sin hacer nada o todos afirmando que lo hacen sin que sea de manera sustantiva, en realidad ambas cosas deben estar presentes.” D16

“Lo transversal muchas veces se diluye demasiado y no se le da el tiempo requerido para desarrollar aprendizajes, por ello, considero que lo mejor es tener un curso donde se profundice en ciertos aspectos de la historia de la ciencia y que en las demás asignaturas de la carrera se trabaje de forma complementaria con algunas de las temáticas.” D11

Un aspecto por rescatar de los anteriores resultados es el riesgo al que se enfrenta la HDC de ser omitida en los cursos o posea una incorporación tan básica que pueda pasar desapercibida por los discentes. Otro punto que destaca es que un abordaje por medio de un curso de HDC representaría limitar la cantidad de saberes y actividades que pueden ser abarcadas, por lo que la transversalidad sería la vía ideal para poder tratar la historia de los contenidos más representativos en las diferentes ramas científicas que se incluyen en la carrera de EC de una forma integral y contextualizada al aprendizaje de los estudiantes. Esto, a su vez, es mencionado por el docente 20 y el estudiante 9:

“Es más enriquecedor que cada curso incluya los avances más importantes dentro de esa disciplina, que un curso que es imposible que abarque todo.” D20

“No sé qué tan viable sea un curso exclusivo para tratar la historia de la Ciencia sin que se consideren los contextos de aprendizaje del estudiantado dentro de la malla curricular. En otras palabras, por ejemplo, prefiero que me hablen de Arquímedes mientras estoy aprendiendo Dinámica de fluidos que cuando 1-Ni siquiera he visto la materia o, 2-Se trate de un curso aparte en el que incluso pueda haber olvidado ciertos aspectos de la asignatura.” E9

Con respecto a la transversalidad y su funcionalidad en la educación, Jauregui (2018) indica que permite la incorporación de los distintos saberes para lograr desarrollar competencias para la vida. Además, involucra dar un sentido nuevo a las prácticas pedagógicas hacia la construcción de un conocimiento que sea capaz de hacerle frente a la transformación de diversos contextos.

Por dichas razones, es de suma importancia considerar las opiniones de docentes y sobre todo de estudiantes para realizar adiciones o eliminaciones de ciertos contenidos de la malla curricular, ya que son estas personas quienes viven y se enfrentan a las asignaturas tanto como instructores y aprendices.

Tomando en cuenta las preferencias de las personas encuestadas se consultó sobre los medios que utilizarían para incluir la HDC en la carrera de EC, a raíz de esto se sintetizan los resultados obtenidos de estudiantes en la Figura 22.

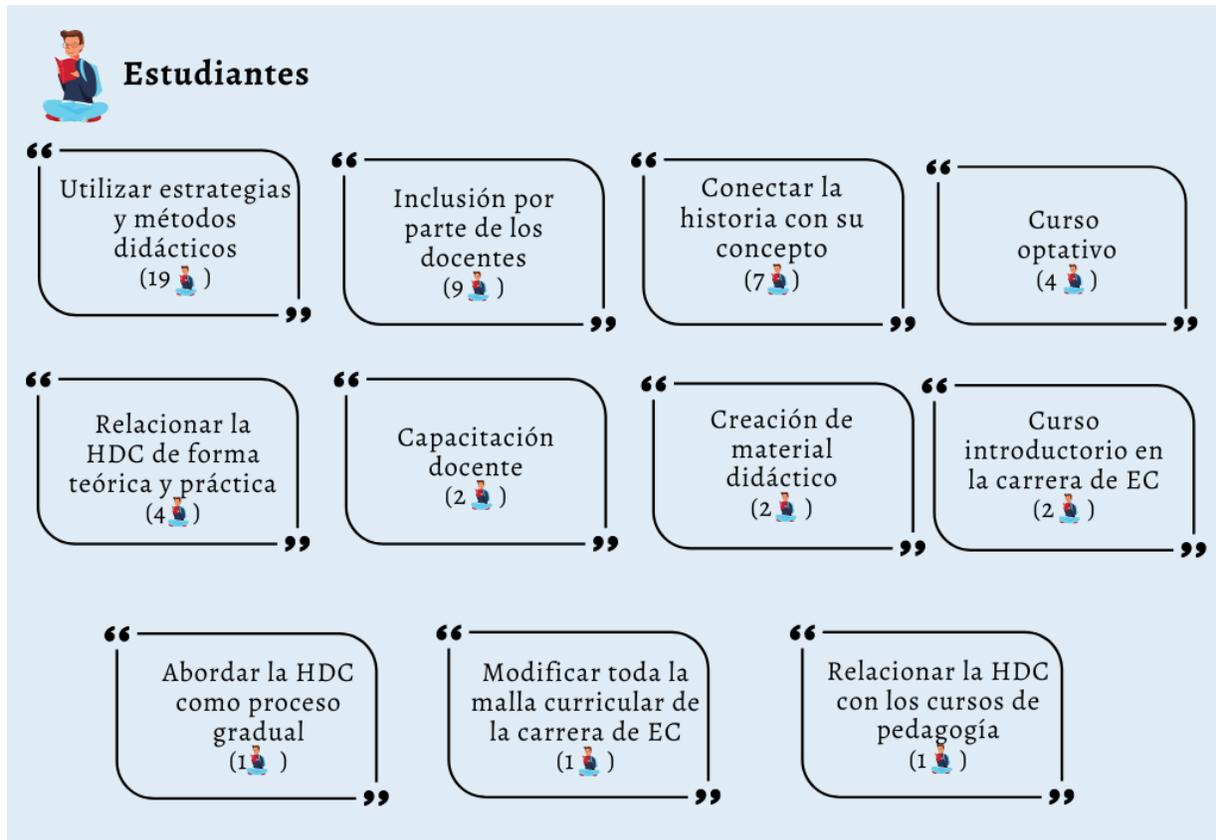


Figura 22. Opiniones de estudiantes para implementar la HDC en la carrera de EC.

Fuente: Elaboración propia a partir de cuestionario de estudiantes (n= 48).

Dentro de la diversidad de respuestas obtenidas, hubo una opinión compartida por el 39,6% de los estudiantes la cual hace referencia a que la inclusión de la HDC en la formación docente debe darse a través de distintas estrategias y métodos didácticos, donde se mencionan la creación de una unidad didáctica o un trabajo de investigación:

“Utilizar la historia de la ciencia como focalización de la clase, comenzar por contar una historia, puede incorporarse de manera lúdica, contarlo con imágenes, o como un chisme, una historia interesante; así se despierta el interés de los estudiantes por el contenido al que llega el relato.” E8

“Algunas estrategias de mediación para mediar el aspecto histórico sería en asignaciones para los estudiantes ya sea teniendo que realizar exposiciones, videos explicativos, discusiones, ponencias o mesas redondas que incluyan como tema central los científicos y experimentos o investigaciones que constituyen aportes a la Ciencia y son destacados en el curso correspondiente (es decir, que se estudian para el curso en particular).” E12

Utilizar diversas estrategias didácticas para incluir la HDC en las lecciones, como se mencionó en el apartado 4.2.4., atiende los distintos tipos de aprendizaje que poseen los estudiantes y así lograr una interiorización más acertada de los contenidos. Además, enfocar la inclusión de la historia por medio de estas estrategias aseguraría que se potencialicen los diversos beneficios o aportes que le brinda a los docentes en formación, lo cual no se da cuando los sucesos del pasado se imparten simplemente por la magistralidad en conjunto con la monotonía y se correría el riesgo de que pierda el sentido esencial de su aplicación.

A lo anterior hace referencia Suárez-Ramos (2017), al mencionar que para alcanzar un verdadero aprendizaje se necesitan utilizar estrategias creativas adaptadas a diversos factores como el tipo de contenido a impartir y recursos con los que se cuenta, sin embargo, lo más fundamental es conocer a las personas a las que se les va a enseñar. Por tanto, se debe ser consciente que la información del entorno es codificada por un sistema nervioso y sensorial, que responden a estímulos visuales, auditivos, olfativos, de gusto y tacto.

Otra de las sugerencias dadas por los estudiantes es la capacitación docente (E= 4,2%), la cual es parte fundamental dentro de la labor que realiza un educador, debido a que debe estar actualizado sobre las innovaciones tanto científicas como pedagógicas. Lo que garantizaría desde el marco de la HDC un abordaje de esta en donde cumpla sus objetivos en la formación del profesorado. A esto hicieron referencia los siguientes estudiantes:

“Capacitar al personal docente en cómo desarrollar estas temáticas en sus cursos, así como instruirlos de herramientas y estrategias didácticas que logren llevar esto a las aulas.” E35

“Que los profesores se eduquen en estos temas y lo hagan parte de sus clases de manera integral para conmover y emocionar a sus estudiantes.” E40

Con respecto a la capacitación docente, varios estudios (Díaz, 2014 y Andrade *et al.*, 2020) señalan que, esta se entiende como las políticas y procedimientos utilizados para preparar al cuerpo de profesores, la cual toma en cuenta el conocimiento, actitud, comportamiento y habilidades para cumplir su labor profesional en educación eficazmente. Además, las Instituciones de Educación Superior están en la obligación de incluir procesos de preparación y formación para sus profesores, por ende, es notable analizar y reflexionar qué dimensiones y elementos deben ser considerados para planificar los métodos de estudio que permitan fortalecer las competencias de sus académicos.

Relacionar la teoría histórica con la práctica dentro de las asignaturas es una petición realizada por un 8,3% de los discentes, lo que dejaría de lado la costumbre de concebir la historia como un tema aburrido y no aplicable a la carrera de EC. Los siguientes comentarios de estos estudiantes evidencian lo anteriormente mencionado:

“La historia suele aburrir o cansar, pero si fuera un curso teórico-práctico podría ser más llevadero.” E3

“Que sea algo más didáctico y práctico que teórico.” E16

“Que se realice de una manera que impacte al estudiantado y que no solo sean lecturas.” E29

Como se aprecia, los estudiantes desean que el enfoque que se le brinde a la HDC en su formación sea uno donde se rescate la didáctica y la aplicación de la misma historicidad en la práctica docente de manera que pueda generar un aprendizaje que les beneficie en su futura labor profesional. Arteaga *et al.* (2016) mencionan que enseñar y aprender es un desafío del nuevo milenio, el cual no basta con solo vincular la teoría con la práctica o conocer los más recientes acontecimientos científicos. Sino que se debe valorar la historia del contenido en conjunto con su esencia, nexos y relaciones entre los objetos, fenómenos y procesos.

El resultado anterior se relaciona con la creación de material didáctico (E= 4,2%), este aspecto es indispensable para evitar la monotonía y así, prevenir un estado de aburrimiento e inactividad en los estudiantes durante sus lecciones. La necesidad de producir recursos didácticos se confirma con la Figura 15, en donde se menciona dicho factor como uno de los obstáculos a los que se enfrenta la HDC para ser introducida en la carrera.

“Considero oportuno que se implementen materiales de apoyo interactivos e ilustrativos que podrían servir para complementar la explicación magistral de muchos docentes, principalmente en cursos, considerados como muy teóricos.” E19

“Lecturas o videos cortos que nos hagan reflexionar más sobre la historia de la ciencia, de igual forma materiales didácticos cortos como infografías o similares que involucren estos temas.” E24

Abordar la HDC por medio de recursos pedagógicos permitiría a los docentes en formación ilustrar o contextualizar el momento histórico que se esté abordando, además según Koliopoulos *et al.* (2007) los materiales didácticos derivados del análisis de los elementos de la historia de la ciencia pueden contribuir al desarrollo de intervenciones didácticas que apunten a transformar las concepciones alternativas de los estudiantes cuando abordan los fenómenos naturales y los conceptos que los explican.

El resultado obtenido del E24 es compartido por una persona estudiante (E= 2,08%), quien se refiere a buscar la relación entre la HDC y los cursos de pedagogía que se imparten en la carrera. Siendo este un punto clave debido a que como se evidenció en la Figura 9, los programas de instrucción pedagógica no cuentan con la inclusión de la historia científica dentro de sus contenidos, por lo que al atender su incorporación y abordaje en estas asignaturas se podría estudiar cómo la HDC ha influenciado y beneficiado la educación y el aprendizaje de la ciencia. Lo anterior, se evidencia con el siguiente comentario:

“Revisión bibliográfica para entender mejor el tema y relacionarlo con lo que se estudie y rescatar la importancia. En los cursos de pedagogía también se puede implementar y de esa

manera relacionar la educación con la historia de la ciencia y cómo ha influido en el aprendizaje de esta área.” E15

Sobre la relación que la pedagogía posee con la HDC, vista desde su historia, Guichot (2006) afirma que las memorias de la educación se encuentran en una estrecha conexión con las otras ciencias y su historia, debido a que el conocimiento del pasado educativo del ser humano exige tener una visión global histórica de los diversos ámbitos como cultura, política, religión, entre otros.

En esta misma línea, los docentes brindaron diversas sugerencias sobre cómo incorporar la HDC en las lecciones, las cuales se encuentran en la Figura 23.

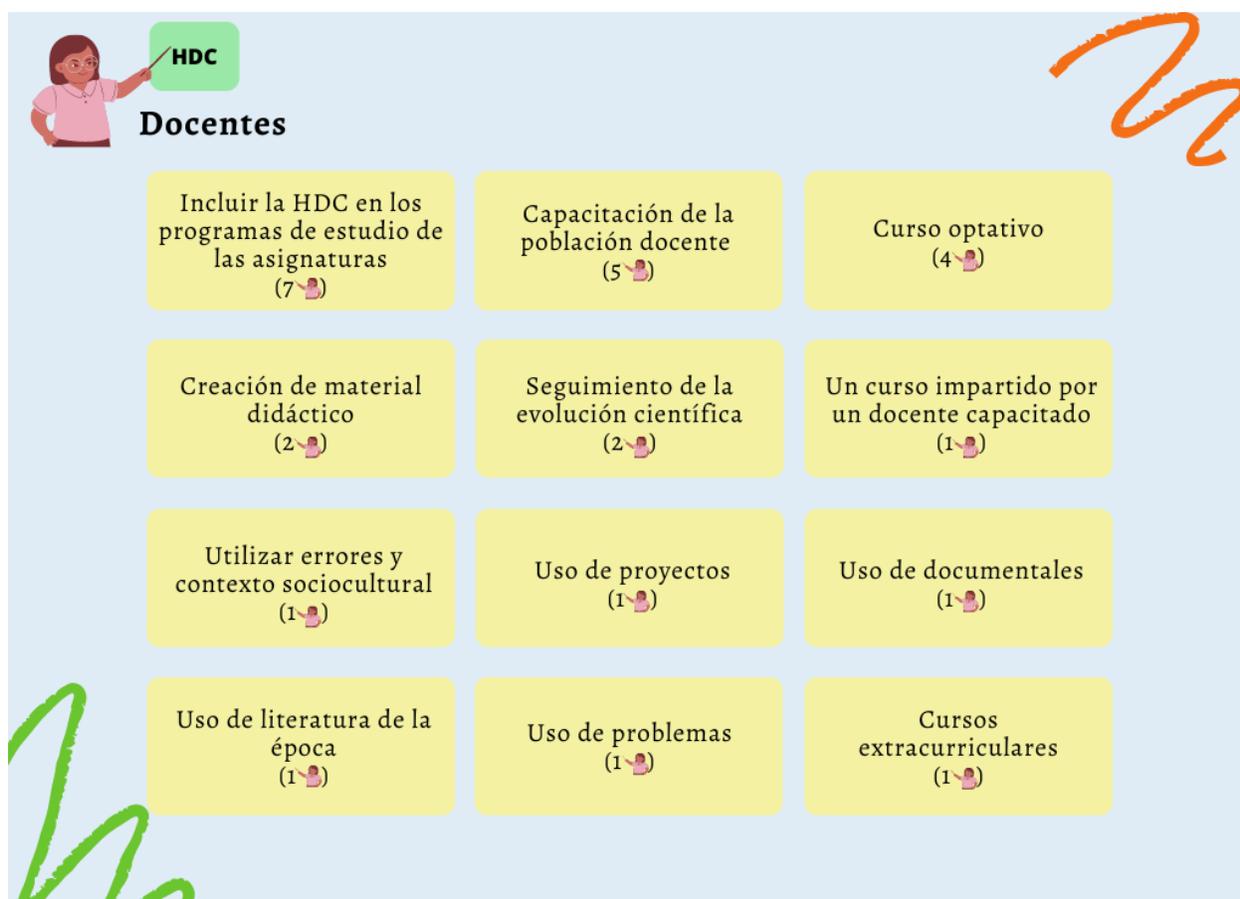


Figura 23. Opiniones de docentes para implementar la HDC en la carrera de EC.

Fuente: Elaboración propia a partir de cuestionario de docentes (n= 24).

La opinión que es compartida por el 29,2% de los docentes es acerca de incluir la HDC en los programas de estudio de la carrera, de manera que se logre abordar de forma transversal para sacar el máximo potencial al tratarla por esta vía, tal como se evidenció en la Figura 21. Además, para garantizar que se pueda dedicar un espacio a diferentes conceptos, sería de utilidad establecer cuáles contenidos de los cursos tendrían una contextualización de su historia para evitar repeticiones entre las diversas asignaturas. Lo anterior es respaldado por los siguientes comentarios:

“Se debe seleccionar qué puntos de cada curso deberían implementar la Historia de la ciencia para evitar repeticiones de lo mismo en distintos cursos.” D7

“Dar una directriz general de incorporar un tiempo pertinente en cada curso para aspectos de la Historia de esa disciplina, de esta manera se abordaría en forma transversal...” D12

“Lo más oportuno sería solicitar a la Carrera que se incorpore en cada curso de la Malla Curricular contenidos y estrategias didácticas sobre la Historia de la Ciencia para cada especialidad o disciplina.” D17

Si bien, no se pretende que la HDC sea el punto central de cada curso, es de suma importancia incluir parte de ella en las asignaturas, por ello Gooday *et al.* (2008) indican que la persona escéptica puede cuestionar si es rentable dedicar cierto tiempo de la clase para aprender sobre la HDC al haber otras disciplinas que podrían beneficiar a la carrera de ciencias. No obstante, por medio de las memorias científicas se consigue cultivar habilidades analíticas y formas de conocimiento y comprensión de la ciencia que no se logran adquirir con distintas vías.

A lo largo del análisis de los resultados, ha quedado en evidencia la necesidad y el deseo de muchos docentes y estudiantes por aprender más sobre la HDC. Sin embargo, a su vez, se reitera que la mayor dificultad para que esto suceda radica en la prácticamente nula exigencia en los programas de estudio para su incorporación, a lo que se le suma el desconocimiento por parte de algunos miembros de la comunidad docente acerca de dichos temas y cómo abordarlos en las lecciones. A esto recae, como lo mencionan los y las educadoras, el requerimiento por ser

capacitados en aspectos históricos (D= 20,8%), en especial a los profesores de Educología. A lo anterior se refiere el siguiente docente:

“Preparar a los docentes de Educología en historia de la educación, en historia de las ciencias (en plural y sin caer en la obsolescencia de creer que sólo las ciencias naturales o exactas son ciencias). Me encantaría que reconociéramos el laboratorio situado que somos los que trabajamos en educación. Me gustaría que aprendiéramos a sistematizar más... es el principio esencial para contribuir con la historia de la ciencia.” D8

El CIDE al ser el punto focal para estudiar la parte pedagógica, didáctica y curricular de la carrera de EC, posee gran riqueza e influencia en la formación de educadores, por lo que debería ser considerado dentro de las capacitaciones al cuerpo docente, con el fin de que también se rescate la historia de la educación y de las ciencias naturales, a lo que Guichot (2006) afirma que el proceso educativo ha sido guiado por el desarrollo de la humanidad, por lo que es un fenómeno histórico que se construyó según las necesidades de las personas. Por tanto, ha evolucionado su funcionalidad y fines, además ha determinado en ocasiones el progreso de la historia del hombre.

Adicionalmente, un 4,8% de las y los profesores universitarios comparten el criterio de que con ayuda de la HDC se le dé un seguimiento a la evolución del conocimiento científico, el cual buscaría enseñar a los estudiantes que la construcción de la ciencia no es un concepto invariable y entender que sus avances, mejoras o refutaciones son parte del proceso en constante cambio del que han tenido participación diversas personas científicas que en ocasiones son invisibilizadas. A lo que comentaron los docentes 15 y 23:

“Que no se enseñen las teorías científicas como terminadas, sino como un proceso en construcción que ha llevado aciertos y desaciertos, eso contribuye a humanizar más al científico para que no sea visto como "infalible" a pesar de seguir los métodos correctos, sino como un apasionado por el descubrimiento.” D15

“Sería muy interesante identificar eventos históricos de relevancia para las ciencias y hacer un seguimiento de la evolución de estos para identificar claramente la forma en que han influido en la historia reciente de la humanidad.” D23

Con respecto a una formación científica desde la perspectiva histórica, Garay (2011) menciona que permite:

...comprender que la ciencia tiene un pasado, el cual es consecuencia y a la vez fuente del presente –entendiendo lo anterior no como la mera reducción de la historia a una causa precursora, sino muy por el contrario como un espacio de indeterminadas posibilidades–, y que a su vez podrá o no influenciar el futuro, interviniendo o no con la construcción, predicción o modificación de este último. (p. 54)

Al igual que los estudiantes, quienes sugirieron utilizar diversas estrategias didácticas y técnicas para implementar la HDC, los docentes también propusieron la utilización de algunos métodos como documentales, proyectos, literatura de la época y problemas (D= 4,2%). Esto permitiría que el abordaje que se le dé a la HDC no sea solamente magistral y monótono, lo que lograría despertar o mantener el interés en el estudiantado. La siguiente opinión hace referencia a lo anterior:

“Pues pienso que esa sería una pregunta que se puede realizar a personas informantes clave o expertos en desarrollar historia de la ciencia. Por el momento, lo que se me ocurre es que se pueden presentar situaciones problema contextualizadas a la época donde se desarrollaron los conocimientos científicos que se quieren estudiar, de manera que el estudiantado pueda crear posibles soluciones adecuadas a las condiciones históricas del momento. Luego pienso que hay documentales interesantes que describen el contexto de ciertos descubrimientos que se podrían analizar a través de diversas técnicas. Finalmente, creo que se puede usar literatura de la época que nos permita comprender cómo ha evolucionado nuestro conocimiento, por ejemplo, leer algunos libros de Julio Verne como "De la Tierra a la Luna", "20 mil leguas de viaje submarino", "Viaje al centro de la Tierra",

entre otras, que permiten comparar la información que se tenía en los 1800 versus la que tenemos actualmente.” D10

Referente a lo anterior, varios estudios (Sánchez, 2014 e Iglesias, 2020) indican que los diversos materiales didácticos son un recurso para combatir la apatía en los estudiantes, así como motivar, despertar y mantener el interés. Por ello, el educador debe trabajar con estos instrumentos para propiciar habilidades cognitivas en los discentes. Sin embargo, existen docentes preparados en su área y con el conocimiento suficiente para enseñarla, pero al carecer de destrezas socioemocionales y herramientas comunicativas, no logran transmitir su mensaje de una forma idónea. Por tanto, es indispensable exigir espacios de reflexión sobre lo que ocurre dentro de las aulas universitarias.

A lo largo de esta sección se han tratado los diversos factores que se presentan a la hora de implementar la HDC en la carrera, ya sea de forma transversal o en un curso particular. A pesar de que, cada uno de estos métodos tiene sus ventajas y desventajas, la preferencia de las personas encuestadas es que la HDC sea abordada mediante la transversalidad en las diferentes asignaturas del programa de EC.

Con la integración de la HDC por medio de la transversalidad tanto docentes como universitarios se verían beneficiados, por el lado de los educadores universitarios, se les facilitaría su proceso de enseñanza al generar conexiones entre los conceptos y la historia detrás de estos. Mientras que los discentes, serían favorecidos con los diversos aportes que la HDC, correctamente implementada, ofrece al profesorado en formación, al mejorar la comprensión de la ciencia y aprender métodos pedagógicos para que una vez que ejerzan su profesión puedan implementarlo con sus estudiantes.

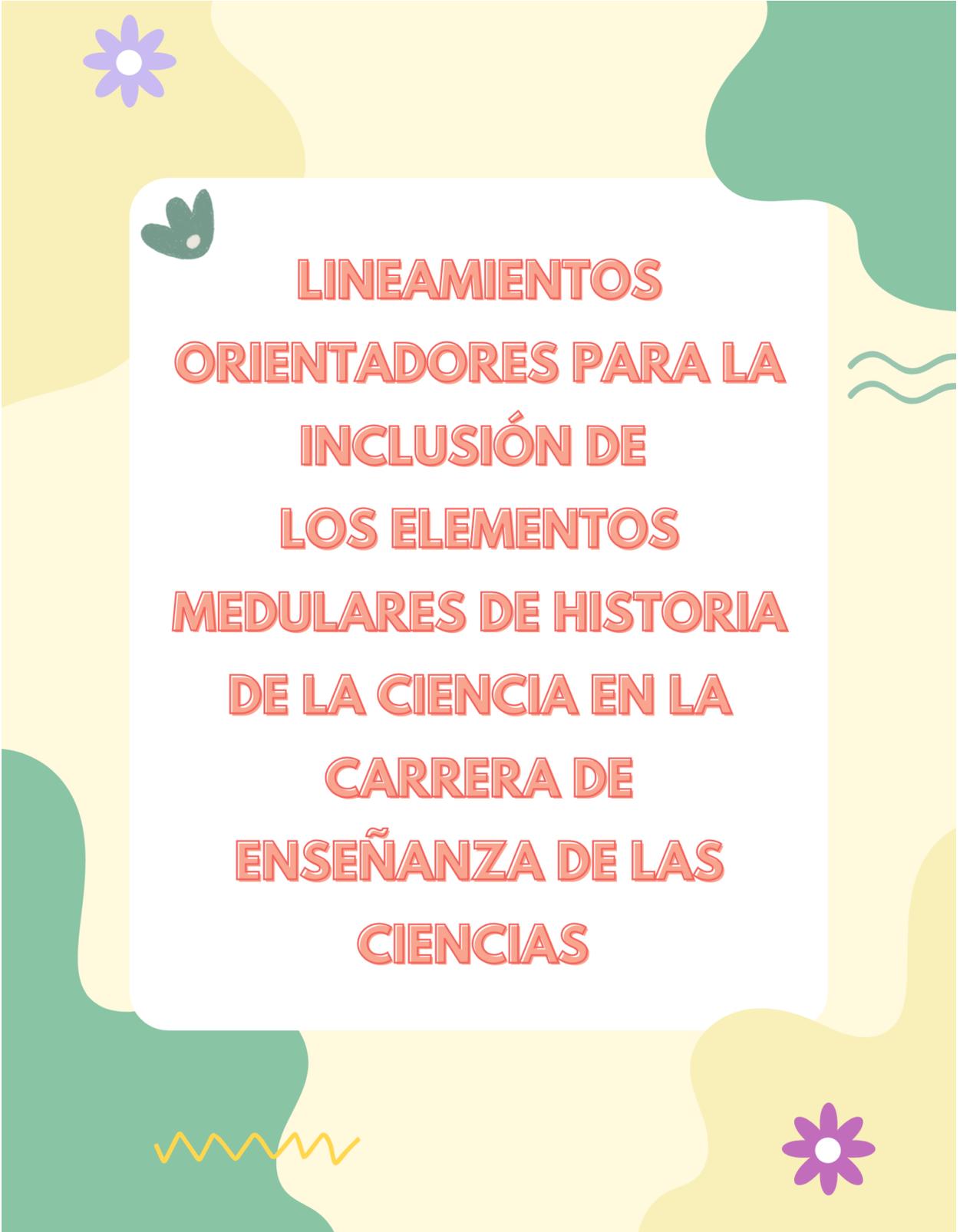
Para responder al tercer objetivo se procede a presentar los lineamientos orientadores que facilitarán a los profesores de la Carrera de Enseñanza de las Ciencias a incorporar la HDC en la formación de los futuros docentes, la misma ha sido una integración de los principales hallazgos de esta investigación en conjunto con las investigaciones actuales.

4.3 Lineamientos orientadores para la inclusión de los elementos medulares de la HDC

Nombre: Lineamientos orientadores para la inclusión de los elementos medulares de historia de la ciencia en la carrera de Enseñanza de las Ciencias.

4.3.1 Resumen

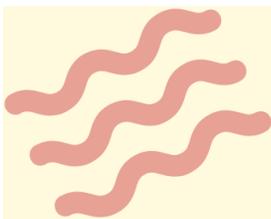
Dentro de los lineamientos orientadores para incluir la HDC se proponen una serie de recursos que comprenden libros, experimentos, videos, películas, entre otros, y consejos para implementar distintas estrategias y técnicas didácticas que los docentes encargados de los cursos de EC pueden utilizar para rescatar el componente histórico que tiene la ciencia. La aplicación de estos lineamientos requiere de una conceptualización amplia y conocimiento didáctico con los cuales se pueda aplicar el contexto y las vivencias del desarrollo científico en la comprensión de conceptos y a la vez de incentivar habilidades indispensables en la labor educativa.



**LINEAMIENTOS
ORIENTADORES PARA LA
INCLUSIÓN DE
LOS ELEMENTOS
MEDULARES DE HISTORIA
DE LA CIENCIA EN LA
CARRERA DE
ENSEÑANZA DE LAS
CIENCIAS**

Lineamientos realizados por:
Karla Navarrete Aguilar
Nikole Rodríguez Acuña
2022





CONTENIDOS



Introducción



La Historia de la Ciencia y sus elementos medulares.



Propósito de la HDC en la educación.



Consejos para evitar errores al aplicar la HDC en las clases.



Recursos para implementar la HDC en las lecciones.



Estrategias para la incorporación de la HDC.



Técnicas para la incorporación de la HDC.



Recursos específicos para docentes.

INTRODUCCIÓN

En la siguiente guía se sugieren posibles vías para incluir la HDC en las lecciones de las distintas asignaturas que conforman la carrera de Enseñanza de las Ciencias.

Con base en lo analizado y en la ejecución de los objetivos específicos 1 y 2, se propondrán diferentes recursos, estrategias y técnicas didácticas, con las cuales los docentes de la carrera de EC podrán guiarse para fomentar la historia científica en los educadores en formación.

Lo anterior para atender las debilidades que se encontraron con relación a este tema en la formación del profesorado de ciencias. Entre las cuales se encontró, la falta de material informativo, ausencia de la HDC en los programas de las asignaturas y el desconocimiento acerca de que técnica o recurso utilizar para incluir este tópico en las lecciones.

LA HISTORIA DE LA CIENCIA Y SUS ELEMENTOS MEDULARES

La Historia de la Ciencia (HDC) comprende todos los acontecimientos que han influenciado el desarrollo de la ciencia, considera aspectos experimentales y metodológicos, además toma en cuenta la vida profesional y personal de las personas científicas.

En el marco de esta investigación se considera que la HDC tiene elementos medulares, los cuales corresponden a aspectos socioculturales, experimentales, controversiales y hallazgos científicos con sus hipótesis, validaciones, errores y revolución científica.





La HDC dentro del área educativa pretende ampliar los conocimientos de los estudiantes más allá de la teoría y así lograr la comprensión de la ciencia desde sus orígenes y entenderla como un ente integral, que engloba diversos aspectos y que se encuentra en constante construcción.

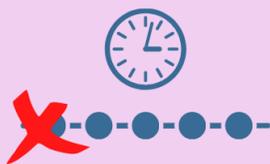


CONSEJOS PARA EVITAR ERRORES AL APLICAR LA HDC EN LAS CLASES



Procurar recordar que los discentes son futuros docentes de ciencias y no historiadores. La HDC es otro recurso para enriquecer su formación, no el centro de esta.

Si se desea abordar los elementos de la HDC por medio de la transversalidad, se debe buscar un abordaje integral y con sentido del conocimiento. Además, evitar que el contenido histórico pierda su valor y finalidad al incluirlo en las lecciones.



Prevenir el único uso de la cronología en donde solo se muestran los aportes y el año en el que fue realizado, sin ningún tipo de contextualización.

Evadir la monotonía del contenido histórico de manera que pueda aburrir o desinteresar a los discentes. En su lugar, se deben buscar formas interesantes y atractivas de incorporarla en las lecciones.



RECURSOS PARA IMPLEMENTAR LA HDC

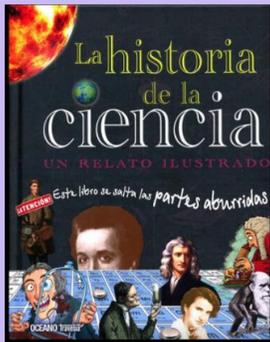
Con la finalidad de presentar la HDC de diversas formas que sean más amenas con la persona interesada en aprender sobre ella, en esta sección se presentan una serie de recursos literarios, audiovisuales y experimentales que se dirigen tanto para docentes como a estudiantes.

Se procuró buscar material que rescatara tanto el hallazgo científico como su contexto social y la vida de las personas científicas que estuvieron detrás de los descubrimientos que cambiaron el mundo y que han construido la sociedad actual.

Para la utilización de estos recursos dentro de las lecciones, se debe tomar en cuenta la extensión de cada uno de ellos y el tiempo que se desea disponer para la HDC en cada clase. Por tanto, es importante que las personas docentes consideren este aspecto para elegir el método más efectivo para su inclusión.



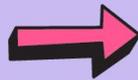
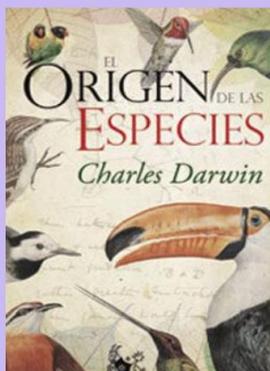
LIBROS Y FUENTES PRIMARIAS



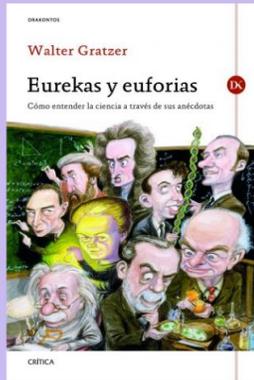
En este libro se cuentan unos 500 años de la HDC, contiene 27 episodios en donde se mencionan los científicos más influyentes junto con sus logros y descubrimientos. La estética del libro es pintoresca e invita a despertar la curiosidad.



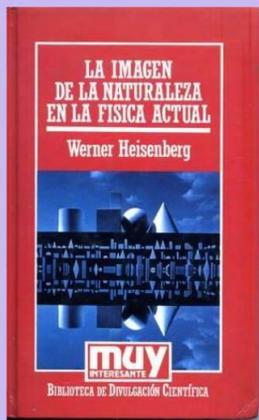
"Las pioneras" permite concientizar sobre las grandes aportaciones que científicas hicieron desde la Edad Media al siglo XX, busca demostrar que las mujeres de ciencia tienen un pasado y un presente científico, además, rescata las injusticias que ellas sufrieron a lo largo de la historia.



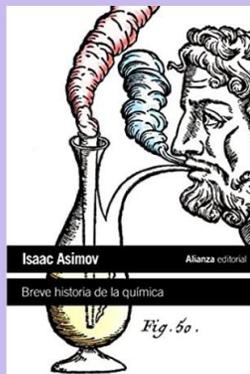
Charles Darwin presenta su obra donde destaca la teoría de la evolución mediante la selección natural que, luego de más de 100 años, continúa siendo la base del estudio de la biología actual.



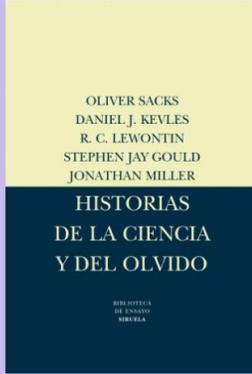
Libro en el cual se relatan las situaciones cómicas, trágicas, triunfos y golpes de buena y mala suerte que estuvieron presentes en las aventuras científicas de las personas investigadoras en los últimos dos mil años.



Artículo escrito en 1955 por Werner Heisenberg, donde analiza la percepción surgida tras el cambio de paradigma en la física que trajo consigo el descubrimiento de la teoría de la relatividad a principio del siglo XX.



En esta obra se puede encontrar el relato cronológico del desarrollo científico de la química. Comienza por la vida las personas primitivas hasta llegar al descubrimiento de las reacciones nucleares.



"Historias de la ciencia y del olvido" es una colección de ensayos, donde se exploran aspectos olvidados, desconocidos u omitidos de la HDC.

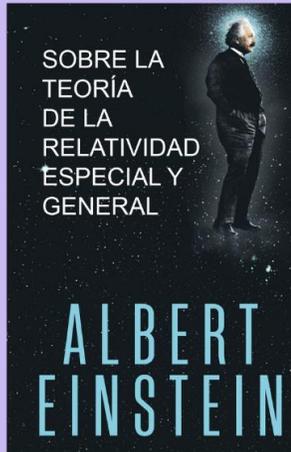


Relata los principales acontecimientos que han ocasionado que la humanidad sea lo que es actualmente, trata de responder preguntas como ¿De dónde venimos? ¿Qué somos? ¿Por qué estamos aquí? ¿Adónde vamos?

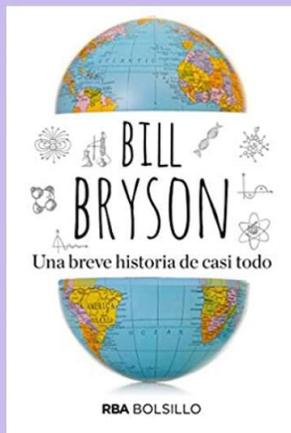


"Mujeres de ciencia" rinde un homenaje ilustrado a algunas de las mujeres más importantes e inspiradoras en la historia de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, rescatando los retos a los que estas se enfrentaron para descubrir e innovar.

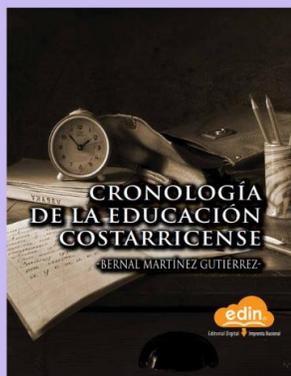




Es una obra escrita antes de que Albert Einstein estableciera las ecuaciones de la relatividad, donde trata de dar las explicaciones más exactas de sus ideas e innovaciones.



Un libro considerado de los mejores en divulgación científica, donde se narra la historia de grandes descubrimientos del universo tomando en cuenta sus anécdotas divertidas.



Breve documento que sintetiza información sobre la historia de la educación costarricense desde la educación indígena hasta la del siglo XXI. Está dirigido a profesionales de la educación y docentes en formación.



EXPERIMENTOS

Al considerar estos experimentos a la hora de implementar la HDC, se debe tomar en cuenta que la replicación de algunos de ellos depende de los recursos que se posean en el salón de clases. Sin embargo, en ciertos casos se pueden utilizar medios tecnológicos (simuladores) o presentar el experimento por medio de la narrativa, textos o ilustraciones.



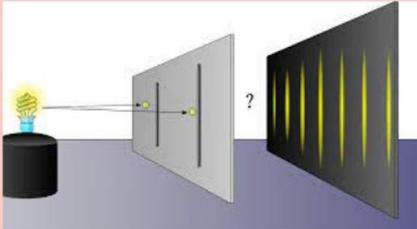
FÍSICA

• LA DESCOMPOSICIÓN DE LA LUZ SOLAR (NEWTON, 1665)



Experimento realizado por Newton donde logró descomponer la luz solar, lo cual causó gran sensación en la Royal Society, sin embargo, no sabía por qué sucedía esto, ya que en ese entonces no se conocía la naturaleza ondulatoria de luz.

- LA INTERFERENCIA DE LA LUZ (YOUNG, 1801)



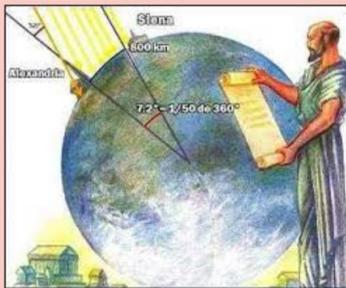
Este experimento fue diseñado para aclarar la interrogante que existía sobre la naturaleza de la luz, si es ondulatoria o no.

- LA TORRE DE PISA (GALILEO, SIGLO XVII)



Experimento con el cual se busca estudiar la velocidad y el comportamiento de los cuerpos en caída libre.

- LA MEDICIÓN DE LA CIRCUNFERENCIA TERRESTRE (ERATÓSTENES, SIGLO III A.C.)

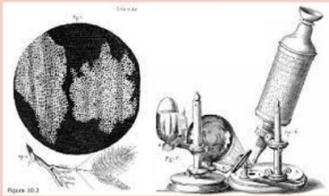


Eratóstenes logró calcular la circunferencia de la Tierra sin utilizar herramientas modernas y con la ayuda de trigonometría, la cifra que expone es sumamente cercana a la aceptada en la actualidad.



BIOLOGÍA

• **DESCUBRIMIENTO DE LA CÉLULA (HOOKE, APROX 1665)**



Hooke al observar con un microscopio una lámina de corcho logró dar los primeros pasos para el descubrimiento de la célula. Cabe destacar que al recrear este proceso se induce la construcción y utilización del microscopio.

• **ALEXANDER VON HUMBOLDT, PADRE DE LA ECOLOGÍA (HUMBOLDT, 1769-1859)**



Humboldt utilizó sistemas de medición y comparación entre especies, los cuales eran poco convencionales entre los científicos de su época y junto con sus estudios logró posicionarse como el padre de la ecología moderna.

• **LAS FLORES DE DARWIN (DARWIN, APROX 1877)**



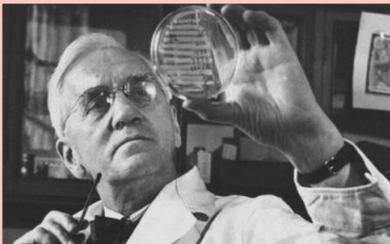
Consiste en un método experimental que se basa en la observación, al analizar las estructuras de las orquídeas y sus polinizadores, con el fin de enlazarlo con los principios de evolución.

• **NATTIE STEVENS Y LOS CROMOSOMAS (STEVENS, 1905)**



Stevens realizó las primeras investigaciones sobre la selección del sexo en las especies, determinando la existencia del cromosoma X y Y, además de su influencia en la reproducción. A pesar de su aportación a la genética su crédito fue dado a otro científico por varios años.

• **DESCUBRIMIENTO DE LA PENICILINA (FLEMING, 1928)**



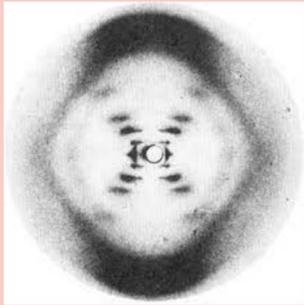
Fleming identificó en placas que contenían colonias de estafilococos zonas de inhibición de crecimiento bacteriano causados por una cepa de Penicillium notatum y descubrió que esta era capaz de liquidar una amplia gama de bacterias dañinas.

• **DESCUBRIMIENTO DE LOS GENES SALTARINES (BARBARA MCCLINTOCK, 1944- 1945)**

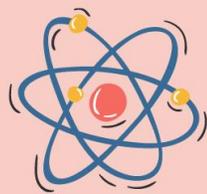


Barbara se dedicó a estudiar la combinación de colores de los granos de maíz, observó con el microscopio ciertos genes presentes en los cromosomas de varias plantas de maíz, y determinó que algunos genes se movían de lugar y provocaban un cambio en la combinación de colores de los granos de maíz. Su descubrimiento no fue aceptado en su momento por las teorías científicas existentes en ese periodo.

• **DECODIFICANDO EL ADN (FRANKLIN, WATSON Y CRICK, 1952)**



Por medio del difractómetro de rayos X, Rosalind Franklin tomó la foto 51, en donde se demuestra la conformación estructural del ADN.



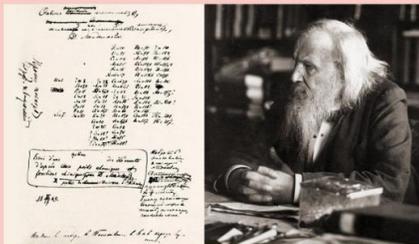
QUÍMICA

• **PASTEURIZACIÓN (PASTEUR, 1864)**



Con este experimento Pasteur consigue debatir la teoría de la generación espontánea al comprobar la presencia de microorganismos. Además, se convirtió en parte fundamental de la industria alimenticia.

• **FORMULACIÓN DE LA LEY PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS (MENDELEYEV, 1869)**



Mendeleev publica la primera tabla periódica con los elementos que se conocían en ese entonces, los ordena en orden creciente de su masa atómica. Dicha formulación dejó atrás métodos antiguos y abrió paso a una modernización científica.

• **DESCUBRIMIENTO DEL POLONIO Y EL RADIO (CURIE, 1898)**



Mediante estudios a los minerales de uranio se descubrió que la peblenda era más radiactiva que el uranio puro. Con esto se determinó la existencia de dos nuevos elementos: el polonio y el radio.

• **LEY DE MOSELEY (MOSELEY, 1912)**



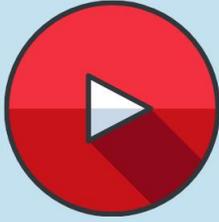
Al estudiar los espectros de rayos X de una serie de elementos contiguos de la tabla periódica encontró en los espectros unas rayas dirigidas a longitudes de onda menores. Las frecuencias de estos rayos las logró determinar con una fórmula que hace referencia al número atómico (Z), logrando así ordenar los elementos de la tabla periódica.

• **LA ESTRUCTURA DEL BENCENO (KATHLEEN LONSDALE, 1929-1931)**

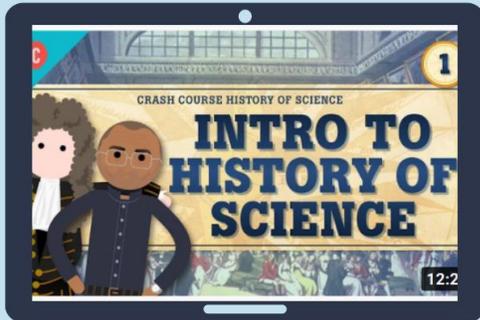


Gracias a sus investigaciones sobre la difracción de los rayos X, Kathleen logró establecer la estructura de un anillo plano del benceno y la del hexaclorobenceno por métodos espectrales de Fourier. Su aporte esclareció 60 años de dudas en la comunidad científica sobre su estructura.





VIDEOS



Canal: Crash Course

Canal que cuenta con videos referentes a varias ramas de la ciencias y una sección exclusiva para la HDC.

Idioma: Ingles (sub. español)



Canal: Academia Nacional de Ciencias de Costa Rica

Este documental fue realizado como parte de la celebración del bicentenario de la independencia y se explora la historia de la ciencia costarricense.

Idioma: Español



Canal: Proyecto G

Lista de reproducción que contiene videos animados sobre algunos de los grandes fraudes que han ocurrido en la ciencia.

Idioma: Español





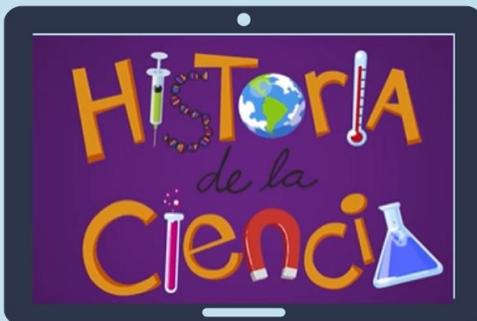
Canal: Proyecto G

Con mucho humor el video de Proyecto G presenta la historia del conflicto entre Newton y Leibniz por el cálculo infinitesimal.
Idioma: Español



Canal: TED-Ed

En este video se narra cómo Arquímedes logra descubrir el principio que lo haría famoso, al hallar la respuesta para investigar a un sospechoso orfebre.
Idioma: Inglés (sub. Español)



Canal: PUCP

Lista de reproducción referente a diversos acontecimientos científicos que cambiaron la historia, como la creación de la vacuna contra la viruela.
Idioma: Español



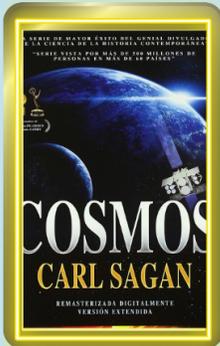
Canal: El Robot de Platón

Una lista de reproducción que cuenta con 10 episodios cortos que abordan la ciencia a lo largo de la historia hasta la actualidad.
Idioma: Español



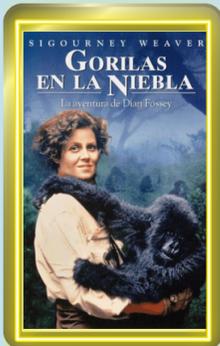


PELÍCULAS Y SERIES



Cosmos (1980)

Serie de divulgación científica donde se abordan el origen de la vida y la historia de la astronomía y la ciencia. Fue escrita por Carl Sagan, Ann Druyan y Steven Soter.



Gorilas en la niebla (1988)

Representa la vida de la antropóloga estadounidense Dianne Fossey, quien dedicó gran parte de su vida a estudiar a los gorilas de montaña y promover su protección, ya que en los años 60 se cazaba de manera legal a esta especie para venderlos a los zoológicos y hacer souvenirs.



Apolo 13 (1995)

Narra los acontecimientos ocurridos durante la misión de Apolo 13 hacia la Luna. Además, de las preocupaciones y angustias sufridas por los tripulantes de la nave especial.



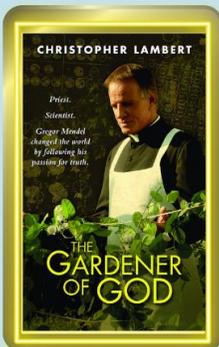
La duda de Darwin (2009)

Plantea acontecimientos reales y ficticios de Charles Darwin y su esposa Emma Darwin, quien era altamente religiosa, por tanto el naturalista se encontraba en un conflicto entre su deseo por publicar su libro "El origen de las especies" y sus propias creencias y las de su esposa.



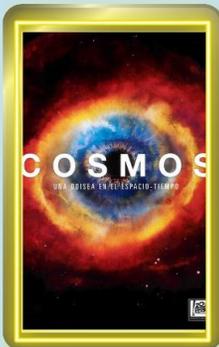
Nombre: Ágora (2009)

Se sitúa en el siglo IV en la biblioteca de Alejandría mientras ocurrían las protestas cristianas. Por lo que, se da una lucha en la conservación del conocimiento y el dominio del cristianismo.



The Gardener of God (2013)

Retrata la lucha de Mendel por cambiar las políticas fiscales aplicadas a los monasterios de su país y sus luchas por cambiar la mentalidad de las personas con respecto a su gran descubrimiento. Mendel se pregunta si es posible reconciliar la fe y la ciencia, y si su descubrimiento será útil para la humanidad o no.



Cosmos (2014)

Es la continuación de la serie Cosmos de 1980, es presentada por Neil deGrasse Tyson, quien se inspiró en Carl Sagan para realizarla.



Talentos ocultos (2016)

Basada en el libro del mismo nombre, esta película se centra en la historia de tres brillantes mujeres científicas afroamericanas que trabajaron en la NASA en plena carrera espacial y en medio de la lucha por los derechos civiles de las personas afrodescendientes estadounidenses.



La guerra de las corrientes (2019)

Esta cinta se centra en reconstruir uno de los episodios cruciales en la HDC y la tecnología moderna como lo fue la batalla entre Thomas Edison y George Westinghouse por controlar la producción y distribución de la electricidad para iluminar a Estados Unidos.



Radioactive (2020)

Esta película se centra en la vida de la científica polaca Marie Curie, quien debe pelear contra la sociedad para lograr llevar a cabo sus investigaciones junto con su esposo Pierre Curie. Este filme se centra en la vida personal y científica de Marie.



ESTRATEGIAS PARA LA INCORPORACIÓN DE LA HDC



De acuerdo con los resultados obtenidos, las estrategias más utilizadas para la inclusión de la HDC en la carrera de EC son:

- Trabajo colaborativo.
- Aprendizaje por descubrimiento.
- Aprendizaje basado en problemas.
- Gamificación.

El hecho que un(a) profesor(a) planifique sus clases y procure la incorporación de diversas estrategias, permite que la enseñanza se aleje de un modelo tradicional que difícilmente va a cumplir con el incentivo de habilidades indispensables para la carrera docente. Por ello, se propone el uso de las cuatro estrategias didácticas, anteriormente mencionadas, con el fin de enriquecer el desarrollo profesional.

1

TRABAJO COLABORATIVO

Recomendación



Para lograr que el trabajo planeado en donde se desee incluir la HDC sea colaborativo es muy importante tener presente que:

- ➔ La actividad y su organización sea intencionada.
- ➔ La asignación permita que todos los miembros del grupo logren aprender.
- ➔ Todos los estudiantes contribuyan para cumplir con el objetivo dado.
- ➔ Se incentive una responsabilidad de equipo que sea compartida.
- ➔ La tarea efectúe los objetivos de aprendizaje de la asignatura, en este caso la HDC.

(Sandoval et al., 2012 y Barkley et al., 2005 como se citó en UMDU, 2017)

2

APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO

Recomendación



Con el fin de aplicar esta estrategia para incorporar la HDC se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

Condiciones que deben existir para el descubrimiento

- A** El docente debe restringir la búsqueda para que el estudiante se encuentre en la dirección correcta hacia el objetivo de la clase o actividad.
- B** Los objetivos y los medios planteados por la persona docente requieren ser específicos y llamativos con el fin de provocar interés en el estudiantado.
- C** Es de suma importancia indagar en los conocimientos previos de los discentes para conocer el punto de partida y la guía que se les debe brindar en el proceso de aprendizaje.
- D** Se necesita familiarizar a las personas que se encuentran en el proceso de aprendizaje con el procedimiento de observación, búsqueda, control y medición de variables, ya que son las herramientas que se utilizarán en el descubrimiento.

(Baro, 2011)

3

APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS

¿Cómo se implementa esta estrategia?



Para elaborar un problema se debe considerar lo siguiente:

I

Determinar para qué unidad de aprendizaje se utilizará el aprendizaje basado en problemas y qué contenidos se quieren involucrar en el problema.

II

Preguntarse: ¿Qué problemas o productos reales, especialmente de su vida profesional, podría resolver o construir un estudiante que supiera dichos contenidos?

III

Formular un escenario y las posibles preguntas que acompañarán el problema que se le dará a los estudiantes.



! Importante:

El contexto debe ser fácilmente identificable y no confuso para los estudiantes.

El problema debe, para empezar, atrapar el interés de los estudiantes y motivarlos a lograr un aprendizaje profundo.

(Bretel, 2019)

4

GAMIFICACIÓN

Recomendación



Incluir el juego en las clases es una de las formas más atractivas para tener estudiantes activos en los salones de clase y para ello, se plantean los siguientes ocho consejos:



- Definir el objetivo claramente

- Ambientar la actividad como una narrativa

- Proponer retos específicos

- Plantear las reglas de participación

- Crear un sistema de recompensas

- Permitir que el estudiantado conozca su progreso

- Crear niveles con diferente dificultad

(Ocon, 2017 como se citó en Montes, 2018)

TÉCNICAS PARA LA INCORPORACIÓN DE LA HDC



Procurar la diversidad de técnicas dentro del salón de clases es vital para la implementación de la HDC, ya que ocasiona que la historia se vea desde otra perspectiva, lo que la convierte en llamativa. Por ello, en esta sección se presentan algunas de las técnicas que se pueden utilizar para incluir este tópico.

De igual forma, se brindan recomendaciones para el uso de cada técnica con el fin de que no se pierda el objetivo de su aplicación.

YEAH!



1 CÓMICS

Un cómic relata historias por medio de recuadros con ilustraciones y palabras. Además, el texto que contienen varía en extensión según la intención del creador, por tanto se convierte en un formato muy versátil y adaptable a diferentes edades al contar historias a través de secuencias (Tempone, 2021).

Utilizar esta técnica para incluir la HDC, permite que la historia se rescate de una forma visual y creativa de manera que pueda despertar el interés en los discentes.



(Bayarri, 2012)

Cómic de la Historia de la Ciencia

La "Colección Científicos" fue impulsada por Jordi Bayarri, luego se unieron la doctora en HDC Tayra Lanuza y Dani Sejas como colorista. Esta serie de cómics se ha dedicado a contar la historia de científicos como Darwin, Einstein, Marie Curie, Mendeléiev, Newton, Galileo, entre otros.

Herramientas digitales para el aprendizaje y creación de cómics



Cursos en línea



La plataforma de enseñanza en línea Domestika ofrece una serie de cursos dedicados a la creación y organización de los cómics. Esta opción está dirigida a las personas que deseen explotar o potenciar sus habilidades artísticas y creativas.



Introducción al cómic autobiográfico
Curso de Mariano Diaz Prieto



El cómic es otra historia
Curso de Paco Roca

Plataformas para crear cómics



Recomendación



Tomando en cuenta la naturaleza de esta técnica se recomienda que sea utilizada en los cursos de taller de cada área (Química, Física y Biología) y en los cursos de pedagogía, en los cuales se hace énfasis en aprender cómo los docentes pueden enseñar los diferentes contenidos científicos.

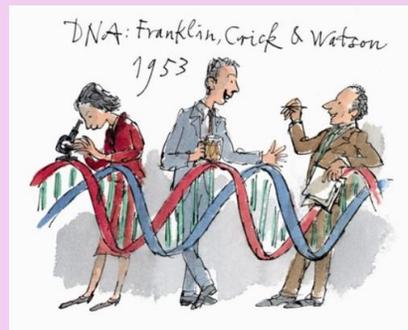
2

ERRORES Y CONTROVERSIAS



Rescatar los errores y controversias alrededor de la ciencia en la formación docente permite evidenciar que la ciencia ha estado envuelta de tropiezos y desacuerdos, al plantear que todo resultado obtenido por las personas investigadoras está sujeto a una rectificación por parte de la comunidad científica y hasta la misma sociedad.

Además, al implementar esta técnica da a conocer otras facetas que componen a la identidad de una persona científica y de la ciencia misma.

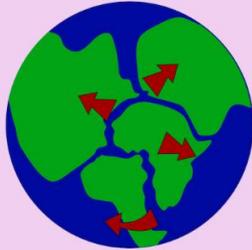


Recomendación



Se sugiere que al utilizar los errores y controversias en los salones de clase se fomente la libre expresión de ideas así como el respeto hacia las mismas, donde se pueda generar un ambiente para abordar estos acontecimientos con un enfoque crítico y analítico, y a su vez, incentivar debates pacíficos en lo que se potencien habilidades en los docentes en formación.

Posibles controversias a utilizar



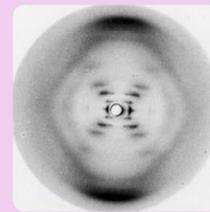
Alfred Wegener, 1915
(Deriva continental)



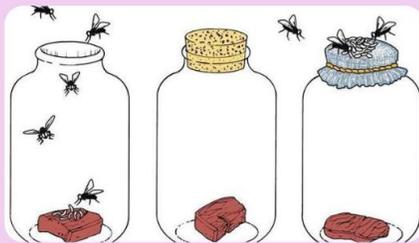
Ignaz Semmelweis, 1846
(Fiebre puerperal)



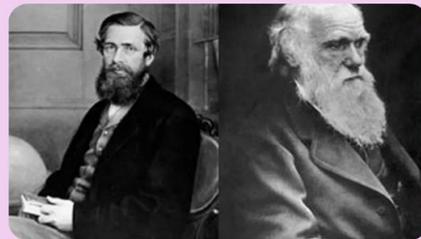
Pasteur y Liebig, Siglo
XVIII - XIX
(Fermentación)



R. Franklin, 1953
(Doble hélice del ADN)

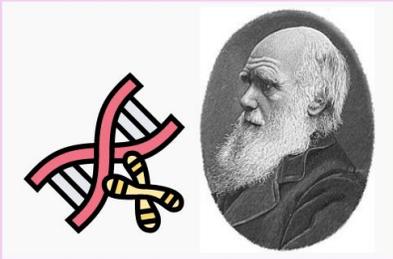


Pasteur y Pouchet,
1859 - 1864
(Generación espontánea)

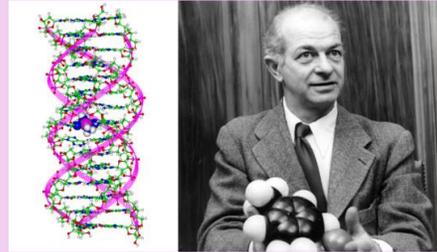


Darwin y Wallace,
1858
(Teoría de la evolución)

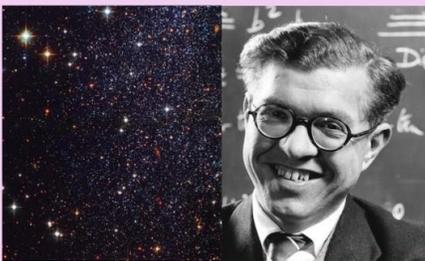
Posibles errores a utilizar



La percepción de Darwin con respecto a la herencia



La triple hélice de Pauling



Teoría del Universo estático de Fred Hoyle



El cálculo de la edad de la Tierra de Lord Kelvin

Recomendación



Utilizar los errores científicos durante la formación docente es de suma importancia para evidenciar que, si bien es cierto los científicos mencionados en este apartado dieron grandes aportaciones a la comunidad científica, estos no estuvieron exceptos de cometer errores. Lo importante es hacer ver que estas fallas son una oportunidad para reformular y aprender a partir de ellos.

3

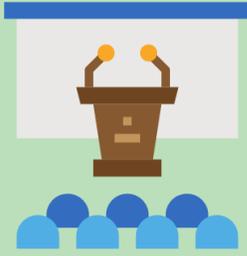
PROYECTOS



Tomando en cuenta que en varios de los cursos que conforman la malla curricular de la carrera de EC, se propone el uso de proyectos de temas referentes al curso, se incentiva que se dé la oportunidad de incluir la Historia de la Ciencia en estos.

De manera que la comunidad estudiantil decida el abordaje histórico a implementar en su proyecto y así puedan aprovechar de los beneficios, ya discutidos, que la historia posee en el aprendizaje de los y las educadoras en formación.

Incluir la HDC en los proyectos del estudiantado no tiene la intención de que dicho proyecto se convierta en una recopilación histórica, sino en explicar y relacionar por medio de hechos sociales, culturales, personales, entre otros, cómo se vio influenciada la persona científica para realizar sus investigaciones.



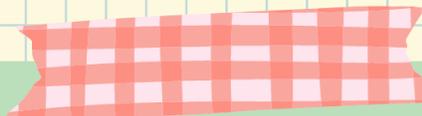
CONFERENCIAS

4



Un método para enriquecer los conocimientos científicos de los estudiantes de la carrera de EC es por medio de las conferencias brindadas por personas especializadas en la temática que se desea fomentar. Por ello, se sugiere a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y CIDE que se extienda una invitación para brindar charlas referentes a la Historia de la Ciencia y su aplicación en la enseñanza.

Si bien es cierto, esta temática no es muy estudiada podría dirigirse la invitación a las personas pioneras en la región latinoamericana para brindar un espacio de educación científica, como por ejemplo: el Dr. Luigi Cuellar Fernández, Dr. Mario Quintanilla Gatica, Dra. Mercè Izquierdo Aymerich y Dr. Fredy Ramón Garay Garay. Cuyas investigaciones han enriquecido este trabajo.



RECURSOS ESPECÍFICOS PARA DOCENTES



Como parte indispensable de la labor docente está la importancia de estar en constante actualización. Por eso se han seleccionado una serie de recursos para que los docentes que imparten lecciones en la carrera de EC que lo tengan a bien, puedan acceder a estos.

Literatura



Curso en línea



BIBLIOGRAFÍA

Academia Nacional de Ciencias de Costa Rica. (15 de septiembre de 2021). Documental histórico: "El despertar del conocimiento: 200 años de ciencia en Costa Rica" [Archivo de video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=STDIDx9MMj4>

Amenábar, A. (Director). (2009). *Ágora* [Película]. Focus Features; Sogepaq; Telecinco Cinema

Amiel, J. (Director). (2009). *La duda de Darwin* [Película]. Recorded Picture Company (RPC); UK Film Council; Newmarket

Andorfer, G. y McCain, R. (Productores ejecutivos). (1980). *Cosmos: Un viaje personal* [Serie de Televisión]. Carl Sagan Productions; KCET; BBC y Polytel International

Apted, M. (Director). (1988). *Gorilas en la niebla* [Película]. The Guber-Peters Company

Asimov, I. (2010). *Breve historia de la química*. Alianza Editorial. ISBN-10: 8420664219

Baro, A. (2011). Metodologías activas y aprendizaje por descubrimiento. *Innovación y experiencias educativas*, 40, 1-11. ISSN: 1988-6047

Bayarri, J. (2012). *Darwin, la evolución de la teoría* [Dibujo]. Issuu. https://issuu.com/jordibayarri/docs/avance_darwin

Bretel, L. (2019). *Manual de aprendizaje basado en problemas (ABP) y aprendizaje basado en proyectos (ABPro): Orientaciones para su diseño e implementación en aula*. Universidad Tecnológica de Chile INACAP. ISBN: 978-956-399-005-8

Bryson, B. (2016). Una breve historia de casi todo. RBA Bolsillo. ISBN-10: 8492966793

Challoner, J. (2013). La historia de la ciencia un relato ilustrado. Océano Travesía. ISBN-10: 6074008922

CrashCourse. (23 de marzo de 2020). History of science [Archivo de video]. Youtube. <https://www.youtube.com/playlist?list=PL8dPuuaLjXtNppY8ZHMPDH5TKK2UpU8Ng>

Darwin, C. (1988). El origen de las especies. Austral. ISBN 10: 8467029153

Diaz, M. (2019). Introducción al cómic autobiográfico. Domestika. <https://www.domestika.org/es/courses/371-introduccion-al-comic-autobiografico>

Einstein, A. (2018). Sobre la Teoría de la Relatividad Especial y General. BN Publishing. ISBN-10: 168411683X

El Robot de Platón. (19 de febrero de 2022). La ciencia a través de la historia - El robot de platón [Archivo de video]. Youtube. https://www.youtube.com/playlist?list=PLZ_OseQ82tINu26QkSLjGT15_-F7OG0XX

Gomez-Rejon, A. (Director). (2019). La guerra de las corrientes [Película]. Bazelevs Company; Film Rites y Thunder Road Pictures

Gratzer, W. (2004). Eureka y Euforias: Cómo entender la ciencia a través de sus anécdotas. Crítica. ISBN-10: 8498923271

Heisenberg, W. (1985). La imagen de la naturaleza de la física actual. Ediciones Orbis. ISBN 10: 8476341849

Howard, R. (Director). (1995). Apolo 13 [Película]. Imagine Entertainment

Ignotofsky, R. (2018). Mujeres de Ciencia: 50 pioneras intrépidas que cambiaron el mundo. Loqueleo. ISBN-10: 6070133625

Levi-Montalcini, R. (2017). Las pioneras: Las mujeres que cambiaron la sociedad y la ciencia desde la Antigüedad hasta nuestros días. Editorial Crítica. ISBN-10: 8417067345

MacFarlane, S., Druyan, A., Braga, B. y Cannold, M. (Productores ejecutivos). (2014). Cosmos: Una odisea en el espacio-tiempo [Serie de Televisión]. Cosmos Studios y Fuzzy Door Productions

Marabini, L. (Directora). (2013). The Gardener of God [Película]. Condor Pictures; Liamar Media World; Riviera Film

Melfi, T. (Director). (2016). Talentos ocultos [Película]. 20th Century Studios; Chernin Entertainment; Donna Gigliotti y TSG Entertainment

Montes, I. (2017). La gamificación en el aula: aprender jugando, aprender con alegría. Revista Para el Aula, 28, 31-32. https://www.usfq.edu.ec/sites/default/files/2020-07/pea_028_0012.pdf

Proyecto G. (28 de junio de 2014). Grandes fraudes de la ciencia [Archivo de video]. Youtube. <https://www.youtube.com/playlist?list=PLhgT55kPyDbWs5HZmOgvJYBzLBoij4FWV>

Proyecto G. (12 de noviembre de 2012). Newton Vs. Leibniz - Grandes peleas de la ciencia - Proyecto G [Archivo de video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=fOIPCSpCNVA&list=PLhgT55kPyDbWS7kYzDjzMHYRif-ux0Bcj&index=2>

PUCD. (5 de agosto de 2020). Historia de la Ciencia [Archivo de video]. Youtube. https://www.youtube.com/playlist?list=PLWDrEPTsXAxO6Hv5hv3iZcT_m366ouGQO

Reeves, H., de Rosnay, J., Coppens, Y. y Simonnet, D. (1997). La historia más bella del mundo: Los secretos de nuestros orígenes. Editorial Anagrama. ISBN-10: 8433905392

Roca, P. (2018). El cómic es otra historia. Domestika. <https://www.domestika.org/es/courses/31-el-comic-es-otra-historia>

Sacks, O., Kevles, D., Lewontin, R., Gould, S. y Miller, J. (1996). Historias de la ciencia y del olvido. Siruela. ISBN-10: 8478443282

Satrapi, M. (Directora). (2020). Radioactive [Película]. Shoebox Films; Studio Canal; Working Title Films

TED-Ed. (6 de septiembre de 2012). Cómo un baño dio lugar al principio de Arquímedes - Mark Salata [Archivo de video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=ijj58xD5fDI>

Tempone, D. (2 de junio de 2021). ¿Qué es un cómic y qué elementos lo componen?. Blog de Domestika. <https://www.domestika.org/es/blog/7964-que-es-un-comic-y-que-elementos-lo-componen>

Unidad de mejoramiento de la docencia universitaria (UMDU). (2017). ¿Cómo fomentar el trabajo colaborativo en mi clases?. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. http://vra.ucv.cl/ddcyf/wp-content/uploads/2017/08/como-fomentar-el-trabajo-colaborativo-en-clases_actualizada.pdf

5. Conclusiones

A continuación, se presentan las principales conclusiones que se exteriorizaron a partir del análisis de los resultados obtenidos en esta investigación.

5.1 Conclusiones

5.1.1 Elementos de la Historia de la Ciencia que se incluyen en la formación docente de la carrera de Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Nacional

- Los elementos de índole sociocultural, experimental, controversial y producto de hallazgos científicos (hipótesis, validación, errores y revolución científica) son considerados como parte de la HDC por los docentes y estudiantes. Además, los que se incorporan en la carrera en mayor medida corresponden al contraste entre teorías nuevas y antiguas y la aceptación o descarte de teorías, lo cual facilita la comprensión de la construcción científica.
- Se evidenció que no se da una inclusión activa de los elementos de carácter social, disputas y cuestionamientos iniciales en la formación de los docentes de ciencias, lo que priva de un conocimiento medular de la HDC como lo es comprender la influencia que tiene la sociedad en el desarrollo de la ciencia, mientras que el elemento de menor incorporación es el que hace referencia a las prácticas poco éticas en la ciencia.
- Los aportes y luchas de las mujeres en la ciencia no son abordadas en la carrera de EC, lo cual deja de lado la oportunidad de resaltar el protagonismo que tenían las mujeres en la generación de conocimiento científico y reivindicar en la actualidad sus aportes en los distintos campos de la ciencia y tecnología.
- En los programas de estudio se evidenció la casi nula incorporación de la HDC en comparación con la cantidad de contenidos abordados a lo largo de la carrera, lo que implica una decisión personal por parte de los docentes para incluir la historicidad en las diferentes asignaturas.

5.1.2 Percepción de las personas docentes y estudiantes de la carrera de Enseñanza de las Ciencias sobre la importancia de la Historia de la Ciencia y su incorporación a la formación docente

- Las personas estudiantes y educadoras coincidieron en que la HDC ayuda en la comprensión teórica, práctica y experimental de la ciencia y mejora la imagen de esta, lo que es beneficioso para la formación docente al brindarle una visión más amplia de los conocimientos que van a impartir.
- Se evidenció una alta aceptación al considerar a la HDC como parte en el proceso formativo de buenos ciudadanos al visualizar el carácter humano de la ciencia, lo cual, no asegura su influencia en las personas en la toma de mejores decisiones o el empleo de una ética correcta en su práctica profesional.
- Se encontró que el principal obstáculo para incluir la HDC es la ausencia de tópicos históricos en la malla curricular de la carrera, por lo que no se destina un tiempo dentro de la planificación de las lecciones, exceptuando cuando los y las docentes deciden incorporarla por su propia convicción.
- Las principales estrategias utilizadas para incluir la HDC en las lecciones corresponden al trabajo colaborativo, aprendizaje por descubrimiento y el uso de experimentos, en tanto, las menos implementadas por los docentes de las cuatro áreas de la carrera fueron las conferencias, gamificación y dramatización.
- La ausencia de un curso sobre HDC representa en la formación docente una limitante en el conocimiento, habilidades y crecimiento docente, la cual podría subsanarse al transversalizar la historia y los conceptos en el momento que son estudiados para la formación integral de los estudiantes.

5.1.3 Lineamientos orientadores para la inclusión de los elementos medulares de la Historia de la Ciencia en la formación docente de la carrera de Enseñanza de las Ciencias

- Los lineamientos elaborados contienen recursos, estrategias y técnicas didácticas, así como recomendaciones para el uso de la HDC en la formación docente con la finalidad de atender las debilidades encontradas en la carrera relacionadas con este tópico y así promover un desarrollo docente integral y completo.

6. Recomendaciones

Las recomendaciones que se mencionan a continuación van dirigidas a la carrera de Enseñanza de las Ciencias, a la comunidad docente y a las futuras personas investigadoras sobre la HDC.

6.1 A la carrera de Enseñanza de las Ciencias de la UNA

- Realizar una reflexión de cuáles son las asignaturas estratégicas en las cuatro unidades académicas en las que se podría incorporar la HDC en sus contenidos con la intención de darle la base histórica a los y las futuras docentes de ciencias.
- Hacer un estudio para determinar la manera idónea de implementar la HDC en la carrera de EC, ya sea por medio de un abordaje transversal en las asignaturas o la creación de un curso optativo.
- Brindar espacios de reflexión sobre la HDC con personas expertas en la temática, con la finalidad de que estudiantes y docente de EC y otras carreras ofertadas en la UNA puedan asistir y aprender sobre la historia científica.
- Establecer un programa de capacitación docente de las cuatro áreas medulares de la carrera acerca de cómo implementar el contenido histórico mediante diversas estrategias y técnicas didácticas.
- Tomar en cuenta la información de los lineamientos orientadores elaborados en este trabajo para el desarrollo de las diversas asignaturas que conforman la carrera de EC.

6.2 A los y las docentes a cargo de las asignaturas de la carrera de EC

- Comprometerse a abordar la HDC de tal forma que invite a los y las estudiantes a cuestionamientos y análisis críticos que conduzcan a un aprendizaje significativo.

- Incorporar estrategias didácticas e innovadoras para mejorar la enseñanza y formación docente que facilite el aprendizaje de la HDC.
- Evitar que las clases en las que se incluya la HDC se conviertan en una lección de historia, sino que por medio de cuestionamientos iniciales o la utilización de algún suceso histórico se logre la comprensión del origen científico del tópico abordado. Si lo anterior se omite se corre el riesgo de perder el sentido de la aplicación de la HDC.

6.3 Para futuras investigaciones

- Explorar el papel que las mujeres y las minorías han tenido en la construcción científica y cómo su influencia ha sido invisibilizada con los años.
- Indagar cuáles son aquellos cuestionamientos o preguntas iniciales realizadas por las personas investigadoras del pasado que generan mayor impacto en la comprensión de los conceptos científicos.
- Para futuras investigaciones enfocadas en esta temática se recomienda incluir entrevistas con expertos sobre la HDC.
- Evaluar el grado de conocimiento específico sobre la HDC y estrategias didácticas que posee el cuerpo docente encargado de la carrera de EC.

7. Bibliografía

- Abanades, M. (2016). Nuevo perfil del docente en la educación superior: formación, competencias y emociones. *Opinión*, 32(8), 17-37. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31048481002>
- Academia Nacional de Ciencias de Costa Rica. (15 de septiembre de 2021). *Documental histórico: "El despertar del conocimiento: 200 años de ciencia en Costa Rica"* [Archivo de video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=STDIDx9MMj4>
- Acevedo-Díaz, J. y García-Carmona, A. (2017). *Controversias en la historia de la ciencia y cultura científica*. Los Libros de la Catarata. Editorial Catarata. <https://bit.ly/34QgAKq>
- Aguilar, Y. y Alamino, D.J. (2019). La historia y epistemología como concepción didáctica en la enseñanza de la física. *Latin-American Journal of Physics Education*, 13(1), 1301-1-1301-6. http://www.lajpe.org/mar19/13_1_01.pdf
- Alamino, D. y Aguilar, Y. (2014). *Integración de la Historia y la Filosofía de la Ciencia y la enseñanza de la física: Fundamentaciones y experiencias en Cuba*. Santiago, Chile. III conferencia latinoamericana del international, history and philosophy of science teaching group IHPST-LA 2014. <http://laboratoriogrecia.cl/wp-content/uploads/2015/11/P8-ALAMINO-AGUILAR.pdf>
- Alvarado, A., Zúñiga, A. y Torres, I. (2017). Plan de estudios carrera licenciatura en la enseñanza de las ciencias rediseño. Universidad Nacional. Costa Rica.
- Álvarez, E. y Manzano, D. (2018). Propuesta didáctica para el empleo de la Historia de la Ciencia en la enseñanza del primer principio de la Termodinámica en Educación Secundaria. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, 25, 9-28. <https://revistaseug.ugr.es/index.php/reugra/article/view/16595/14121>
- Álvarez-Gayou, J., Camacho, S., Maldonado, G., Trejo, C., Olgún, A. y Pérez, M. (2014). La investigación cualitativa. *Xikua*, 2(3). <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tlahuelilpan/n3/e2.html>

- Amenábar, A. (Director). (2009). *Ágora* [Película]. Focus Features; Sogepaq; Telecinco Cinema.
- Amiel, J. (Director). (2009). *La duda de Darwin* [Película]. Recorded Picture Company (RPC); UK Film Council; Newmarket.
- Andorfer, G. y McCain, R. (Productores ejecutivos). (1980). *Cosmos: Un viaje personal* [Serie de Televisión]. Carl Sagan Productions; KCET; BBC y Polytel International.
- Andrade, C., Siguenza, J. y Chitacapa, J. (2020). Capacitación docente y educación superior: propuesta de un modelo sistémico desde Ecuador. *Revista Espacios*, 41 (33), 46- 60. <https://www.revistaespacios.com/a20v41n33/a20v41n33p05.pdf>
- Apted, M. (Director). (1988). *Gorilas en la niebla* [Película]. The Guber-Peters Company.
- Arias, M. y Navarro, M. (2017). Epistemología, Ciencia y Educación Científica: premisas, cuestionamientos y reflexiones para pensar la cultura científica. *Actualidades Investigativas en Educación*, 17(3), 1-20. <http://dx.doi.org/10.15517/aie.v17i3.29878>
- Aristizábal, C. (2017). *Fortalecimiento de la identidad profesional docente mediante la interacción en una comunidad de desarrollo profesional a través del uso de la historia de la ciencia* [Tesis de doctorado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <https://laboratoriogrecia.cl/?p=4849>
- Arteaga, E., Armada, L., y Del Sol, J. (2016). La enseñanza de las ciencias en el nuevo milenio. Retos y sugerencias. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(1), 169-176. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/321/318>
- Asimov, I. (2010). *Breve historia de la química*. Alianza Editorial. ISBN-10: 8420664219
- Aucancela, J. (2015). *Análisis de las estrategias didácticas para el aprendizaje de las ciencias naturales, en los estudiantes de octavo año de la unidad educativa capitán Edmundo Chiriboga, cantón Riobamba, periodo lectivo 2014-2015* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/3000/1/UNACH-FCEHT-TG-E.BQYLAB-2016-000017.pdf>

- Barbosa, C. y Guerra, A. (2016). Cultural History of Science: A Possible Path for Discussing Scientific Practices in Science Teaching?. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 16(3), 749-771. https://www.researchgate.net/publication/311668011_Cultural_History_of_Science_A_Possible_Path_for_Discussing_Scientific_Practices_in_Science_Teaching
- Baro, A. (2011). Metodologías activas y aprendizaje por descubrimiento. *Innovación y experiencias educativas*, 40, 1-11. ISSN: 1988-6047
- Bayarri, J. (2012). Darwin, la evolución de la teoría [Dibujo]. Issuu. https://issuu.com/jordibayarri/docs/avance_darwin
- Beard, K. (2015). *The Role of Social Context in the Production of Scientific Knowledge* [Tesis de pregrado, The University of Tennessee]. Tennessee Research and Creative Exchange (TRACE). https://trace.tennessee.edu/utk_chanhonoproj/1852/
- Bertomeu, J.R., Moreno, L., Muñoz, R. y Pariente, J.A. (2017). Historia y enseñanza de las ciencias: Nuevas perspectivas y oportunidades para la colaboración. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra), 3779-3783. <https://bit.ly/30SCmeA>
- Bretel, L. (2019). Manual de aprendizaje basado en problemas (ABP) y aprendizaje basado en proyectos (ABPro): Orientaciones para su diseño e implementación en aula. Universidad Tecnológica de Chile INACAP. ISBN: 978-956-399-005-8
- Bryson, B. (2016). *Una breve historia de casi todo*. RBA Bolsillo. ISBN-10: 8492966793
- Bunge, M. (2017). El planteamiento científico. *Revista Cubana de Salud Pública*, 43(3), 470-498. <https://www.scielosp.org/article/rcsp/2017.v43n3/470-498/#>
- Cabrera, H. y García, E. (2014). Historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias: el caso de la reacción química. *Revista Brasileira de História da Ciência*, 7(2), 298-313. <https://bit.ly/3ssm0os>
- Cabrera, H., Durán, S. y Quintanilla, M. (2019). Análisis descriptivo de las concepciones sobre historia de las ciencias en profesores en formación inicial. *Logos, Ciencia & Tecnología*, 11(2), 34-45. <https://doi.org/10.22335/rict.v11i2.482>

- Camacho, J. y Quintanilla, M. (2008). Resolución de problemas científicos desde la historia de la ciencia: retos y desafíos para promover competencias cognitivas lingüísticas en la Química escolar. *Ciência & Educação*, 14(2), 197-212. <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v14n2/a02v14n2.pdf>
- Campanario, J. (1998). Ventajas e inconvenientes de la Historia de la Ciencia como recurso en la Enseñanza de las Ciencias. *Revista de Enseñanza de la Física*, 11 (1), 5-14. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/16195>
- Cardona, O. y Camargo, O. (2020). Reflexiones en torno a los aspectos de la revolución científica planteados por Kuhn, involucrados en los modelos del universo y la idea de la esfera celeste. Seminario Historia y Epistemología de las Ciencias II. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.14795.82721>
- Carrillo, L., Morales, C., Pezoa, V. y Camacho, J. (2011). La historia de la ciencia en la enseñanza de la célula. *Tecné, Episteme y Didaxis*, (29), 112-127. <https://doi.org/10.17227/ted.num29-1091>
- Castro, C. (2017). La relevancia del análisis curricular en las carreras universitarias para garantizar la calidad de la educación superior. *Revista Innovación Universitaria*, 1(2), 7-19. <https://revistas.uia.ac.cr/index.php/InnovacionU/article/download/53/60/#:~:text=El%20an%C3%A1lisis%20del%20curr%C3%ADculo%20de,a%20las%20problemas%20sociales%20en>
- Causil, L. y Rodríguez, A. (2021). Aprendizaje basado en proyectos (ABP): experimentación en laboratorio, una metodología de enseñanza de las Ciencias Naturales. *Plumilla Educativa*, 27(1), 105-128. <https://doi.org/10.30554/pe.1.4204.2021>
- Challoner, J. (2013). *La historia de la ciencia un relato ilustrado*. Océano Travesía. ISBN-10: 6074008922
- Colín, M. (2019). Importancia del perfil docente. *Acta Educativa*, 20, 1-6. <https://revista.universidadabierta.edu.mx/2019/07/09/importancia-del-perfil-docente>
- Cortés, C. y Puga, J. (2015). La transversalidad como estrategia curricular en la formación del Estudiante Universitario. En M. Peña (Ed.), *La función de la Universidad ante los retos de*

- la Sociedad del Conocimiento Proceedings T-II* (Vol. II, pp. 53-58). ECORFAN.
https://www.ecorfan.org/proceedings/CDU_II/TOMO_II.pdf
- CrashCourse. (23 de marzo de 2020). *History of science* [Archivo de video]. Youtube.
<https://www.youtube.com/playlist?list=PL8dPuuaLjXtNppY8ZHMPDH5TKK2UpU8Ng>
- Darwin, C. (1988). *El origen de las especies*. Austral. ISBN 10: 8467029153
- Del Castillo, D. y Rodríguez, T. (2018). La ética de la investigación científica y su inclusión en las ciencias de la salud. *Acta Médica del Centro*, 12(2), 213-227.
<http://www.revactamedicacentro.sld.cu/index.php/amc/article/view/880/1157>
- Del Pino, A., García, G. y Campos, M. (2017). La literatura como vehículo para el aprendizaje de la ciencia: el ciclo del agua. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, 12(35), 201-215. <https://www.redalyc.org/journal/924/92452928010/html/>
- Díaz, M. (2014). La importancia de la capacitación docente de educación básica para alcanzar la calidad educativa: el caso de México [Tesis de maestría, Universidad Pedagógica Nacional]. <http://200.23.113.51/pdf/30392.pdf>
- Diaz, M. (2019). *Introducción al cómic autobiográfico*. Domestika.
<https://www.domestika.org/es/courses/371-introduccion-al-comic-autobiografico>
- Echeverri, J. y Guillermo, L. (2003). ¿Qué es la epistemología?. *Cinta de Moebio*, 18, 0.
<https://www.redalyc.org/pdf/101/10101802.pdf>
- Einstein, A. (2018). *Sobre la Teoría de la Relatividad Especial y General*. BN Publishing. ISBN-10: 168411683X
- El Robot de Platón. (19 de febrero de 2022). La ciencia a través de la historia - El robot de platón [Archivo de video]. Youtube.
https://www.youtube.com/playlist?list=PLZ_OseQ82tNu26QkSLjGT15_-F7OG0XX
- Espinosa, E. (2016). La reflexión y la mediación didáctica como parte fundamental en la enseñanza de las ciencias: un caso particular en los procesos de formación docente. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*, 40, 107–128. <https://doi.org/10.17227/01203916.6149>

- Fernández, L., Gatica, M. y Blancafort, A. (2010). La importancia de la Historia de la Química en la enseñanza escolar: análisis del pensamiento y elaboración de material didáctico de profesores en formación. *Ciência & Educação*, 16(2), 277-291. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132010000200001>
- Galiano, J. (2014). *Estrategias de enseñanza de la química en la formación inicial del profesorado* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Educación a Distancia]. <http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/tesisuned:Educacion-Jgaliano/GALIANO Jose Eduardo Tesis.pdf>
- Galili, I. (2015). On the involvement of history and philosophy of science in teaching science- an approach promoting cultural content knowledge. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 9(1), 7-17. <https://pasithee.library.upatras.gr/review/article/view/2254/2425>
- Gallego, A. y Gallego, R. (2007). Historia, epistemología y didáctica de las ciencias: unas relaciones necesarias. *Ciência & Educação (Bauru)*, 13(1), 85-98. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132007000100006>
- Garay, F. (2011). Perspectivas de Historia y Contexto Cultural en la Enseñanza De Las Ciencias: Discusiones para los Procesos de Enseñanza y Aprendizaje. *Ciência & Educação*, 17 (1), 51-62. <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/RXw644JDKNdWRtB4Zt5YQhw/?lang=es&format=pdf>
- García, Á. (2009). Aportes de la historia de la ciencia a la formación permanente del profesorado universitario. Un caso en el área de la fisicoquímica. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra), 1672-1675. https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2009nEXTRA/edlc_a2009nExtrap1672.pdf
- García, M. (2018). Historia de la Química y educación bioética. *Varona, Revista Científico-Metodológica*, edición especial, 1-6. <http://scielo.sld.cu/pdf/vrcm/n66s1/1992-8238-vrcm-66-s1-e22.pdf>
- García-Martínez, A. e Izquierdo, M. (2014). Contribución de la Historia de las Ciencias al desarrollo profesional de docentes universitarios. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(1), 265-281. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.758>

- Garduño, T. (2009). Guía Técnica para elaborar o actualizar Lineamientos. Procuraduría Federal del Consumidor. México.
<https://www.profeco.gob.mx/juridico/Documentos/CGA/Manuales/GT-EAL-610.pdf>
- Gil, D. y Vilches, A. (2006). Educación, ciudadanía y alfabetización científica: Mitos y Realidades. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42, 31-53.
<https://rieoei.org/historico/documentos/rie42a02.pdf>
- Gil, J., León, J. y Morales, M. (2017). Los paradigmas de investigación educativa, desde una perspectiva crítica. *Revista Conrado*, 13(58), 72-74.
<https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/476/510>
- Gil, R. (2010). Enseñar ciencias: una perspectiva innovadora. Un esquema aproximativo. *Encuentro*, (86), 67-79.
<https://www.camjol.info/index.php/ENCUENTRO/article/view/67/65>
- Godoy, O. (2015). La didáctica de las ciencias y su relación con la historia y la filosofía de la ciencia. En W. Mora (Ed.), *Educación en ciencias: experiencias investigativas en el contexto de la didáctica, la historia, la filosofía y la cultura* (pp. 15-34). Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
https://die.udistrital.edu.co/sites/default/files/libro_2.pdf
- Gómez, M. y Hurtado, D. (2019). *Enseñanza de las ciencias naturales mediante el modelo de ciencia escolar en el colegio técnico José Félix Restrepo IED grado cuarto* [Tesis de maestría, Universidad Santo Tomás].
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/22163/2020mariagomez.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Gomez-Rejon, A. (Director). (2019). *La guerra de las corrientes* [Película]. Bazelevs Company; Film Rites y Thunder Road Pictures.
- González, B. (2018). Las Estrategias Educativas para la Formación Ciudadana según su Alcance y Sentido. *Revista Perspectivas: Estudios Sociales y Educación Cívica*, 17, 1-18.
<https://doi.org/10.15359/rp.17.3>

- Gooday, G., Lynch, J., Wilson, K. y Barsky, C. (2008). Does Science Education Need the History of Science?. *Isis*, 99(2), 322–330. <https://doi.org/10.1086/588690>
- Gratzer, W. (2004). *Eurekas y Euforias: Cómo entender la ciencia a través de sus anécdotas*. Crítica. ISBN-10: 8498923271
- Guanella, A. (2005). Epistemología naturalizada y Psicología. *Epistemología e historia de la ciencia*, 11. <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/3918/49%20-%20Epistemologia%20naturalizada.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guerrero, L. (2019). Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como estrategia para fortalecer las competencias científicas en ciencias naturales. *Paideia Surcolombiana*, (24), 67-76. <https://doi.org/10.25054/01240307.1700>
- Guichot, V. (2006). Historia de la educación: Reflexiones sobre su objeto, ubicación epistemológica, devenir histórico y tendencias actuales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 2(1), 11-51. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=134116859002>
- Heisenberg, W. (1985). *La imagen de la naturaleza de la física actual*. Ediciones Orbis. ISBN 10: [8476341849](https://doi.org/10.8476341849)
- Henke, A. y Höttecke, D. (2015). Physics Teachers' Challenges in Using History and Philosophy of Science in Teaching. *Science & Education*, 24, 349-385. <https://doi.org/10.1007/s11191-014-9737-3>
- Henríquez de Villalta, C. y Reyes de Romero, J. (2008). *La transversalidad: un reto para la educación primaria y secundaria*. Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana, CECC/SICA. ISBN 978-9968-818-54-4
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta edición). Editorial McGraw Hill. ISBN: 978-1-4562-2396-0
- Hidalgo, M. y Lorencini, Á. (2016). Reflexões sobre a inserção da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências. *História da Ciência e Ensino construindo interfaces*, 14, 19-38. <https://revistas.pucsp.br/index.php/hcensino/article/view/26106/20821>
- Howard, R. (Director). (1995). *Apolo 13* [Película]. Imagine Entertainment.

- Iglesias, M. (2020). La enseñanza universitaria: el aburrimiento en las aulas. *Publicaciones*, 50(3), 93–108. <https://doi.org/10.30827/publicaciones.v50i3.15160>
- Ignotofsky, R. (2018). *Mujeres de Ciencia: 50 pioneras intrépidas que cambiaron el mundo*. Loquileo. ISBN-10: 6070133625
- Izquierdo, M., García, Á., Quintanilla, M. y Adúriz, A. (2016). *Historia, filosofía y didáctica de las ciencias: Aportes para la formación del profesorado en ciencias*. Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <https://doi.org/10.14483/9789588972282>
- Jauregui, S. (2018). La transversalidad curricular: Algunas consideraciones teóricas para su implementación curricular. *Revista Boletín Redipe*, 7(11), 65-81. <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/627/584>
- Koliopoulos, D., Dossis, S. y Stamoulis, E. (2007). The Use of History of Science Texts in Teaching Science: Two Cases of an Innovative, Constructivist Approach. *The Science Education Review*, 6(2), 44-56. https://www.researchgate.net/publication/249657223_The_use_of_history_of_science_texts_in_teaching_science_Two_cases_of_an_innovative_constructivist_approach/citations
- León-León, G. y Zúñiga-Meléndez, A. (2019). Mediación pedagógica y conocimientos científicos que utilizan una muestra de docentes de ciencias en noveno año de dos circuitos del sistema educativo costarricense, para el desarrollo de competencias científicas. *Revista Electrónica Educare*, 23(2), 1-24. <http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-2.5>
- Levi-Montalcini, R. (2017). *Las pioneras: Las mujeres que cambiaron la sociedad y la ciencia desde la Antigüedad hasta nuestros días*. Editorial Crítica. ISBN-10: 8417067345
- Londoño, S., Gómez, G. y González, V. (2019). Percepción de los docentes frente a la carga laboral de un grupo de instituciones educativas colombianas del sector público. *Espacios*, 40(2), 26-34. <https://www.revistaespacios.com/a19v40n02/a19v40n02p26.pdf>
- Lozano, O. y Villanueva, Ó. (2016). Ciencia, currículum y profesores: las ciencias naturales en la educación secundaria. *Actualidades Investigativas en Educación*, 16(1), 1-28. <http://dx.doi.org/10.15517/aie.v16i1.21714>

- MacFarlane, S., Druyan, A., Braga, B. y Cannold, M. (Productores ejecutivos). (2014). *Cosmos: Una odisea en el espacio-tiempo* [Serie de Televisión]. Cosmos Studios y Fuzzy Door Productions.
- Marabini, L. (Directora). (2013). *The Gardener of God* [Película]. Condor Pictures; Liamar Media World; Riviera Film.
- Marko, G. y Pataca, E. (2019). Concepções de ciência e educação: contribuições da história da ciência para a formação de professores. *Educação e Pesquisa*, 45. <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-4634201945186743>
- Martos, G. (2017). Revolución científica: un acercamiento crítico a la actualidad del pensamiento científico kuhniano. *Fragmentos de Filosofía*, 15, 3-19. <https://institucional.us.es/revistas/fragmentos/15/ART.%201.pdf>
- Melfi, T. (Director). (2016). *Talentos ocultos* [Película]. 20th Century Studios; Chernin Entertainment; Donna Gigliotti y TSG Entertainment.
- Mendes, M. y Grilo, J. (2017). A contribuição da História das Ciências para formação de educadores do campo. *Revista Brasileira de Educação do Campo*, 2(2), 632-649. <http://dx.doi.org/10.20873/uft.2525-4863.2017v2n2p632>
- Montes, I. (2017). La gamificación en el aula: aprender jugando, aprender con alegría. *Revista Para el Aula*, 28, 31-32. https://www.usfq.edu.ec/sites/default/files/2020-07/pea_028_0012.pdf
- Mora, A. (2006). La revolución científico-técnica y la educación. *Educación*, 30 (Especial), 13-19. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44009904>
- Morales, S. (2020). ¿Qué es la epistemología y para qué le sirve al científico?. *Scientia in verba Mag*, 6, 187-194. <https://philarchive.org/archive/INGOEL>
- Morcillo, C. (2015). *La experimentación en la Enseñanza de las Ciencias para docentes en formación inicial: Un caso en Microbiología. Una mirada desde la historia de las Ciencias* [Tesis de licenciatura, Universidad del Valle]. Biblioteca Digital de la Universidad del

- Valle. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/9496/3467-0510708.pdf;jsessionid=84D4FC487F72290C34AF0E79888F311D?sequence=1>
- Moreira, J., Santana, C. y González, A. (2019). Teaching and Learning in Digital Social Networks: The Mathgurl Case on Youtube. *Revista de Comunicación de la SEECI*, 50, 107-127. <https://doi.org/10.15198/seeci.2019.50.107-127>
- Nieva, J. y Martínez, O. (2016). Una nueva mirada sobre la formación docente. *Universidad y Sociedad* [seriada en línea], 8(4), 14-21. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/449/pdf>
- Núñez, P., Pavez, J., Santibáñez, D., Becerra, B. y Cofré, H. (2017). La Historia de la Ciencia como elemento catalizador de la enseñanza de la Biología y la Naturaleza de la Ciencia. *Revista de Innovación en Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), 64-78. <http://dx.doi.org/10.5027/reinnec.V1.I1.4>
- Olsson, K., Balgopan, M. y Levinger, N. (2015). How Did We Get Here? Teaching Chemistry with a Historical Perspective. *Journal of Chemical Education*, 92(11), 1773-1776. <https://doi.org/10.1021/ed5005239>
- Ortiz, E. (2018). Educación del carácter: Participación social y cívica en el aula. *Revista actualidades investigativas en educación*, 18(2), 1-24. <https://doi.org/10.15517/aie.v18i2.33159>
- Ortiz, G. y Cervantes, M. (2015). La formación científica en los primeros años de escolaridad. *Panorama*, 9(17), 10-23. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5585223>
- Osorio, C. (2018). Controversias en la historia de la ciencia y cultura científica. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 13(37), 297-299. <https://www.redalyc.org/journal/924/92457720019/>
- Osorio, O. (2014). La importancia de la epistemología y reflexividad en la investigación científica. *Revista del Colegio de Ciencias y Humanidades para el bachillerato*, 7(21), 46-56. <http://revistas.unam.mx/index.php/eutopia/article/view/47263>

- Perea, M. y Buteler, L. (2016). El uso de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física: una aplicación para el electromagnetismo. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las ciencias*, 11(1), 12-25. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.gdla.2016.v11n1.a1>
- Pereira, L. (2005). História da ciência: objetos, métodos e problemas. *Ciência & Educação*, 11(2), 305-317.
<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/Bg8wgfngLgqvKB3tyBKXShCd/?lang=pt&format=pdf>
- Programa Estado de la Nación (2015). Estado de la Educación. La Evolución de la Educación Superior. <https://repositorio.conare.ac.cr/bitstream/handle/20.500.12337/669/ESTADO-EDUCACION-5-2015.pdf?sequence=18&isAllowed=y>
- Proyecto G. (28 de junio de 2014). *Grandes fraudes de la ciencia* [Archivo de video]. Youtube.
<https://www.youtube.com/playlist?list=PLhgT55kPyDbWs5HZmOgvJYBzLBoij4FWV>
- Proyecto G. (12 de noviembre de 2012). Newton Vs. Leibniz - Grandes peleas de la ciencia - Proyecto G [Archivo de video]. Youtube.
<https://www.youtube.com/watch?v=fOIPCSpCNVA&list=PLhgT55kPyDbWS7kYzDjzMHYRif-ux0Bcj&index=2>
- PUCD. (5 de agosto de 2020). *Historia de la Ciencia* [Archivo de video]. Youtube.
https://www.youtube.com/playlist?list=PLWDrEPTsXAxO6Hv5hv3iZcT_m366ouGQO
- Quintanilla, M. (2006). Historia de la ciencia, ciudadanía y valores: claves de una orientación realista pragmática de la enseñanza de las ciencias. *Educación y Pedagogía*, 18(45), 9-23.
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/6083>
- Quintanilla-Gatica, M. (2017). La historia de la ciencia y su aporte a la investigación didáctica, la formación del profesorado y el aprendizaje de las ciencias. En M. Quintanilla (Ed.), *La historia de las ciencias en la investigación didáctica* (pp. 17-33). Comité Editorial Científico Internacional. http://laboratoriogrecia.cl/wp-content/uploads/downloads/2018/01/Libro-Historia_final_web.pdf
- Real Academia Española. (2020). Elemento. *En Diccionario de la lengua española*.
<https://dle.rae.es/elemento?m=form>

- Real Academia Española. (2020). Percepción. *En Diccionario de la lengua española*. <https://dle.rae.es/percepci%C3%B3n?m=form>
- Reeves, H., de Rosnay, J., Coppens, Y. y Simonnet, D. (1997). *La historia más bella del mundo: Los secretos de nuestros orígenes*. Editorial Anagrama. ISBN-10: 8433905392
- Reza, I. (2012). *El trabajo colaborativo como base para la enseñanza de la ciencia* [Tesis de licenciatura, Universidad Pedagógica Nacional]. <http://200.23.113.51/pdf/28627.pdf>
- Roca, P. (2018). *El cómic es otra historia*. Domestika. <https://www.domestika.org/es/courses/31-el-comic-es-otra-historia>
- Rodríguez, H. (2019). Importancia de la formación de los docentes en las instituciones educativas. Ministerio de Educación Pública, Dirección Regional Educación, Alajuela, Costa Rica. <https://www.drea.co.cr/node/11144>
- Romero, L. (2021). Divulgación científica de la investigación: Comunicaciones en congresos y conferencias. *Revista comunicar, Escuela de Autores*. <https://doi.org/10.3916/escuela-de-autores-160>
- Sacks, O., Kevles, D., Lewontin, R., Gould, S. y Miller, J. (1996). *Historias de la ciencia y del olvido*. Siruela. ISBN-10: 8478443282
- Sánchez, E., Colomo, E., Ruiz, J. y Sánchez, J. (2020). *Tecnologías educativas y estrategias didácticas*. UMA Editorial. <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/20345>
- Sánchez, F. (2014). El docente frente al reto de motivar al alumno. *Revista Iberoamericana Producción Académica y Gestión Educativa*, 1(1), <https://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/134>
- Sánchez, L. (2005). La Historia como Ciencia. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 1(1), 54-82. <https://www.redalyc.org/pdf/1341/134116845005.pdf>
- Santesmases, M., Cabré, M. y Ortiz, T. (2017). Feminismos biográficos: aportaciones desde la historia de la ciencia. *Arenal*, 24(2), 379-404. <https://revistaseug.ugr.es/index.php/arenal/article/view/6303/5712>

- Satrapí, M. (Directora). (2020). *Radioactive* [Película]. Shoebox Films; Studio Canal; Working Title Films.
- Saza, I., Mora, D. y Santamaría, F. (2017). *Estrategias didácticas apoyadas por tecnologías web*. Corporación Universitaria Minuto de Dios. https://www.researchgate.net/publication/320800968_Estrategias_didacticas_apoyadas_en_tecnologias_web#fullTextFileContent
- Suárez-Ramos, J. (2017). Importancia del uso de recursos didácticos en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias biológicas para la estimulación visual del estudiantado. *Revista Electrónica Educare*, 21 (2), 442-459. <https://doi.org/10.15359/ree.21-2.22>
- TED-Ed. (6 de septiembre de 2012). *Cómo un baño dio lugar al principio de Arquímedes - Mark Salata* [Archivo de video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=ijj58xD5fDI>
- Tempone, D. (2 de junio de 2021). ¿Qué es un cómic y qué elementos lo componen?. *Blog de Domestika*. <https://www.domestika.org/es/blog/7964-que-es-un-comic-y-que-elementos-lo-componen>
- UNESCO. y ICSU. (1999). Declaración sobre la Ciencia y el uso del saber científico Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI: Un nuevo compromiso. Budapest, Hungría (26 de junio – 1 de julio). <http://www.encuentros-multidisciplinares.org/Revistan%C2%BA2/Declaraci%C3%B3n%20sobre%20ciencia.pdf>
- Unidad de mejoramiento de la docencia universitaria (UMDU). (2017). ¿Cómo fomentar el trabajo colaborativo en mi clases?. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. http://vra.ucv.cl/ddcyf/wp-content/uploads/2017/08/como-fomentar-el-trabajo-colaborativo-en-clases_actualizada.pdf
- Uribe, B. (2017). La historia de la ciencia: ¿Qué es y para qué?. *Revista Odontológica Mexicana*, 21(2), 78-80. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rom/v21n2/1870-199X-rom-21-02-00078.pdf>
- Vásquez, B., Pleguezuelos, C. y Mora, M. (2017). Debate como metodología activa: Una experiencia en educación superior. *Revista Universidad y Sociedad*, 9(2), 134-139.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202017000200018&lng=es&tlng=es

Vildósola, X. (2017). El conocimiento sobre la epistemología de la ciencia como eje para mejorar la relación investigación-práctica en la formación inicial docente en ciencias: en el caso de Chile. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra), 89-95.
<https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/333993/424855>

Zúñiga-Meléndez, A., Durán-Apuy, A., Chavarría-Vásquez, J., Gamboa-Araya, R., Carballo-Arce, A., Vargas-González, X., Campos-Quesada, N., Sevilla-Solano, C. y Torres-Salas, I. (2020). Diagnóstico de las necesidades de capacitación de docentes de biología, química, física y matemática, en áreas disciplinares, pedagógicas, y uso de las tecnologías para la promoción de habilidades de pensamiento científico. *Revista Electrónica Educare*, 24(3). 1-29. <http://doi.org/10.15359/ree.24-3.23>

8. Anexos

Anexo 1. Matriz de congruencia

Objetivo específico	Categoría	Definición conceptual y operacional	Subcategoría	Fuente de información	Instrumento de medición	Ítems
Identificar con personas docentes y estudiantes los elementos de la Historia de la Ciencia que se incluyen en la formación docente de la carrera de Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Nacional de Costa Rica	Elementos de la HDC	<p>Conceptual: Los elementos son los fundamentos y principios de una ciencia o saber, sería cada uno de los componentes de un conjunto (Real Academia Española, 2020, definición 8 y 11).</p> <p>Operacional: Cada uno de los elementos y principios correspondientes a la HDC serán recolectados por medio de un cuestionario realizado en la plataforma Google</p>	Socioculturales: a. Contexto social.	Docentes encargados de las asignaturas: Física, Química, Biología y Pedagogía de la carrera de Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Nacional.	Cuestionario y análisis de contenido	Cuestionario para estudiantes: 5 y 8. Cuestionario para docentes: 5 y 8.
			Experimentales: a. Métodos b. Recursos utilizados.			
			Desarrollo de teorías: a. Hipótesis b. Validación. c. Errores d. Revolución científica.	Estudiantes de profesorado, bachillerato y licenciatura de Enseñanza de las Ciencias de la		

		Forms a docentes y estudiantes de la carrera de Enseñanza de las Ciencias y se revisarán los contenidos de la maya curricular.	Controversiales	Universidad Nacional.		Análisis de contenido: 1, 2 y 3.
Conocer la percepción de las personas docentes y estudiantes de la carrera de Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Nacional de Costa Rica sobre la Historia de la Ciencia y la importancia de su incorporación al currículo.	Percepción de docentes y estudiantes	<p>Conceptual: La percepción se considera como el conocimiento o idea que se tiene sobre algo (Real Academia Española, 2020, definición 3).</p> <p>Operacional: Indagar sobre la percepción de docentes y estudiantes con el fin de conocer el conocimiento e ideas que poseen sobre la HDC y su incorporación en la formación docente en la Enseñanza de las Ciencias, estos datos</p>	Definición e importancia de la HDC	Docentes encargados de las asignaturas: Física, Química, Biología y Pedagogía de la carrera de Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Nacional.	Cuestionario	<p>Cuestionario para estudiantes: 2 y 3.</p> <p>Cuestionario para docentes: 2 y 3.</p> <p>Cuestionario para estudiantes: 10 y 11.</p> <p>Cuestionario para</p>
			Aportes de la HDC en la educación:	Estudiantes de profesorado, bachillerato y licenciatura de Enseñanza de las		
			a. Formación de ciudadanos.			
			b. Desarrollo de habilidades.			

		serán recolectados por medio de la aplicación de un cuestionario por medio de la plataforma Google Forms. Mediante un análisis de contenido se pretende examinar la inclusión de la HDC en las estrategias pedagógicas propuestas en los programas de estudio de la carrera.	<p>c. Mejora la comprensión de la Ciencia.</p> <p>d. Mejora la práctica docente.</p> <p>e. Mejora la imagen de la Ciencia.</p> <p>f. Visualiza el carácter humano de la ciencia.</p> <p>g. Genera interés y motivación.</p>	Ciencias de la Universidad Nacional.		docentes: 10 y 11.
			<p>Obstáculos para la incorporación de la HDC:</p> <p>a. Falta de contenido.</p> <p>b. Bajo conocimiento sobre HDC.</p> <p>c. Ausencia de recursos didácticos.</p> <p>d. Interés</p>			<p>Cuestionario para estudiantes: 4, 6, 7 y 12.</p> <p>Cuestionario para docentes: 4, 6, 7 y 12.</p>

			Inclusión de la HDC en el desarrollo de las estrategias pedagógicas.			<p>Cuestionario para estudiantes: 9.</p> <p>Cuestionario para docentes: 9</p> <p>Análisis de contenido: 1, 2 y 3.</p>
			Incorporación de la HDC en la formación del profesorado.			<p>Cuestionario para estudiantes: 13, 14 y 15.</p> <p>Cuestionario para docentes: 13, 14 y 15.</p>

<p>Proponer lineamientos que orienten la inclusión de los elementos medulares de la Historia de la Ciencia que contribuyen a la formación docente en la Carrera de Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Nacional de Costa Rica.</p>	<p>Lineamientos para la incorporación de la HDC</p>	<p>Conceptual: Los lineamientos según Garduño (2009) se encargan de “describir las etapas, fases, pautas y formatos necesarios para desarrollar una actividad o cumplir con uno o varios objetivos” (p. 21).</p> <p>Operacional: Por medio del análisis de la información recolectada a partir de los instrumentos se propondrán lineamientos en el ámbito curricular y pedagógico para incorporar la HDC en los cursos de la Carrera de Enseñanza de las Ciencias.</p>			<p>Se realizarán a partir de la información recopilada del objetivo específico 1 y 2.</p>	
--	---	---	--	--	---	--

Anexo 2. Cuestionario para docentes

**Universidad Nacional
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Centro de Investigación y Docencia en Educación
Escuela de Química
Departamento de Física**

Trabajo Final de Graduación 2021

Cuestionario para docentes de Enseñanza de las Ciencias:

Implementación de la Historia de la Ciencia en la formación docente de la carrera de Enseñanza de las Ciencias

Estimada persona docente: A continuación, se presenta este cuestionario con el fin de identificar los elementos de la Historia de la Ciencia que son considerados dentro de la formación docente de los estudiantes de Enseñanza de las Ciencias.

La información que usted brinde en este documento será tratada de forma confidencial y de forma específica para una investigación realizada para optar por la Licenciatura en la Enseñanza de las Ciencias, por lo que, se agradece su colaboración. Se le solicita amablemente que responda según su experiencia y formación universitaria las siguientes preguntas.

Instrucciones específicas: Seleccione las opciones que se acoplen mejor a sus respuestas o bien anótelas según corresponda en cada ítem.

1. ¿A cuál Unidad Académica pertenece?
 - Escuela de Ciencias Biológicas.
 - Escuela de Física.
 - Escuela de Química.
 - Centro de Investigación y Docencia en Educación (CIDE).

2. ¿Qué considera usted que es la Historia de la Ciencia (HDC)?

3. Según el enunciado: “La Historia de la Ciencia genera comprensión de las ciencias desde sus orígenes para la formación de docentes”. Con lo anterior está:

- Totalmente de acuerdo.
- De acuerdo.
- En desacuerdo.
- Totalmente en desacuerdo.

4. El conocimiento que posee en relación con la Historia de la Ciencia es:

- Muy alto.
- Alto
- Bajo
- Muy bajo.

5. De los siguientes aspectos seleccione el o los que considera son parte de la Historia de la Ciencia.

Aspecto	Sí	No
1. Contexto social.		
2. Contexto cultural.		
3. Avances Científicos.		
4. Desarrollo de teorías.		
5. Instrumentos rudimentarios.		
6. Desarrollo de experimentos.		
7. Errores científicos.		
8. Controversias		

6. ¿Usted utiliza la Historia de las Ciencias en sus clases?

No () pase a la pregunta 10. Sí () continúe con las preguntas 7, 8 y 9.

7. Los recursos o materiales que utiliza para brindar información a la comunidad estudiantil sobre la Historia de la Ciencia corresponden a:

- Biografías
- Videos o relatos.
- Artículo
- Libros Históricos.
- Conferencias
- Ninguno
- Otro: _____

8. ¿En qué nivel incluye los siguientes aspectos de la Historia de la Ciencia durante las lecciones de la asignatura que imparte?

Elemento de la Historia de la Ciencia	Nada	Poco	Bastante	Mucho
1. Contexto social en el que vivían las personas científicas.				
2. Paradigma aceptado en la época de las personas científicas.				
3. Tipo de instrumentos que se utilizaban en la época de un descubrimiento.				
4. Métodos experimentales originales utilizados por la comunidad científica.				
5. Recursos o instrumentos originales utilizados por la comunidad científica.				
6. Cuestionamientos de la comunidad científica previos a la investigación.				
7. Accidentes experimentales.				
8. Cronología de la evolución de una teoría.				
9. Contraste entre una teoría nueva y antigua.				
10. Aceptación o descarte de una teoría científica por parte de la comunidad científica.				

11. Disputas entre la comunidad científica.				
12. Prácticas poco éticas que se realizaban en la época de un descubrimiento.				
13. Participación de las mujeres y minorías en los descubrimientos científicos.				
14. Discriminación hacia la mujer.				
15. La ciencia exclusiva para la clase de élite.				

9. De la siguiente lista indique las estrategias o técnicas que ha implementado para incluir la Historia de la Ciencia en sus lecciones.

Estrategia o técnica	Sí	No
1. Gamificación (juegos).		
2. Debates		
3. Aprendizaje por descubrimiento.		
4. Trabajo colaborativo.		
5. Aprendizaje basado en proyectos.		
6. Trabajos prácticos (Experimentos).		
7. Aprendizaje basado en problemas.		
8. Conferencias		
9. Artículos científicos de primera fuente.		
10. Dramatizaciones		

10. Con el siguiente enunciado: “La literatura consultada indica que los elementos socioculturales de la Historia de la Ciencia utilizados correctamente pueden ayudar a formar buenos ciudadanos” ¿Cuál es su posición con respecto a lo anterior? Argumente su respuesta.

11. De los siguientes aspectos seleccione los que usted considera son aportes que brinda la HDC a la formación del profesorado en el área de las Ciencias.

Aspecto	Sí	No
1. Propicia la construcción de habilidades como pensamiento crítico, sistémico y científico.		
2. Mejora la comprensión teórica de la Ciencia al conocer el origen del conocimiento.		
3. Mejora la comprensión práctica/experimental al conocer el origen de los conocimientos.		
4. Mejora la imagen de la Ciencia al apreciar sus aportes a la sociedad.		
5. Ayuda a la formación de ciudadanos con valores y pensamiento científico y crítico.		
6. Potencializa la práctica docente al comprender el origen de los conocimientos.		
7. Posibilita visualizar la ciencia con un carácter humanizado.		
8. Propicia la interdisciplinariedad entre las distintas ramas de la ciencia.		
9. Propicia la innovación en la creación de estrategias didácticas.		
10. Promueve el interés y la motivación por conocer acerca de la ciencia.		

12. Seleccione los obstáculos que usted consideraría se presentan en el momento de incorporar o implementar la Historia de la Ciencia en las asignaturas para que los estudiantes tengan una visión amplia de esta en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Aspecto	Sí	No
1. Falta de contenido histórico.		
2. Ausencia de recursos didácticos enfocados en la Historia de la Ciencias.		
3. Falta de interés por parte del docente en incorporar la Historia de la Ciencia en las lecciones.		
4. No hay interés sobre los acontecimientos históricos.		
5. Desconocimiento de la Historia de la Ciencias por parte del profesorado de Ciencias.		

6. La malla curricular de la carrera no promueve o integra la Historia de la Ciencia.		
---	--	--

13. La Carrera de Enseñanza de las Ciencias no cuenta con una asignatura de Historia de las Ciencias en su malla curricular. ¿Cuál es su opinión sobre la importancia de esta asignatura para la formación de docentes?

14. ¿Cuál de las siguientes opciones prefiere usted? Justifique su respuesta

() Una asignatura sobre la Historia de la Ciencia.

() Que la Historia de la Ciencia sea impartida de manera transversal en las distintas asignaturas de la carrera.

Justifique:

15. ¿Cuál (es) sugerencia (s) daría para la implementación de la Historia de la Ciencias como parte de la formación docente en Enseñanza de las Ciencias, tanto a nivel de asignaturas específicas como una asignatura de Historia de la Ciencia?

Anexo 3. Cuestionario para estudiantes

**Universidad Nacional
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Centro de Investigación y Docencia en Educación
Escuela de Química
Departamento de Física**

Trabajo Final de Graduación 2021

Cuestionario para estudiantes de Enseñanza de las Ciencias:

Implementación de la Historia de la Ciencia en la formación docente de la carrera de Enseñanza de las Ciencias

Estimada persona estudiante: A continuación, se presenta este cuestionario con el fin de identificar los elementos de la Historia de la Ciencia que son considerados por parte de sus profesores a la hora de impartir las lecciones pertenecientes a las asignaturas que se encuentran dentro de su formación docente.

La información que usted brinde en este documento será tratada de forma confidencial y de forma específica para una investigación realizada para optar por la Licenciatura en la Enseñanza de las Ciencias, por lo que, se agradece su colaboración. Se le solicita amablemente que responda según su experiencia y formación universitaria a las siguientes preguntas.

Instrucciones específicas: Seleccione las opciones que se acoplen mejor a sus respuestas o bien anótelas según corresponda en cada ítem.

1. ¿Cuál es el nivel académico que cursa actualmente en la carrera de Enseñanza de las Ciencias?

- Profesorado
- Bachillerato
- Licenciatura

2. ¿Qué considera usted que es la Historia de la Ciencia (HDC)?

3. Según el enunciado: “La Historia de la Ciencia genera comprensión de las ciencias desde sus orígenes para la formación de docentes”. Usted está:

- Totalmente de acuerdo.
- De acuerdo.
- En desacuerdo.
- Totalmente en desacuerdo.

4. El conocimiento que posee en relación con la Historia de la Ciencia lo considera:

- Muy alto.
- Alto
- Bajo
- Muy bajo.

5. De los siguientes aspectos seleccione el o los que considera son parte de la Historia de la Ciencia.

Aspecto	Sí	No
1. Contexto social.		
2. Contexto cultural.		
3. Avances Científicos.		
4. Desarrollo de teorías.		
5. Instrumentos rudimentarios.		
6. Desarrollo de experimentos.		
7. Errores científicos.		
8. Controversias		

6. ¿Ha consultado temáticas relacionadas a la Historia de las Ciencias?

No () Pase a la pregunta 8. Sí () Conteste la siguiente pregunta.

7. Los recursos o materiales que utiliza para hacer consultas sobre la Historia de la Ciencia corresponden a:

- Biografías
- Videos
- Artículos
- Libros Históricos.
- Conferencias
- Ninguno
- Otro: _____

8. Si en sus cursos usted ha recibido por parte de sus docentes la temática de Historia de la Ciencias, indique en qué rango se incluyen los siguientes aspectos (**si no ha recibido ningún aspecto de la Historia de la Ciencia pase a la pregunta 12**)

Elemento de la Historia de la Ciencia	Nada	Poco	Bastante	Mucho
1. Contexto social en el que vivían las personas científicas.				
2. Paradigma aceptado en la época de las personas científicas.				
3. Tipo de instrumentos que se utilizaban en la época de un descubrimiento.				
4. Métodos experimentales originales utilizados por la comunidad científica.				
5. Recursos o instrumentos originales utilizados por la comunidad científica.				
6. Cuestionamientos de la comunidad científica previos a la investigación.				
7. Accidentes experimentales.				
8. Cronología de la evolución de una teoría.				
9. Contraste entre una teoría nueva y antigua.				
10. Aceptación o descarte de una teoría científica por parte de la comunidad científica.				

11.	Disputas entre la comunidad científica.				
12.	Prácticas poco éticas que se realizaban en la época de un descubrimiento.				
13.	Participación de las mujeres y minorías en los descubrimientos científicos.				
14.	Discriminación hacia la mujer.				
15.	La ciencia exclusiva para la clase de élite.				

9. De la siguiente lista indique las estrategias o técnicas que han implementado sus profesores para incluir la Historia de la Ciencia en sus lecciones.

Estrategias o técnica		Sí	No
1.	Gamificación (juegos).		
2.	Debates		
3.	Aprendizaje por descubrimiento.		
4.	Trabajo colaborativo.		
5.	Aprendizaje basado en proyectos.		
6.	Trabajos prácticos (experimentos).		
7.	Aprendizaje basado en problemas.		
8.	Conferencias		
9.	Artículos científicos de primera fuente.		
10.	Dramatizaciones		

10. Con el siguiente enunciado: “La literatura consultada indica que los elementos socioculturales de la Historia de la Ciencia utilizados correctamente pueden ayudar a formar buenos ciudadanos” ¿Cuál es su posición con respecto a lo anterior? Argumente su respuesta.

11. De los siguientes aspectos seleccione los que usted considera son aportes que brinda la HDC a la formación docente el área de las Ciencias.

Aspectos	Sí	No
1. Propicia la construcción de habilidades como pensamiento crítico, sistémico y científico.		
2. Mejora la comprensión teórica de la Ciencia al conocer el origen del conocimiento.		
3. Mejora la comprensión práctica/experimental al conocer el origen de los conocimientos.		
4. Mejora la imagen de la Ciencia al apreciar sus aportes a la sociedad.		
5. Ayuda a la formación de ciudadanos con valores y pensamiento científico y crítico.		
6. Potencializa la práctica docente al comprender el origen de los conocimientos.		
7. Posibilita visualizar la ciencia con un carácter humanizado.		
8. Propicia la interdisciplinariedad entre las distintas ramas de la ciencia.		
9. Propicia la innovación en la creación de estrategias didácticas.		
10. Promueve el interés y la motivación por conocer acerca de la ciencia.		

12. De los siguientes aspectos seleccione los que usted considera que podrían ser obstáculos en la implementación de la Historia de la Ciencia (HDC) en la formación docente de su carrera.

Aspecto	Sí	No
1. Falta de contenido histórico.		
2. Ausencia de recursos didácticos enfocados en la Historia de la Ciencias.		
3. Falta de interés por parte del docente en hacer atractiva la clase de Historia de la Ciencia.		

4.	No hay interés sobre los acontecimientos históricos.		
5.	Desconocimiento de la Historia de la Ciencias por parte del profesorado de Ciencias.		
6.	La malla curricular de la carrera no promueve o integra la Historia de la Ciencia.		

13. Argumente, según su valoración, las ventajas o desventajas sobre el hecho de que la carrera de Enseñanza de las Ciencias no cuente con un curso sobre la Historia de la Ciencia.

14. ¿Cuál de las siguientes opciones prefiere usted? Justifique su respuesta

() Una asignatura sobre la Historia de la Ciencia.

() Que la Historia de la Ciencia sea impartida de manera transversal en las distintas asignaturas de la carrera.

Justifique:

15. ¿Cuál (es) sugerencia (s) daría usted para la implementación de la Historia de la Ciencia en los cursos de su carrera?

Anexo 4. Análisis de contenido

Universidad Nacional
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Centro de Investigación y Docencia en Educación
Trabajo Final de Graduación 2021

Análisis de contenido de los programas de estudio de Enseñanza de las Ciencias dirigido a las personas investigadoras.

Objetivo: Identificar los elementos de la Historia de la Ciencia que se consideran durante la formación docente y las estrategias pedagógicas en las que estos elementos se incluyen durante la elaboración de los cursos de la carrera de Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Nacional de Costa Rica.

Instrucciones: Las siguientes preguntas dan a conocer los elementos de la Historia de la Ciencia y las estrategias pedagógicas en las que estos elementos se incluyen en las distintas asignaturas impartidas en la carrera de Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Nacional de Costa Rica, para ello se revisarán los contenidos de dichos cursos para identificar la información requerida.

1. Nombre de la asignatura: _____.
2. Nivel de la asignatura: _____.
3. Aspecto del programa de estudio a valorar si se incluye la Historia de las Ciencias.

Componente	Sí	No	Comentario
1. Se incluye la temática de la Historia de la Ciencia.			
2. Se describen elementos de la Historia de la Ciencia.			
3. Se describen estrategias pedagógicas para incluir o fomentar la Historia de la Ciencia en el desarrollo del curso.			