



Universidad de Costa Rica
Facultad de Educación
Instituto de Investigación en Educación

FACULTAD DE EDUCACIÓN
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN
(INIE)

INFORME FINAL 2023

**IMPACTO DEL CONSTRUCTIVISMO SOCIOTRANSFORMATIVO EN LAS
PRÁCTICAS EDUCATIVAS DEL PROFESORADO DE CIENCIAS NATURALES
EN FORMACIÓN INICIAL DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA.**

(724-CO-326)

Dra. Marianela Navarro Camacho, investigadora principal.

Dr. Alberto Rodríguez, Universidad de Houston, (investigador asociado)

Fecha de presentación de informe al INIE	08/05/2023
--	------------

Tabla de contenido

I.	Información general del programa/proyecto/actividad de investigación	6
	Resumen	7
	Descriptores.....	9
II.	Antecedentes del proyecto.....	9
	1. Introducción.....	9
	2. Antecedentes del proceso investigativo	10
	3. Planteamiento del problema	14
	4. Objetivos generales, objetivos específicos, metas.....	14
	Objetivo específico 1: Investigación	15
	Objetivo específico 2: Investigación	15
	Objetivo específico 3: Investigación	16
	Objetivo específico 4: Investigación	17
	Objetivo específico 5: Investigación	17
	Objetivo específico 6: Investigación	18
	Objetivo específico	19
III.	Referente Teórico	20
	3.1. Sobre la Educación Transcultural y el Constructivismo Sociotransformativo Crítico....	20
	3.2. Sobre la Educación STEM	26
IV.	Metodología.....	27
	4.1 Recolección de los datos.....	28
V.	Análisis y divulgación de resultados	30
	5.1. Análisis y discusión de resultados.....	31
	5.1.1. Cohorte I: Categoría etnicidad docente como hallazgo emergente de la investigación	31
	5.1.2 Cohorte I: Resultados obtenidos al comparar pre- test y post -test	36

5.1.3. Cohorte I: Resultados obtenidos en grupos focales.....	50
5.1.4 Cohorte II: Resultados obtenidos al comparar pre- test y pos -test.....	52
VII. Divulgación y difusión.....	64
5.1. Publicaciones.....	64
5.2. Actividades académicas nacionales o internacionales	64
VIII. Vinculaciones	65
• Participación de asistentes:.....	66
X. Conclusiones y recomendaciones.....	66
Conclusiones	66
Recomendaciones.....	71
Limitaciones encontradas al realizar el estudio.....	72
XI. Informe financiero.....	72
XII. Aspectos éticos	73
XIII. Referencias	74

Índice de tablas

Tabla N°1: Categorías étnicas oficiales en Costa Rica según Manual del entrevistador Censo 2011*.....	32
Tabla N°2: Cantidad de estudiantes indígenas y afrodescendientes en las universidades públicas del país de nuevo ingreso, ciclo lectivo 2019.....	34
Tabla N°3: Comparación porcentual entre Pre- test Biología y Post - test biología III.....	39
Tabla N°4: Comparación porcentual entre Pre- test Química y Post - test Química III.....	39
Tabla N°5: Comparación entre Pre -test Física y Post -Test III Física.....	40
Tabla N°6: Comparación entre Pre -test Geología y Post -Test III Geología.....	40
Tabla N°7: Resultados del Pre-Test vs. Post-Test I vs. Post-Test II en relación con la percepción de la preparación obtenida en STEM cuando consiga un trabajo.....	43

Tabla N°8: Resultados del Pre-Test vs. Post-Test III en relación con de la preparación obtenida en STEM cuando consiga un trabajo.....	44
Tabla N°10: Resultados del Pre-Test vs. Post-Test I vs. Post-Test II en relación con la percepción de que tan preparado se siente usted para enseñar usando la educación transcultural cuando consiga un trabajo.....	47
Tabla N°11: Resultados del Pre-Test vs. Post-Test III en relación con la percepción de que tan preparado se siente usted para enseñar usando la educación transcultural cuando consiga un trabajo.....	49
Tabla N°12: Percepción de los sujetos participantes en relación con preparación en las disciplinas científicas.....	56

Índice de figuras

Figura N°1: Aspectos en los cuales los sujetos participantes se han sentido discriminados.....	37
Figura N°2: Percepción de los sujetos participantes en relación con preparación en las disciplinas científicas.....	38
Figura N°3: STEAM, dificultad en la integración curricular.....	46
Figura N°4: Vivencia de algún tipo de discriminación Cohorte II.....	54
Figura N°5: Abordaje del tema de género e interculturalidad en la formación del profesorado de ciencias	59
Figura N°6: STEAM: integración curricular, Cohorte II.....	60
Figura N°7: Socioconstructivismo transformativo: identidad cultural, identidad étnica, pedagogía metacognitiva.....	63

Lista de anexos

- Anexo N°1: Instrumento Pre-test sTc-STEM.
- Anexo N°2: Instrumento Post-test I sTc-STEM.
- Anexo N°3: Instrumento Grupo Focal 1.
- Anexo N°4: Protocolo de observación.

- Anexo N°5: Instrumento Grupo Focal 2.
- Anexo N°6: Instrumento Post-test II sTc-STEM.
- Anexo N°7: Instrumento Post-test III sTc-STEM.
- Anexo N°8: Instrumento Grupo focal 3- Cohorte I.
- Anexo N°9: Resultados Pre-test – Cohorte I.
- Anexo N°10: Resultados Post-test-I- Cohorte I.
- Anexo N°11: Resultados Post-test-II- Cohorte I.
- Anexo N°12: Resultados Post-test-III- Cohorte I.
- Anexo N°13: Transcripción grupo focal 1-Hombres.
- Anexo N°14: Transcripción grupo focal 1-Mujeres.
- Anexo N°15: Transcripción grupo focal 2-Mujeres.
- Anexo N°16: Transcripción grupo focal 2-Hombres.
- Anexo N°17: Transcripción grupo focal 3-Hombres.
- Anexo N°18: Transcripción grupo focal 3-Mujeres.
- Anexo N°19: Transcripción grupo focal 1-Hombres- Cohorte I.
- Anexo N°20: Transcripción grupo focal 2-Mujeres- Cohorte I.
- Anexo N°21: Transcripción grupo focal 1-Mujeres- Cohorte II.
- Anexo N°22: Transcripción grupo focal 2-Hombres- Cohorte II.
- Anexo N°23: Resultados Post-test-II- Cohorte II.
- Anexo N°24: Resultados Pre-test- Cohorte II.
- Anexo N°25: I Encuentro Regional de Educación.

I. Información general del programa/proyecto/actividad de investigación

a) **Código del proyecto:** 724-CO-326

b) **Nombre del proyecto/actividad/programa.**

“Impacto del constructivismo sociotransformativo en las prácticas educativas del profesorado en la enseñanza de las ciencias naturales de la Universidad de Costa Rica”

c) **Programa de investigación del INIE al que pertenece su proyecto.**

Educación Universitaria

d) **Unidad Académica base donde está nombrado el personal investigativo.**

Escuela de Formación Docente.

e) **Unidad de adscripción:** Instituto de Investigaciones en Educación.

f) **Vigencia original del proyecto.**

1-01-2020 al 31-12-2021

Se solicitó ampliación de vigencia del 1-01- 2022 al 31-12-2022. Se solicitó ampliación para entrega del informe final al 31-03-2023

g) **Investigador(a) principal nombre, carga, período**

Marianela Navarro Camacho

Carga. ¼ de tiempo

Período: 2022

h) **Otro personal investigador asociado y colaborador nombre, carga, período.**

Nombre: Alberto Rodríguez, PhD.

Carga: 0 horas

Período: 2022

i) **Características de interdisciplinariedad:**

Este proyecto involucra la educación científica, la transculturalidad, la equidad y diversidad de género y la justicia social, por lo que se considera un proyecto interdisciplinario.

Desde la educación científica se abordan contenidos de física, química, biología o geología basados en el enfoque STEM (science, technology, engineering, art, mathematics, por sus siglas en inglés). El uso de la tecnología es fundamental, por lo que hay un alto componente de alfabetización digital.

El abordaje pedagógico incorpora elementos de transculturalidad, equidad de género y justicia social, por lo que se busca una representación de la ciencia que como construcción humana es cultura y crea humanidad.

De ahí que se estudien aspectos como etnicidad, equidad, democratización de la ciencia, cuestiones controversiales de la ciencia, entre otros; que involucran necesariamente elementos éticos, epistemológicos, históricos y sociológicos.

Al respecto, el Dr. Rodríguez de la Universidad de Houston y el grupo al cual está adscrito Science Educators for equity, diversity and social justice, al cual pertenecen miembros de Estados Unidos, Portugal, España, México y Nueva Zelanda, poseen experiencia en relación con la educación científica para la promoción de la justicia social.

La investigadora principal Marianela Navarro Camacho, tiene 10 años de experiencia en formación del profesorado en educación científica, fue coordinadora de la carrera de Enseñanza de las Ciencias Naturales de la Universidad de Costa Rica, y dentro de sus líneas de investigación trabaja con el tema de cultura científica para la formación ciudadana, de ahí su vínculo académico con el investigador asociado. La profesora Marianela ha trabajado principalmente con profesorado de América Latina de la Red Latinoamericana de Didáctica de las Ciencias, al cual está adscrito el Grupo de Investigación, Didáctica y Extensión Docente, GIDEDICI nodo Costa Rica; la cual dentro de sus objetivos se encuentra el promover la educación científica para el desarrollo social, humano, económico y político de los países latinoamericanos.

Resumen

Este proyecto de investigación se fundamentó en la teoría del socioconstructivismo transformativo (sTc, por sus siglas en inglés), el cual incorpora aspectos de equidad, diversidad de género, transculturalidad y justicia social en la enseñanza de las ciencias naturales.

El proyecto de investigación consistió en una intervención educativa, en la cual el estudiantado de tercer año de la Carrera de Bachillerato en la Enseñanza de las Ciencias Naturales fundamenta su práctica docente en el sTc y STEM, durante un período comprendido entre I y II ciclo 2020, I y II ciclo 2021 y I ciclo 2022.

Este estudio de carácter mixto empleó métodos cualitativos como grupos focales, entrevistas y observaciones de clase que se organizaron en categorías. Los datos cuantitativos se

recolectaron mediante la aplicación de pre – test y post -test, se usó la Prueba de Rangos con Signo de Wilcoxon para muestras pareadas de poblaciones relacionadas (Imam, Mohammed y Moses, 2014).

El propósito del estudio fue impactar la formación docente. Entre los resultados más significativos se encontró la necesidad de formar a la persona docente en relación con el desarrollo de la identidad étnica/cultural (posicionalidad), y el impacto potencial de este constructo en las habilidades de las futuras personas docentes para desarrollar clases de ciencias/STEAM culturalmente inclusivas y socialmente relevantes. También se identificó como una necesidad la desconstrucción de roles y estereotipos de género que podrían inconscientemente ser proyectados en la práctica educativa. Esto es de particular relevancia para cualquier persona que se desempeñe en la docencia, pero en el caso de los sujetos de esta investigación es particularmente importante debido a su responsabilidad de asumir el Programa de Afectividad y Sexualidad Integral, en el Tercer Ciclo de la Educación General Básica en Costa Rica.

Un hallazgo emergente de esta investigación fue descubrir la subrepresentación de grupos étnicos minoritarios en la educación superior pública en Costa Rica y la invisibilización de esta situación desde una posicionalidad de vulnerabilidad blanca que al parecer está sedimentada y normalizada dentro del sistema y por ende en la sociedad costarricense.

Así, esta investigación aporta conocimiento para incorporar elementos que tradicionalmente no se incluyen en la formación inicial del profesorado de ciencias, los cuales permitirían una representación pedagógica de las ciencias naturales social y culturalmente relevante. En lo que refiere a la perspectiva de género se reflexiona sobre la posición de la mujer en la ciencia desde la interseccionalidad. Lo anterior, lleva a analizar la conformación de la identidad docente, desde las construcciones étnicas, de género y de nivel socioeconómico, que son las que emergieron en esta investigación. Se evidencia que la fundamentación de la práctica educativa desde un posicionamiento sociocrítico desempeña un papel fundamental para el cambio social y la promoción del sentido de agencia de la persona docente.

Desde el enfoque educativo STEM, se reconoce la dificultad del profesorado para proponer en la práctica educativa la integración curricular y el diseño de ingeniería. Sin embargo, también se reconoce el potencial de este enfoque para promover habilidades científicas y el pensamiento complejo.

Descriptores

15850 - Educación de la mujer

15952 - Educación cultural

15986 - Enseñanza de las ciencias

16969 - Ciencias naturales

17122 - Cultura científica

17148 - Diversidad cultural

18067 - Justicia social

II. Antecedentes del proyecto

1. Introducción

La ciencia como creación cultural se ha constituido en una de las fuerzas hegemónicas de la época contemporánea y moderna. Por lo que, desde una perspectiva de justicia social, la democratización de los procesos de educación científica es necesaria para que todos los sujetos puedan comprender y participar activamente en la generación, trasmisión y aplicación del conocimiento científico.

Es por ello que esta investigación tiene como propósito analizar el impacto que tienen las prácticas educativas en ciencias naturales basadas en la teoría del socioconstructivismo transformativo desde la perspectiva de la formación docente. De ahí que la investigación se centre en primera instancia en la formación del profesorado en la enseñanza de las ciencias en el socioconstructivismo transformativo, la transculturalidad, la equidad y diversidad de género y socio económica, así como la educación STEM, con el fin de consolidar un marco teórico de referencia que permita transformar las prácticas educativas en el área de las ciencias naturales mejorando no solo la comprensión de la disciplina, sino también tomando en cuenta aspectos socio-culturales.

Se pretende que en la planificación de las prácticas educativas se haga conciencia de la diversidad cultural, de género y la aplicación de la ciencia desde una perspectiva de justicia social, y que estos aspectos sean incorporados de forma explícita en la concreción didáctica, con el objetivo de generar en el estudiantado una actitud positiva, receptiva y crítica hacia el conocimiento

científico. La finalidad es interesar e involucrar a todas las personas en la ciencia, su génesis, usos y aplicaciones, incluyendo a poblaciones que tradicionalmente han tenido pocas oportunidades de formación por cuestiones de discriminación debido a su grupo étnico de procedencia, estatus socioeconómico bajo o por cuestiones de género (mujeres).

2. Antecedentes del proceso investigativo

Esta investigación tiene como antecedentes principales las investigaciones realizadas por uno de los investigadores, el Dr. Alberto Rodríguez quien ha desarrollado la teoría del socioconstructivismo transformativo y la educación transcultural crítica para incorporar aspectos de género, justicia social y diversidad cultural en la enseñanza de las ciencias naturales en educación primaria y secundaria en Estados Unidos.

En relación con el referente transcultural crítico el profesor Rodríguez señala que éste busca brindar a los estudiantes oportunidades para el empoderamiento, lo que es particularmente importante en la educación científica porque un porcentaje muy pequeño de nuestros científicos provienen de grupos culturales tradicionalmente desatendidos.

Así, la propuesta teórica y metodológica del Dr. Rodríguez responde a una problemática que ha existido históricamente en la educación científica y que refiere al poco acceso, bajo rendimiento y altas tasas de deserción de estudiantes que cuentan con las siguientes características: bajo estatus socioeconómico, origen étnico diverso y mujeres. Aunque, en los últimos años se han dado algunos avances, en aspectos de género, la brecha aún es amplia, pues hay evidencia de que estas poblaciones tradicionalmente excluidas, siguen teniendo pocas oportunidades de equidad y éxito en nuestras escuelas, (Rodríguez, 2004).

Por otro lado, Gavalovsky (2010), señala que la investigación para mejorar la educación científica es un reto en muchos países del mundo, donde los procesos de formación propedéutica continúan siendo el modelo de enseñanza dominante, lo que causa altas tasas de deserción y poca escogencia de carreras en ciencias e ingeniería a nivel universitario.

Por su parte, Polino (2012), realiza una investigación con jóvenes de Iberoamérica y en sus resultados reporta que los participantes en la investigación piensan que las clases de ciencias son aburridas y difíciles de comprender, situación que causa desmotivación hacia su estudio y provoca una baja escogencia de carreras científicas y tecnológicas. Además, señala que existe una gran

diferencia en cuestiones de género, pues las mujeres siguen siendo excluidas en los procesos de formación científica, ya que se tiende a subestimar las habilidades de las mujeres en estas áreas.

En consideración de lo anteriormente descrito, y tomando en cuenta que el profesorado es quien propone los procesos de educación científica en la práctica educativa, algunas de las investigaciones consultadas se focalizan en las percepciones, creencias y estereotipos de los profesores hacia la diversidad cultural del estudiantado. En este sentido, Kumar y Lauer mann (2018), realizan una investigación con estudiantes en formación inicial y sus creencias en relación con la diversidad cultural y las prácticas educativas en el ámbito de la ciencia. Así, mediante un modelo de ecuaciones estructurales los investigadores encontraron asociaciones significativas entre la posesión de estereotipos relacionados con la diversidad cultural, las prácticas educativas enfocadas al dominio y rendimiento y la negatividad de las personas docentes para atender las necesidades educativas de estudiantes culturalmente diversos.

Bottianni, Larson, Debman, Bischoff & Bradshaw (2018) revisaron 10 estudios relacionados con prácticas culturalmente sensibles en la enseñanza de la ciencia y su potencial para promover un aprendizaje significativo. Al respecto se encontró que los métodos empleados no cumplieron estándares de efectividad en lo que refiere a sistematización y rigurosidad científica; por lo que recomiendan la necesidad de investigaciones más rigurosas en este tema que arrojen resultados confiables. Es decir, este tema debe estudiarse con profundidad y requiere de diseños metodológicos potentes para encontrar hallazgos que iluminen la investigación en esta área.

Rodríguez (2015), describe mediante un estudio de caso la transformación profesional de un profesor principiante que trabajó en una escuela culturalmente diversa y de desventaja económica. Durante el proceso de investigación se evidenció que el profesor participante en el estudio fue formado en múltiples experiencias de índole teórico y empírico. Este proceso formativo se realizó en los cursos de metodología de las ciencias con el fin de que el docente implementara el socioconstructivismo transformativo (sTc) en su práctica educativa. La implementación por parte del docente demostró que hay desafíos importantes que se deben superar para lograr transformaciones, el primero refiere a desafíos generales como son el currículo y el predominio de las pruebas estandarizadas que dirigen las prácticas educativas, así como la falta de desarrollo profesional receptivo que se manifiesta en el uso de prácticas discursivas dominantes. El segundo desafío indica que los aspectos socioculturales se manifiestan en interacciones poco igualitarias debido a diferencias étnicas y a la baja participación del estudiantado. Finalmente, el resultado de

esta investigación proporciona sugerencias para mejorar la preparación profesional de los profesores de ciencias para ir más allá de las buenas intenciones y lograr una acción más transformadora de las prácticas educativas en lo que refiere a una mejor comprensión de las ciencias para el estudiantado desde principios de respeto y equidad por las diferencias del otro.

Datos relevantes en relación con la propuesta en Estados Unidos y Costa Rica

Esta propuesta por tener su génesis en los Estados Unidos busca estar acorde con los nuevos Estándares de Educación de Ciencias de la Próxima Generación (NGSS) que requieren un énfasis en las prácticas científicas y de ingeniería (Achieve, 2013; NGSS, 2012). El NGSS también espera que los profesores respondan a la diversidad cultural y lingüística de sus estudiantes—quienes continúan siendo mayormente latinos/as, afroamericanos y de otros orígenes étnicos, y cuyos grupos étnicos continúan creciendo. Estas expectativas crean un dilema para la mayoría del profesorado de escuela primaria en los Estados Unidos; es decir, la mayoría (84%) son mujeres anglosajonas y de clase media con poca o ninguna experiencia en el trabajo con estudiantes culturalmente diversos (Lee y Buxton, 2010; Rodríguez, 2004); y, a menudo, carecen de confianza en los enfoques de enseñanza centrados en la investigación y en el alumno (Banilower, et al., 2013).

Además, la encuesta nacional más reciente en los Estados Unidos sobre educación de maestros de ciencias y matemáticas (n = 7,752) encontró que solo el 4% de los maestros participantes "se sintieron muy bien preparados para enseñar ingeniería" y solo el 39% "se sintieron muy bien preparados para enseñar ciencias" (Banilower et al., 2013). Es evidente que, a menos que tomemos medidas, esta situación simplemente va a agravar el bajo desempeño y participación de estudiantes culturalmente diversos en temas relacionados con STEM.

En el caso de Costa Rica, no se tienen estudios en relación con la percepción docente sobre su preparación en ciencias, ni tampoco hay estudios relacionados con la incorporación de aspectos de diversidad cultural, justicia social y equidad de género en las clases de ciencias. Los estudios encontrados se enfocan en la medición de conocimiento disciplinar tanto en docentes como en estudiantes.

En relación con el dominio de conocimientos en el área de la ciencia por parte de profesores, se encontró un estudio de Quirós, Chaverri, Iturralde- Polit, Sandí - Ureña (2016), el cual indagó sobre

el conocimiento que poseen los profesores de ciencias en las tres disciplinas científicas que se imparten en el currículo nacional: física, química y biología. Este estudio aplicó un cuestionario a docentes que trabajaban en colegios de la región sureste del país. Los resultados indicaron que los profesores con mayores puntuaciones muestran mayor gusto por la materia que enseñan y además los profesores con mayor rendimiento fueron los que se formaron en universidades públicas (siendo mayor la correlación en física).

Desde la perspectiva del estudiantado, las pruebas aplicadas corresponden a la Prueba PISA en las cuales los ítems están diseñados para valorar la aplicación de los conocimientos científicos en la vida cotidiana. Las personas estudiantes seleccionadas para dicha prueba se escogen por muestreo aleatorio y hay representación de jóvenes de 15 años de todo el país que se encuentran terminando el III Ciclo de Educación Básica, lo que comprende a estudiantes que han finalizado la primaria y se encuentran en el tercer año de educación secundaria. Para el año 2015 la prueba estuvo focalizada en la dimensión de alfabetización científica. Los resultados obtenidos en las Pruebas PISA del año 2015 revelaron bajo nivel de rendimiento: el 6,06% de la muestra de personas estudiantes se ubicó por debajo del nivel 1; el 30,72% en el nivel 1 y el 44,25% en el nivel 2, el cual es considerado por PISA como el nivel mínimo aceptable para participar en la denominada sociedad del conocimiento (Montero, 2015).

Estos resultados llevan al análisis de las realidades y limitaciones de nuestro sistema educativo, en relación con carencias para implementar de forma concreta metodologías que permitan incorporar el constructivismo individual, las metodologías basadas en la indagación donde se logren establecer relaciones entre el conocimiento científico con la realidad de las personas estudiantes, de manera que la construcción del conocimiento tenga significado y sentido para cada uno de ellos desde sus diversas realidades.

Lo que se quiere es que los referentes de las teorías de aprendizaje no sean solo palabras de moda en la educación, sino que sean un referente que se aplique en la práctica docente. Lo anterior es un aspecto que distingue a sTc de otros marcos teóricos. El sTc incluye muchas estrategias pedagógicas del constructivismo individual, además, las expande mediante la deconstrucción de las estructuras de poder existentes que pueden interferir con el aprendizaje significativo en el aula. De esta manera, se alienta al estudiantado a formular su propio conocimiento y contrastarlo con el conocimiento y las normas aceptadas. Al mismo tiempo, se insta a las personas estudiantes a reflexionar sobre qué conocimiento se ha convertido en la norma, qué intereses están representados

por ese conocimiento y quiénes son las personas que tienen acceso (o poder) para continuar creando el conocimiento aceptado.

Finalmente, podría decirse que el sTc ayuda al profesorado y las personas estudiantes interesadas a aprender de manera diferente mediante el uso de cuatro elementos concretos: la conversación dialógica, la actividad auténtica, la metacognición y la reflexividad. Estos elementos se definirán en el marco teórico de la propuesta.

Por tanto, para concluir este apartado se puede decir que las investigaciones consultadas develan aspectos importantes de investigar como, por ejemplo: las formas en que las concepciones del profesorado en formación afectan sus capacidades para enseñar efectivamente a todas las personas estudiantes, de ahí la necesidad de hacer conciencia sobre dichas concepciones y propiciar procesos de transformación reflexiva (Kunar y Lauermann, 2018; Rodríguez, 2015). Además, hay poca atención en nuestro país sobre aspectos relacionados con la ciencia y su enseñanza en contextos culturalmente diversos, así como el acceso a la ciencia de grupos étnicos minoritarios y las mujeres en un marco de justicia social. En este sentido, la experiencia y estudios del Dr. Rodríguez, será un insumo valioso para incursionar e incorporar estos aspectos en la formación inicial del profesorado de ciencias en nuestro país.

3. Planteamiento del problema

Es así como esta investigación considera la necesidad de actualizar a las personas docentes para enfrentar los desafíos y oportunidades asociados con la nueva política del Ministerio de Educación Pública (MEP, 2017); y de esta forma promover el desarrollo profesional del profesorado en el socio constructivismo transformativo y el enfoque STEM. Así, con el propósito de fomentar el aprendizaje basado en la indagación social y culturalmente relevante nuestro estudio busca investigar los siguientes objetivos:

4. Objetivos generales, objetivos específicos, metas

Analizar cómo el socioconstructivismo transformativo y la educación transcultural crítica impactan las prácticas educativas del profesorado en formación inicial para la incorporación intencionada y activa de aspectos que refieren a equidad de género, diversidad cultural y justicia social en la enseñanza de las ciencias naturales y STEM.

Objetivo específico 1: Investigación

Identificar las preconcepciones de los sujetos participantes en relación con aspectos de diversidad cultural, equidad y justicia social en el marco del socioconstructivismo transformativo y la educación transcultural crítica.

Meta 1 - Cuantitativa - Cantidad: 1.00

Aplicación de pre-test a los sujetos participantes: Encuestas usando la escala Likert: Incluye datos demográficos, preconcepciones de los participantes para conocer aspectos que están implícitos en el socioconstructivismo transformativo como son: la diversidad cultural, equidad de género y justicia social.

Indicador 1

Administración y análisis del pre- test

Meta 2 - Cuantitativa - Cantidad: 15.00

Post -test similar al pre- test para saber si hay cambios en las concepciones referentes a diversidad cultural, género y justicia social.

Indicador 1

Aplicar post –test

Indicador 2

Sistematizar y analizar el post – test.

Objetivo específico 2: Investigación

Diseñar unidades didácticas para la enseñanza de las ciencias naturales que incorporen elementos del socioconstructivismo transformativo y la educación transcultural crítica, así como elementos STEM.

Meta 1 - Cualitativa

Diseñar unidades didácticas para la enseñanza de las ciencias naturales que incorporen el constructivismo socio transformativo y la educación transcultural crítica y elementos STEM.

Indicador 1

Tres talleres de 4 horas cada uno para el estudio de los referentes teóricos: socioconstructivismo transformativo, educación transcultural crítica y STEM en el diseño de las unidades didácticas.

Esta etapa se realizará en el marco del curso FD- 0326 Didáctica de las Ciencias para la primera cohorte y en el curso FD-0536 Experiencia Docente en Ciencias para la segunda cohorte

Meta 2 – Cualitativa

Realizar un grupo focal una vez concluido el curso FD-0526 Didáctica de las Ciencias para recoger las impresiones de los estudiantes durante el avance de la investigación en esta primera etapa.

Indicador 1

Realizar el grupo focal 1.

Indicador 2

Sistematización y análisis del grupo focal.

Objetivo específico 3: Investigación

Interpretar las prácticas educativas que realizan los docentes participantes desde la perspectiva del socioconstructivismo transformativo y la educación transcultural crítica para comprender los alcances y limitaciones de su implementación en los contextos donde se implementaron.

Meta 1 - Cualitativa

Implementación de las unidades didácticas diseñadas.

Indicador 1

Se implementarán al menos tres unidades didácticas durante la Experiencia Docente que realicen los estudiantes en colegios públicos

Meta 2 - Cualitativa

Realizar al menos una observación de clase donde se implemente una de las unidades didácticas diseñadas con cada uno de los estudiantes participantes en la investigación. Esta etapa se realizará en el marco del curso FD-0536 Experiencia Docente y el curso FD-0551 Seminario en la Enseñanza de las Ciencias.

Indicador 1

Documentar y sistematizar las observaciones de clase realizadas a los docentes participantes.

Meta 3 - Cualitativa

Realizar un grupo focal una vez concluido el curso FD-0536 Experiencia Docente en la Enseñanza de las Ciencias para recoger las impresiones de los estudiantes durante el avance de la investigación en esta segunda etapa.

Indicador 1

Realizar el grupo focal 2.

Meta 4 - Cuantitativa - Cantidad: 15.00

Post- test para conocer si hay cambio en las concepciones iniciales

Indicador 1

Aplicación y análisis de los resultados del post-test

Objetivo específico 4: Investigación

Reflexionar junto con los docentes participantes la relación teoría-práctica, práctica-teoría para la generación de modelos de unidades didácticas en la enseñanza de las ciencias naturales que consideren el socioconstructivismo transformativo y la educación transcultural crítica.

Meta 1 - Cualitativa

Realizar un grupo focal al finalizar el curso FD-0551 Seminario en la Enseñanza de las Ciencias para recopilar información sobre el proceso de investigación por parte de los sujetos participantes

Indicador 1

Desarrollo del grupo focal 3, y su sistematización.

Meta 2 - Cuantitativa - Cantidad: 1.00

Aplicación de un post- test para medir el cambio en las preconcepciones sobre equidad de género, justicia social, y diversidad cultural, al finalizar el proceso.

Indicador 1

Post- test aplicado.

Indicador 2

Sistematización y análisis de resultados del post test.

Meta 3 - Cualitativa

Charla para divulgar los resultados de la investigación a docentes e investigadores

Indicador 1

Charla realizada

Objetivo específico 5: Investigación

Incorporar a un nuevo grupo de sujetos participantes en el II ciclo del 2021, con las mismas características del grupo anterior, para la identificación de preconcepciones en relación con

aspectos de diversidad cultural, equidad y justicia social en el marco del socioconstructivismo transformativo y la educación transcultural crítica con el propósito de hacer comparaciones entre ambos grupos.

Meta 1: Cuantitativa- Cantidad: 1.00

Aplicación de Pre-Test a los nuevos sujetos participantes: cuestionario empleando la escala Likert.

Indicador 1:

Pre –test aplicado.

Indicador 2

Sistematización y análisis de resultados del post test.

Meta 2: Cuantitativa- Cantidad: 1.00

Post –test similar al pre- test para saber si hay cambios en las concepciones referentes a etnicidad, diversidad cultural, género y justicia social.

Indicador 1:

Post –test aplicado.

Indicador 2

Sistematización y análisis de resultados del post test.

Objetivo específico 6: Investigación

Capacitar al nuevo grupo en socioconstructivismo transformativo y STEM para que diseñen 3 unidades didácticas basadas en estos marcos teóricos de referencia y las implementen en colegios de educación secundaria en clases híbridas (presencial- virtual) durante el II ciclo 2021 en el contexto de la Práctica Docente.

Meta 1: Cualitativa

Diseño de tres unidades didácticas para la enseñanza de las ciencias naturales que incorporen el constructivismo sociotransformativo y la educación transcultural crítica y elementos STEM.

Indicador 1:

Capacitación en socioconstructivismo transformativo, educación transcultural crítica y STEM.

Indicador 2:

Diseño de 3 unidades didácticas, revisión y realimentación por parte de los investigadores.

Meta 2: Cualitativa

Realizar un grupo focal una vez concluido el curso FD-0526 Didáctica en la Enseñanza de las Ciencias para recoger las impresiones del estudiantado durante el avance de la investigación en esta primera etapa.

Indicador 1:

Grupo focal realizado

Indicador 2:

Sistematización y análisis de resultados del post test.

Meta 3: Cualitativa

Implementación de las unidades didácticas diseñadas en colegios de secundaria durante la práctica docente. Esta etapa se realizará en el marco del curso FD-0536 Experiencia Docente.

Indicador 1:

Observación no participante de las lecciones de ciencias de los sujetos participantes.

Objetivo específico 7: Comparar los resultados entre ambos grupos, en lo que refiere a cambio de concepciones y la implementación de unidades didácticas en un contexto de clases virtuales (grupo 1) y en un contexto de clases híbridas (presencial - virtual, grupo 2).

Meta 1: Cuantitativa- Cantidad: 1.00

Aplicación de Pos- test (grupo 2).

Indicador 1:

Post – test aplicado

Indicador 2:

Sistematización y análisis de resultados del post test.

Meta 2: Cuantitativa- Cantidad: 1.00

Comparar los post – test del grupo 1 y 2 para conocer si hay cambio en las concepciones iniciales.

Indicador 1:

Comparación de post – test.

III. Referente Teórico

3.1. Sobre la Educación Transcultural y el Constructivismo Sociotransformativo Crítico

El sTc es la síntesis de la educación transcultural crítica (una teoría de la justicia social) y el constructivismo social (una teoría del aprendizaje). El sTc toma en cuenta cómo los contextos sociales, históricos e institucionales influyen en el aprendizaje y el acceso al aprendizaje en nuestras escuelas (Rodríguez, 2011). Este enfoque concreto puede enfrentar los desafíos de aprender a enseñar para la diversidad y la comprensión. Aprender a enseñar para la diversidad significa aprender a usar estrategias de enseñanza más inclusivas y relevantes cultural y socialmente. Aprender a enseñar para comprender implica aprender a implementar estrategias más atractivas e intelectualmente críticas. Si se quiere tener equidad y excelencia en las clases de ciencias, se debe hacer ambas cosas.

En la educación transcultural crítica la premisa básica es que todos los estudiantes deben recibir oportunidades equitativas para alcanzar éxito. Con demasiada frecuencia, la interculturalidad se interpreta en un nivel superficial (May & Sleeter, 2010). Por ejemplo, no basta con hacer algunos cambios menores en el currículo para incluir el trabajo de mujeres científicas o científicos de diferentes orígenes culturales en una lección. Aunque es útil estudiar las contribuciones que han realizado hombres y mujeres de diversos orígenes étnicos al avance del conocimiento científico, la integración de elementos culturales superficiales podría tener un efecto contrario al esperado y más bien podría reforzar estereotipos. Por ello, la transculturalidad crítica debe convertirse en un principio impulsor para el desarrollo e implementación de políticas educativas, enfoques curriculares y procesos evaluativos innovadores. De manera tal, que el resultado final no es solo oportunidades de acceso equitativas, sino también oportunidades de resultados equitativos.

Ahora, si bien el constructivismo social es un marco más en sintonía con aquellos preocupados por los temas de equidad, uno de los inconvenientes del constructivismo social es la falta de sugerencias específicas para la práctica. En resumen, una vez que una persona docente se compromete a hacer que su aula sea más inclusiva y socialmente relevante, ¿cómo lo hace él o ella? Posibles respuestas a esta pregunta son sugeridas por la orientación del constructivismo sociotransformativo crítico (sTc).

El sTc sugiere una serie de elementos que deben contemplarse en una clase donde se incorpore la diversidad cultural, la equidad de género y la justicia social, además orienta el rol del docente y

la participación que se esperarí del estudiantado. A continuación, se describen estos elementos (basado en sTc – observation protocol prompts, Anexo N°4)

Conversación dialógica

Refiere a procesos educativos que promuevan la comunicación y la expresión. No refiere solamente a la conversación como tal, sino que la planificación refleja formas diversas para provocar el pensamiento crítico y la argumentación justificada. La expresión puede darse en múltiples manifestaciones: un dibujo, un ensayo, un relato, un mural, un mapa de conceptos, una canción, una poesía, una dramatización, un video, el diseño de un juego por ejemplo con programación, entre otros.

Rol del Profesorado

1. Anima a los estudiantes a compartir sus puntos de vista abiertamente.
2. Modela la apertura y la aceptación de opiniones / creencias divergentes.
3. Anima a los estudiantes a compartir experiencias personales y su cultura durante las discusiones y actividades.
4. Anima al estudiantado a cuestionar el plan de estudios prescrito y no tomar el conocimiento oficial como estático o final.
5. Utiliza los conocimientos y experiencias del estudiantado (preconcepciones) y los incorpora en la lección, (por ejemplo, "mi abuela tiene diabetes").
6. Incorpora el lenguaje científico usando el habla y experiencias de las personas estudiantes.

Personas estudiantes

1. Expresan sus opiniones y creencias abiertamente durante las discusiones con toda la clase.
2. Expresan sus opiniones y creencias abiertamente durante las discusiones en grupos pequeños.
3. Comparten experiencias personales y su cultura durante las discusiones y actividades.
4. Se involucran críticamente con el contenido y no toman el currículo esperado o la instrucción del contenido al pie de la letra (es decir, hacen preguntas y no ven el conocimiento oficial como estático o final).

5. Demuestran comprensión del lenguaje científico al hacer conexiones con sus propias experiencias y discursos.

b) Actividad auténtica o transformativa

Refiere a una actividad formativa, es decir, que promueve no sólo habilidades intelectuales, sino también actitudinales y procedimentales.

Rol del Profesorado

1. Proporciona actividades prácticas relacionadas con la vida cotidiana de los estudiantes (social y culturalmente relevante).

2. Proporciona actividades que son auténticas para el tipo de trabajo que realizan las personas científicas (es decir, basado en la investigación; recopilación de datos con diversas herramientas; análisis de datos; interpretación de resultados y formulación de conclusiones basadas en evidencia). Es importante aclarar que las investigaciones basadas en la indagación y STEM no significan solo "experimentos de laboratorio". Podría incluir monografías, escenarios de resolución de problemas, actividades de diseño de ingeniería, etc.

3. Usa una variedad de herramientas científicas para modelar y promover investigaciones; recopilar y analizar datos; interpretar resultados y formular conclusiones basadas en evidencia.

4. Brinda oportunidades para que el estudiantado diseñe y realice sus propias investigaciones relacionadas con el tema curricular que se está cubriendo.

5. Brinda oportunidades para que las personas estudiantes presenten argumentos basados en sus hallazgos y para que otros estén de acuerdo o en desacuerdo.

Personas estudiantes

1. Hacen conexiones entre las actividades y su vida cotidiana (cultural y socialmente relevante).

2. Llevan a cabo actividades que son auténticas para el tipo de trabajo que realizan las personas científicas (recopilación y análisis de datos; interpretación de resultados y formulación de conclusiones basadas en evidencia). Podrían ser investigaciones basadas en la web, escenarios de resolución de problemas, diseños experimentales, etc.

3. Usan una variedad de herramientas científicas para realizar investigaciones; para ello pueden emplear diversas estrategias de recolección de datos, instrumentos de medición y disponer de recursos didácticos STEM.

4. Diseñan y realizan sus propias investigaciones relacionadas con el tema curricular que se está cubriendo.

5. Presentan argumentos basados en sus propios hallazgos.

c) Metacognición

Pensar en lo que se piensa. Refiere a la autorregulación de los procesos de aprendizaje, estar consciente de lo que se aprende, las dificultades, logros, procesos.

Rol del profesorado

1. Anima a los estudiantes a reflexionar en y sobre las preguntas o problemas que se investigan como lo haría una persona científica en ese campo, por ejemplo, ¿qué procedimientos podrían usarse y por qué?

2. Brinda oportunidades para que el estudiantado reflexione sobre su propio proceso de aprendizaje (es decir, cómo cada individuo dentro de su grupo y de otros grupos están entendiendo el nuevo conocimiento: ¿lo que encuentran desafiante y cómo se resuelven esos desafíos? ¿De qué manera pensaron durante los desafíos?).

3. Anima al estudiantado a discutir formas alternativas de investigar las mismas preguntas o problemas después de completar la investigación.

4. Brinda oportunidades para discutir si lo que han aprendido valió la pena saber y qué más les gustaría aprender sobre el tema.

5. Anima al estudiantado a reflexionar y reconocer lo que han aprendido y cómo.

Personas estudiantes

1. Retroceden y miran las preguntas o problemas que se investigan científicamente en ese campo, por ejemplo, ¿qué procedimientos podrían usarse y por qué?

2. Reflexionan sobre su propio proceso de aprendizaje (es decir, cómo cada individuo dentro de su grupo y de otros grupos están entendiendo el nuevo conocimiento: lo que encuentran desafiante y cómo se resuelven esos desafíos. ¿De qué manera pensaron durante los desafíos?).
3. Discuten formas alternativas de investigar las mismas preguntas o problemas de investigación después de completar la investigación.
4. Discuten si vale la pena saber lo que han aprendido y qué más les gustaría aprender sobre el tema.
5. Toman conciencia, reflexionan y reconocen lo que han aprendido y cómo.

d) Reflexividad

Pretende que la actividad formativa vincule los contenidos con la vida. Así se espera que los estudiantes reflexionen en relación con el valor del estudio, el agua potable, el acceso al sistema de salud, trabajo, etc; pensar en que no todas las personas tienen los mismos derechos y posibilidades, sino que hay desigualdad. En este sentido, ser conscientes de la importancia de la justicia social, y tener en cuenta que hay cuestiones de índole cultural que promueven estereotipos y desencadenan injusticias, o desigualdad, como por ejemplo: etnia, género o nivel socioeconómico. Pensar en enseñar para el respeto, la tolerancia y la justicia social. Comprender la educación como medio o proceso que puede mejorar la calidad de vida individual y colectiva, según la intencionalidad que ésta tenga. Detectar problemas locales con visión global tales como contaminación, cambio climático, acceso al agua, desarrollo de tecnologías alternativas, entre otros; temáticas STEM presentes en los contenidos de ciencias

Rol del profesorado (reflexivo = refleja y actúa sobre la reflexión)

1. El profesorado demuestra cómo su propia posición de privilegio; su cultura, su género; y sus ubicaciones de Estatus Socio- Económico (ESE) pueden influir en qué y cómo enseña.
2. Demuestra cómo su propia posición de privilegio de su cultura, su género; y ubicaciones de ESE pueden influir en cómo interactúa con los y las estudiantes (especialmente estudiantado de diferentes ubicaciones socioculturales, lingüísticas y ESE).
3. Brinda oportunidades para que el estudiantado sea reflexivo y explore cómo sus propias posiciones de privilegio, su género, su cultura y ESE pueden influir la forma en que interactúa con

los otros (especialmente con individuos de diferentes ubicaciones socioculturales, lingüísticas, ESE y género).

4. El profesorado alienta al estudiantado a explorar quién está detrás (quién se quedó fuera) del conocimiento que se espera que aprendan y los intereses de los que se sirve ese cuerpo de conocimientos (es decir, los intereses de la cultura de las personas científicas, de su género; su ESE, así como los factores sociales e históricos desempeñaron un papel en la formulación del cuerpo de conocimiento en estudio).

5. El profesorado anima a los estudiantes a ser reflexivos (es decir, reflexionar y actuar sobre lo que aprende para mejorar su propio contexto, la comunidad, el país o el mundo = el conocimiento es transformador).

Personas estudiantes (reflexivo = refleja y actúa sobre la reflexión)

1. Demuestran cómo sus propias posiciones de privilegio, su cultura, su género; y ubicaciones de ESE pueden influir en qué y cómo aprenden.

2. Demuestran cómo sus propias posiciones de privilegio, su cultura, su género; y ubicaciones de ESE pueden influir en cómo **interactúan con su profesor o profesora** (especialmente, si la persona docente es de diferentes lugares socioculturales, lingüísticos, ESE y género).

3. Demuestra cómo sus propias posiciones de privilegio, su cultura, su género; y ubicaciones de ESE pueden influir en la forma en que **interactúan con sus compañeros** (especialmente, si el o la compañera es de diferentes lugares socioculturales, lingüísticos, ESE y género).

4. El estudiantado explora quién está detrás del conocimiento que se espera que aprendan y qué intereses son atendidos por ese cuerpo de conocimientos (es decir, los intereses de la cultura de las personas científicas, de su género; su ESE, así como los factores sociales e históricos desempeñaron un papel en la formulación del cuerpo de conocimiento en estudio).

5. El estudiantado demuestra que son reflexivos (es decir, reflexiona y actúa sobre lo que aprende para mejorar su propio contexto, la comunidad, el país o el mundo. Acción = el conocimiento es transformador).

Otros elementos que se deben tener claros en sTc son:

Transcultural o culturalmente relevante: Se valora la ciencia como una construcción colectiva, inherente al ser humano y presente en todas las culturas. Se asume la identidad cultural propia, se analiza críticamente la cultura y se respeta al que piensa diferente o pertenece a una cultura distinta. Se promueven actividades que refuercen y valoren la cultura en sus múltiples dimensiones: como acervo de conocimiento, como parte de la identidad de una etnia o pueblo o como artefacto cultural creado por el ser humano a lo largo de la historia.

Socio constructivismo: refiere a la construcción social del conocimiento. Desde el socio-constructivismo el aprendizaje se concibe como un proceso de mediación social y cultural, por eso el trabajo colaborativo es muy importante, así como la vinculación de los contenidos con el mundo y el desarrollo de habilidades comunicativas, proyecto de vida, entre otros. Así, es necesario potenciar habilidades lingüísticas de expresión escrita, comprensión lectora y expresión oral. El lenguaje puede ser el uso del idioma, el lenguaje matemático, el lenguaje científico que incluye símbolos, nomenclaturas, léxico especializado, entre otros.

Socialmente relevante: refiere a una ciencia que no es neutra ni plana, que tiene vínculos con la sociedad y por tanto tiene implicaciones en diversas áreas desde la política, la economía, la religión, la cultura, la sociedad en general.

3.2. Sobre la Educación STEM

El acrónimo STEM emerge en Estados Unidos en los años 90 por la NSF (National Science Foundation), para hacer referencia a las áreas de ciencia (science), tecnología (technology), ingeniería (engineering) y matemática (math). Posteriormente, se vincula al ámbito educativo y surge el término Educación STEM, que se enfoca en promover políticas educativas y cambios curriculares tendientes a la promoción de vocaciones científico-tecnológicas y a la alfabetización científica ciudadana desde edades tempranas, (Sanders, 2008).

Algunos autores prefieren utilizar el concepto de educación integradora STEM, la cual es definida por Sanders y Wells como enfoques de aprendizaje basados en diseños tecnológicos e ingenieriles, que integran de forma intencional contenidos y procesos de la educación de ciencia y matemática con contenido y procesos de la educación de tecnología e ingeniería. La educación integradora STEM puede mejorarse a través de una mayor integración con otras áreas escolares tales como lenguaje, artes, estudios sociales, etc. (2010)

STEM no debe confundirse con el uso de TICs (Tecnologías de la comunicación e información) aunque si las integra, pero no sólo desde una perspectiva instrumental, por ejemplo, utilizar

herramientas de TI para enseñar conceptos de ciencia o matemática (Sanders, 2013). Más bien la educación STEM propone que el profesorado enseñe temas de ciencia y matemática mediante la aplicación de tecnología e ingeniería en la resolución de proyectos o problemas reales (Havice, Havice, Waugaman y Walker, 2018).

Al respecto, la nueva política educativa del Ministerio de Educación Pública denominada *La persona: centro del proceso educativo y sujeto transformador de la sociedad*, propone dentro de sus orientaciones “propiciar ambientes de aprendizaje novedosos, en los que se potencie la creatividad y el conocimiento, e incorpore desde la primera infancia formas de aprendizaje activas y participativas” (MEP, 2017).

En ese sentido, la alfabetización STEM, incluye la alfabetización digital, así como el pensamiento crítico, resolución de problemas, habilidades colaborativas, manejo de conceptos de ciencia natural, pensamiento computacional y razonamiento cuantitativo, (Gogia y Pearson Jr., 2018). Todo lo anterior es coherente con las dimensiones: Nuevas maneras de pensar y Herramientas para integrarse al mundo, presentes en la política educativa vigente, (MEP, 2017).

IV. Metodología

Dado que este proyecto está fundamentado en sTc, un marco teórico que promueve la justicia social a través de la conciencia cultural, la agencia y el aprendizaje colaborativo, utilizamos un lente crítico para reunir y analizar varios tipos de datos (Moje, Collazo, Carrilo y Marx, 2001).

Este marco teórico nos permite construir narrativas de acción, (Rodríguez, 2015) que significa una representación honesta y detallada de las barreras, así como de los éxitos que los participantes encontraran durante el tercer y cuarto año de su preparación profesional en experiencias de campo. Con este fin, se propuso un enfoque metodológico mixto (Plowright, 2011) mediante el cual se utilizan herramientas cuantitativas (pre- y post-test) y cualitativas (revisión de unidades didácticas, grupos focales, observaciones no participantes y entrevistas). El estudio es de carácter descriptivo en tanto se detallan los resultados obtenidos durante la intervención educativa.

Los participantes son los y las estudiantes en formación de la carrera de Bachillerato en la Enseñanza de las Ciencias Naturales de la Universidad de Costa Rica de los cursos: FD0526 Didáctica de las Ciencias, I ciclo 2020, FD-0536 Experiencia Docente en Ciencias II ciclo 2020 y 2021 y FD- 0551 Seminario en la Enseñanza de las Ciencias, I ciclo 2021 y 2022.

Debido a la pandemia se decidió solicitar ampliación de vigencia del proyecto, por lo que se integró un nuevo grupo de sujetos participantes con el propósito de realizar algunas prácticas e implementaciones presenciales, además de aumentar la muestra lo que da mayor validez al análisis de los datos. La nueva cohorte se integra al proyecto en el II ciclo 2021 como estudiantes del curso FD-0536 Experiencia Docente en Ciencias y continuarán su participación en el I ciclo 2022 como estudiantes del curso FD- 0551 Seminario en la Enseñanza de las Ciencias.

La participación de los sujetos es voluntaria. El estudio se considera longitudinal en tanto se da seguimiento a dos generaciones de estudiantes, durante tres cursos para la primera cohorte y dos cursos para la segunda cohorte que refieren a la preparación e incorporación en la práctica profesional.

4.1 Recolección de los datos

Cohorte I:

1. En la primera etapa durante el curso **FD- 0526 Didáctica de las Ciencias**, se aplicaron dos técnicas

1.1. **Pretest** (Anexo N°1), aplicado a un total de 17 estudiantes. Se recopiló información socio – demográficas y al finalizar el curso un **postest I** (Anexo N°2) el cual incluyó escalas Likert para recopilar información sobre la formación recibida para enseñar las diversas materias del plan de estudios con base en el sTc, así como sus concepciones de la educación transcultural y STEM. La escala de Likert para cada rango de tema es: 1 (de ninguna manera); 2 (un poco); 3 (bien preparado); 4 (muy bien preparado); y 5 (excelente) para conocer si las preconcepciones relacionadas con el sTc habían variado.

1.2. Los datos cualitativos se obtuvieron de **dos grupos focales** (Anexo N°3) conformados por cuatro personas estudiantes cada uno, divididos por género (masculino y femenino según su propia autoidentificación). El propósito de la conversación fue reflexionar sobre el proceso formativo e implementación de la educación transcultural crítica y STEM.

1.3. También se recolectó información mediante el análisis y revisión de las unidades didácticas diseñadas por el estudiantado durante el curso, esta revisión se realizó por parte de los dos investigadores.

2. La segunda etapa de la investigación se desarrolló con en el **curso FD- 0536 Experiencia Docente**. Los datos cualitativos se recolectaron por medio de dos estrategias:

2.1. **Observaciones no participantes:** en esta etapa los investigadores observaron a tres de los sujetos participantes implementando la unidad didáctica basada en sTc y STEM, la cual fue diseñada en el curso que lo antecedió. La implementación se realizó en colegios públicos de educación secundaria.

Los datos de las observaciones se registran por medio de notas de campo por parte de los investigadores (Anexo N°4).

2.2 **Grupos focales:** Al igual que en la etapa anterior se aplicaron dos grupos focales, uno conformado por cuatro masculinos y otro por cuatro femeninas, ambos se desarrollaron al terminar el curso FD- 0536 Experiencia Docente para determinar si las preconcepciones sobre educación transcultural, equidad de género, justicia social habían variado y se buscó conocer qué fortalezas y debilidades se pueden señalar en relación con la propuesta teórico – práctico del socio-constructivismo transformativo, (Anexo N°5)

2.3. Aplicación del Post – test II (Anexo N°6)

3. La tercera etapa se realizó en el curso **FD- 0551 Seminario en la Enseñanza de las Ciencias** donde se desarrolló un proyecto de investigación- acción que consistió en una intervención donde aplicó una unidad basada en sTc y STEAM en diferentes centros educativos públicos de la GAM. Como técnicas de recolección de información sobre la experiencia de investigación se aplicaron

3.1. Aplicación del Post- Test III (Anexo N°7).

3.2. Se aplicaron dos grupos focales (divididos por género masculino y femenino conformados por los mismos cuatro estudiantes que participaron en los grupos focales anteriores, Anexo N°8). Las preguntas indagaron nuevamente sobre sus experiencias al aplicar sTc y STEM en la práctica educativa.

3.3. Se analizaron los proyectos de investigación del estudiantado y los resultados obtenidos a partir de los resultados de evaluación de las unidades didácticas del curso FD0551- Seminario en la Enseñanza de la Ciencias, I ciclo 2021. (Las unidades se encuentran resguardadas en un disco extraíble en formato digital).

Cohorte II:

La segunda cohorte de sujetos de investigación inició el proceso en el II ciclo del 2021, en el curso FD-0536 Experiencia Docente en Ciencias. No se logró el inicio del proceso en el I ciclo 2021, pues debido a la pandemia no se tuvo acceso a la población. Por tanto, esta cohorte tendrá dos ciclos de formación uno virtual (aunque durante ese período, se lograron desarrollar tres talleres presenciales con el profesor Alberto Rodríguez, las demás sesiones se desarrollaron de forma virtual), el curso del I ciclo 2022 si se realizó presencial, (FD-0551 Seminario en la Enseñanza de las Ciencias).

1. En la primera etapa del curso FD- 0536 Experiencia Docente en Enseñanza de las Ciencias, II ciclo 2021, se aplicaron tres técnicas de recolección de datos:

1.1. Aplicación de Pre- Test y Postest (Anexo N°1 y N°2), aplicado a un total de 23 personas estudiantes. Se recopiló información socio –demográficas el cual incluyó escalas Likert para recopilar información sobre la formación recibida para enseñar las diversas materias del plan de estudios, así como sus concepciones de la educación transcultural, sTc y STEM. La escala de Likert para cada rango de tema fue: 1 (de ninguna manera); 2 (un poco); 3 (bien preparado); 4 (muy bien preparado); y 5 (excelente).

1.2. Los datos cualitativos se obtuvieron de dos grupos focales (Anexos N°3 y N°5) conformados por cuatro personas estudiantes, divididos por género (4 masculinos y 4 femeninos según su propia autoidentificación). El propósito de la conversación fue reflexionar sobre el proceso formativo e implementación de la educación transcultural crítica, sTc y STEM.

1.3. También se recolectó información mediante el análisis y revisión de las unidades didácticas diseñadas por el estudiantado durante el curso FD- 0526 Experiencia Docente en Ciencias, esta revisión se realizó por parte de los dos investigadores, (las unidades se encuentran resguardadas en un disco extraíble en formato digital).

V. Análisis y divulgación de resultados

Datos cualitativos: Se revisaron todas las transcripciones de las entrevistas, las respuestas cortas del cuestionario y las notas de campo de las observaciones para identificar temas y categorías generales por Cohorte. (Spradley, 1979). Utilizando un método de comparación constante entre las diferentes etapas de la investigación de una misma cohorte y finalmente entre ambas cohortes, se

codificaron las categorías emergentes y se evaluó la fortaleza de cada categoría utilizando información de todas las demás fuentes de datos (incluido el análisis cualitativo por medio del software Atlas.ti).

Datos cuantitativos: Las respuestas del pre y post test de los sujetos participantes se analizaron utilizando el software estadístico SPSS, específicamente se empleó la estadística de Wilcoxon, que es una herramienta robusta para pruebas no paramétricas con muestras pequeñas (Klotz, 1963; Imam, Mohammed, & Moses, 2014; Bridge & Sawilowsky, 1999). Para este estudio, se empleó la Prueba de Rangos con Signo de Wilcoxon para muestras pareadas de poblaciones relacionadas (Imam, Mohammed y Moses, 2014).

Con los datos obtenidos, se realizó la codificación axial para investigar la relación entre los temas y categorías emergentes en los conjuntos de datos cuantitativos y cualitativos por cada cohorte. Finalmente, en la etapa de codificación selectiva, se identificaron los temas principales y las subcategorías que colapsaron. Debido a que se emplearon múltiples fuentes de datos cuantitativos y cualitativos durante un período prolongado de tiempo, será posible triangular la fortaleza de nuestros hallazgos. Además, las participaciones activas de los dos investigadores en las tres etapas de la investigación también fortalecen la fidelidad de la implementación y la fiabilidad y validez de los hallazgos (Patton, 2002; Lincoln & Guba, 1985).

5.1. Análisis y discusión de resultados

5.1.1. Cohorte I: Categoría etnicidad docente como hallazgo emergente de la investigación

Cuando se aplicó el pre – test (Anexo N°1) a la Cohorte 1 la investigadora principal decidió no incluir la variable identidad étnica dado que, como costarricense consideró que no era una pregunta frecuente ni relevante en el contexto de C.R. Lo anterior porque la mayoría de la población se clasifica como mestiza, por tanto, se dio por sentada la respuesta. Sin embargo, el investigador de Estados Unidos, quien tiene muchos años de indagar sobre estas temáticas detectó en la apreciación y el supuesto un proceso de invisibilidad étnica en Costa Rica, por lo que insistió en hacer la pregunta a los sujetos participantes.

La investigación evidenció (Anexo N°9) que no hay una concientización sobre la identidad étnica, pues los participantes en su totalidad mostraron confusión al responder la pregunta, sobre todo porque se utilizó la clasificación del INEC, en la cual la categoría mestizo y blanco se agrupaban en una sola opción. Como se aprecia en la Tabla N°1 en el Censo del 2011 se empleó la clasificación

siguiente para identificar la etnicidad en Costa Rica. (Es importante aclarar que esta clasificación cambió para el Censo 2022, donde la clasificación blanco/ mestizo se desagregó).

Tabla N°1:

*Categorías étnicas oficiales en Costa Rica según Manual del entrevistador Censo 2011**

Categoría Étnica	Definición
Negro Afrodescendiente	Personas que reconocen en su identidad las raíces culturales de la diáspora africana.
Mulato(a):	Personas que reconocen principalmente en su identidad las raíces culturales de descendencia africana y su diáspora en uno de sus padres.
Chino	Personas con ancestros de la República de China, incluyendo Hong Kong y Taiwán. No incluye personas con otros ancestros asiáticos.
Blanco o Mestizo(a)	Personas quienes se identifican principalmente con el legado Hispano americano su cultura e historia. También incluye personas que se identifican con el legado europeo o anglosajón su cultura e historia.
Indígena	Cualquier persona identificada como miembro de uno o más de los varios grupos étnicos indígenas de Costa Rica.
Otro	Personas que se identifican con un grupo étnico no mencionado en las categorías anteriores.

Fuente:

Estas categorías raciales coloniales y codificadas por colores (por ejemplo, mulato, negro y blanco) provocaron una reacción fuerte y negativa de todos los participantes quienes tuvieron problemas con la pregunta de identidad étnica/cultural, la pregunta más problemática fue la categoría “Blanco o Mestizo(a)”.

Este hallazgo también se evidenció en el grupo focal I tanto (Anexo N°12 y N°13), ambos grupos (masculino y femenino) manifestaron que no están acostumbrados a pensar y reflexionar sobre su etnicidad y que en el pre-test no podían marcar la categoría blanco o mestizo, dado que consideraron que deberían ser categorías distintas.

Por ejemplo, Luis explicó,

“Tuve un problema con la ambigüedad porque en la opción de blanco también decía Mestizo [ver Tabla 1]; es decir, no me considero blanco porque soy latino, digamos, pero quería marcar mestizo, entonces tenía que marcar ambos” (Luis, I Cohorte, Grupo Focal I, p. 4).

Pedro, otro estudiante en el mismo grupo focal estuvo de acuerdo,

“Yo también estaba confundido porque no sabía cómo clasificarme en relación a las categorías de la encuesta, entonces elegí Mestizo” (I Cohorte, Grupo Focal I, p. 4).

Este resultado se comparó con los obtenidos por el investigador en Estados Unidos. Las respuestas del profesorado en formación estadounidense no parecen tener dificultades para seleccionar cualquiera de las categorías de identidad codificadas por colores cuando se les hace la pregunta sobre identidad étnica/cultural (Rodríguez, en impresión).

A partir de esta reflexión surgió una categoría nueva en la investigación que refiere al reconocimiento de la etnicidad del docente como elemento de su identidad, la cual puede influir en su concepción, interpretación y actuación ante la interculturalidad. En ese sentido, surgen análisis necesarios tales como: el tema de interculturalidad en los programas de formación docente, específicamente en el programa de formación del profesorado de ciencias.

Otro hallazgo que se develó fue que en la Sede Rodrigo Facio no se ven con frecuencia estudiantes indígenas o afrodescendientes, lo que llevó a realizar consultas sobre estas poblaciones étnicas a la Vicerrectoría de Vida Estudiantil. Al respecto, contestaron que no se tienen datos de autoidentificación étnica, pues se considera información sensible (comunicación personal con la investigadora principal, julio 2020). Este dato es importante, pues la literatura indica que este tipo de suposiciones más que disminuir la discriminación la aumenta, pues impide el análisis riguroso y consistente que permite la toma de decisiones informadas a partir de datos, en relación al acceso y permanencia de grupos étnicos en la universidad. (Rodríguez y Mallo, 2012).

Además, la investigadora principal y coordinadora de la Carrera de Enseñanza de las Ciencias Naturales, del 2013 al 2022, indicó que durante su permanencia en la carrera (10 años aproximadamente) solamente identifica a un estudiante indígena en ese lapso, pero no identifica a alguna persona afrodescendiente.

Es así como, a partir de los primeros datos obtenidos en el pre -test (Anexo N°9) y grupos focales 1 de hombre y mujeres (Anexos N°12 y N°13), surgen dos categorías de estudio y líneas de investigación emergentes: una que refiere a la concientización de la persona docente sobre etnicidad para que sea consciente de la etnicidad del otro y todo lo que ello implica en términos de interacciones y relevancia cultural de la práctica educativa. La segunda refiere a la concientización

en el sistema educativo sobre el acceso a la educación superior de los grupos étnicos indígenas y afrodescendientes, especialmente a carreras o programas de formación ubicados en el área denominada STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics). Este hallazgo concuerda con antecedentes de investigaciones en otros países donde ciertos grupos étnicos tienen menor oportunidad de acceso a carreras científicas.

En el caso particular de Costa Rica, al no contar con datos desagregados de etnicidad de la población estudiantil en las universidades públicas, (según la indagación que realizamos y se registra en la Tabla N°2) la situación está invisibilizada. Por lo que se detecta un problema estructural de fondo.

Tabla N°2:

Cantidad de estudiantes indígenas y afrodescendientes en las universidades públicas del país de nuevo ingreso, ciclo lectivo 2019

Categoría Étnica	Universidad de Costa Rica (UCR)	Universidad Nacional (UNA)	Tecnológico de Costa Rica (TEC)	Universidad Estatal a Distancia (UNED)	Universidad Técnica Nacional (UTN)
Indígenas	Información no registrada	54	34	698	11
Afrodescendientes	Información no registrada	154	Información no registrada	Información no registrada	Información no registrada

Fuente: Navarro – Rodríguez, 2021, a partir de revisión de estadísticas de las oficinas de registro o información de la UCR, TEC y UNA y comunicación personal con funcionario de las UTN.

Al respecto, se corroboró que en América Latina en general existe una fuerte correlación entre grupo étnico de pertenencia y la posición que tienen los individuos en la estructura de ingreso económico - social, (Senior – Angulo, 2007). En ese sentido, la exclusión educativa tiene un severo impacto en la calidad de vida de las personas, por ser uno de los principales mecanismos de movilidad social. Costa Rica no es la excepción, pues según esta investigación, y los datos encontrados en las universidades públicas, las personas indígenas y afrodescendientes están proporcionalmente subrepresentadas en la educación superior pública del país.

En el caso de las personas indígenas los datos encontrados muestran que en el período del 2010 al 2014, sólo el 0,23% de estudiantes matriculados en universidades públicas eran indígenas. Además, investigaciones como la de Carvajal – Jiménez et al., (2017), indican que factores sociales, económicos y culturales promueven la exclusión de esta población en los procesos de formación a nivel universitario.

Si bien es cierto, los bajos índices de admisión en las universidades públicas han llevado a establecer procesos de admisión diferenciados, la exclusión de este grupo étnico sigue siendo grave. La principal opción de formación a nivel universitario que se les ofrece es la docencia para el nivel de educación primaria. Es decir, no hay mecanismos que mejoren las oportunidades de ingreso a otras carreras, como las denominadas carreras STEM, (Carvajal- Jiménez, et. al, 2017).

En el caso de la población afrodescendiente solamente se registran datos de la población afrodescendiente matriculada en la Universidad Nacional. Por lo que, se puede decir que en las otras universidades públicas esta población está invisibilizada.

El tema anterior se vincula directamente con la categoría emergente de esta investigación que refiere a la concientización del profesorado en formación inicial sobre su propia etnicidad, su posición de poder y privilegio y los efectos que esto puede tener en su práctica docente y el abordaje de la transculturalidad en su práctica educativa.

Si se comparan los hallazgos en Costa Rica se encuentra similitud con los hallazgos encontrados por el Dr. Rodríguez (investigador asociado) en Estados Unidos. Al respecto, el investigador indica que la diversidad étnica en los Estados Unidos continúa aumentando dramáticamente. Según el censo de EE. UU. (2019), el cuarenta por ciento de la población incluye personas latinas, afrodescendientes, asiáticos, personas indígenas, y miembros de otros grupos. Sin embargo, el porcentaje de personas de diversos grupos étnicos que participan en los campos de STEM es desproporcionadamente bajo (NRC, 2012). Desafortunadamente, esta situación también se refleja cuando se observa el porcentaje de docentes de diversos orígenes étnicos empleados en colegios y escuelas. Por ejemplo, la mayoría de los maestros de escuela primaria (84%) son mujeres angloamericanas (blancas) de clase media con poca o ninguna experiencia previa en el trabajo con estudiantes culturalmente diversos (Lee & Buxton, 2010, Rodríguez, 2004). En algunos estados, la subrepresentación de maestros en formación de diversos orígenes étnicos es aún peor. Por ejemplo,

el porcentaje de estudiantes anglosajones en las clases del Dr. Rodríguez en los Estados Unidos es típicamente de 96%.

En los Estados Unidos, como en Costa Rica, es evidente que se necesitan enfoques innovadores para llamar la atención y abordar esta falta de representación étnica y cultural en los diversos niveles educativos, y particularmente en las carreras relacionadas con STEM como es el caso de la enseñanza de las ciencias naturales.

5.1.2 Cohorte I: Resultados obtenidos al comparar pre- test y post -test

El pre – test (Anexo N°1) y post- test I, II y III (Anexos N°9, N°10 y N°11) estaban conformados por dos tipos de preguntas abiertas y preguntas cerradas usando la escala Likert. Las preguntas de escala Likert referían a los siguientes temas:

- Escogencia de la carrera docente.
- Experiencias previas con grupos culturales/étnicos distintos.
- Vivencia de situaciones de discriminación por género, nivel socioeconómico, grupo étnico, identidad sexual, u otro.
- Preparación académica para enseñar biología, química y física.
- Percepción de los sujetos participantes (profesorado en formación inicial) en relación con su formación profesional en STEM.
- Percepción de los sujetos participantes (profesorado en formación inicial) en relación con su formación profesional en transculturalidad.

Resultados

Escogencia de la carrera docente

En relación con la pregunta sobre la escogencia de la docencia como profesión las motivaciones expresadas por los sujetos participantes refieren en primer lugar a la necesidad de impactar y apoyar a los jóvenes. En segundo lugar su interés y gusto por la enseñanza de las ciencias, y en tercer lugar mencionaron el interés por la ciencia generado por sus maestros. Es interesante analizar cómo se manifiesta un sentido vicario y de agencia en los y las participantes, así como el modelaje de los maestros es influyente en la escogencia de carrera (Anexo N°9)

Experiencias previas con grupos culturales-étnicos distintos

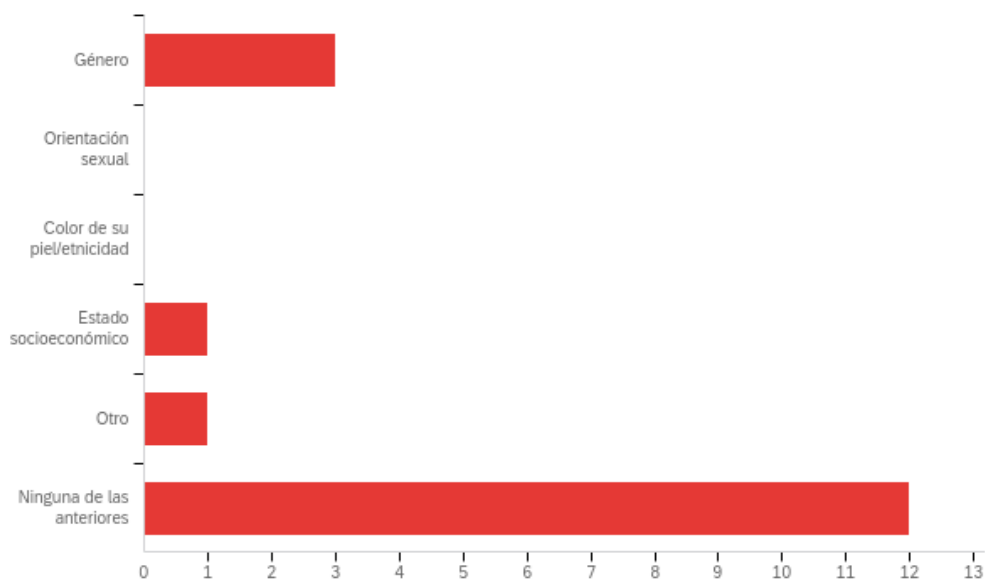
En relación con experiencias con grupos étnicos distintos, la mayoría 80%, indicó que no ha tenido experiencias y casi no tienen conocimiento al respecto, y el 20% indicó al menos una experiencia, principalmente ligada a algún voluntario o TCU en la universidad. Sobre las razones del porqué de su falta de experiencias interculturales, mencionan la carencia de experiencias de formación sobre ese tema en su plan de estudios. Tampoco se abarca en su formación el tema del aumento de personas migrantes y su incorporación en el sistema educativo a pesar de las políticas de inclusión que existen el país. Por el contrario, los participantes consideraron que en Costa Rica históricamente se hablaba de forma peyorativa de otros grupos étnicos o ciertos grupos migrantes y eso debe empezar a cambiarse por medio de la educación (Anexo N°9).

Vivencia de algún tipo de discriminación

En relación con la vivencia de algún tipo de discriminación, los sujetos participantes indicaron en primer lugar situaciones relacionadas con aspectos de género y socioeconómicos, tal y como lo muestra el Figura N°1.

Figura N°1

Aspectos en los cuales los sujetos participantes se han sentido discriminados



Fuente: Construcción del programa Qualtrics a partir de las respuestas de los sujetos participantes de la Cohorte I (Anexo N°10)

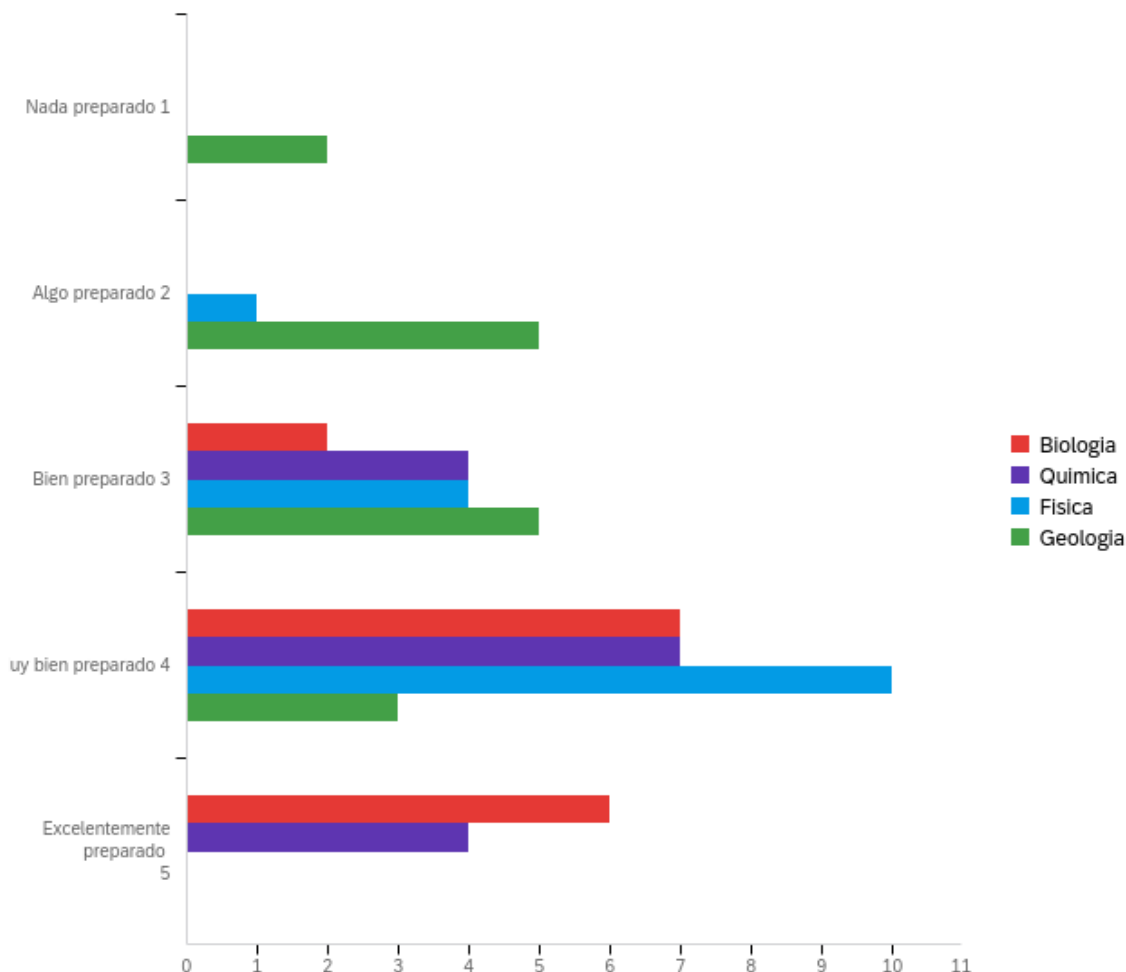
Esta pregunta tenía como intención concientizar a los participantes sobre aquellos aspectos o situaciones en los cuales han sufrido discriminación. Esta pregunta también se realizó en el grupo

focal I y las mujeres fueron quienes manifestaron mayor discriminación por cuestiones de género. También manifestaron vivenciar discriminación por nivel socioeconómico, principalmente los sujetos que venían de zona rural y emigraron a la Gran Área Metropolitana (GAM) para poder asistir a la universidad.

En relación con la preparación académica para enseñar ciencias naturales los sujetos manifestaron sentirse poco preparados en el área de geología, seguido de física, luego química y el área disciplinar donde se sienten mejor preparados es en biología (Ver Figura N°2).

Figura N°2

Percepción de los sujetos participantes en relación con preparación en las disciplinas científicas



Fuente: Construcción del programa Qualtrics a partir de las respuestas de los sujetos participantes de la Cohorte I (Anexo N°10)

Efectos de la intervención educativa en la preparación disciplinar de las personas participantes

Al preguntarles si la intervención educativa les ayudó a mejorar su preparación en el área disciplinar los resultados obtenidos fueron los siguientes. La escala va del 1 al 5 de manera ascendente, donde 1 corresponde a Nada preparado y 5 a Excelentemente preparado.

Tabla N° 3

Comparación porcentual entre Pre- test Biología y Post - test biología III

Indicador escala Lickert	%Pre- test	%Post -Test III	% Diferencia
3	12.5	0	12.5
4	62.5	56.3	6,2
5	18.8	37.5	18,7

Fuente: Construcción a partir de los datos obtenidos en el pretest y pos-test III. (Anexos N°9, N°10, N°11 y N°12)

Los sujetos participantes se movilaron del nivel 3 al nivel 4 y 5 durante la intervención, es decir consideran que poseen una muy buena o excelente preparación en el área de biología. Aumentando de forma importante el nivel 5, a pesar de esto, no se obtiene una correlación significativa. Es decir, la intervención no parece tener impacto en la percepción de mejora de la enseñanza del área de biología ($p < .059$).

Tabla N° 4

Comparación porcentual entre Pre- test Química y Post - test Química III

Indicador escala Lickert	%Pre- test	%Post -Test III	Diferencia
2	6.3	0	6.3
3	37.5	18.8	18.7
4	43.8	43.8	0
5	6.3	31.3	27

Fuente: Construcción a partir de los datos obtenidos en el pre test y pos-test III, (Anexos N°9, N°10, N°11 y N°12)

La autopercepción sobre la preparación para enseñar química de los sujetos participantes se comportó de la siguiente forma: ninguno de los sujetos se ubicó en el nivel 2. El nivel 3 disminuyó, el nivel 4 se mantuvo igual y el nivel 5 aumentó significativamente. La correlación en este caso es moderadamente significativa $p < 0.011$. Es decir, los sujetos participantes consideraron que la participación en la investigación mejoró un poco su preparación para enseñar química.

Tabla N°5

Comparación entre Pre -test Física y Post -Test III Física

Indicador	escala	% Pre- test	% Post –Test	Diferencia
Lickert			III	
2		12.5	12.5	0
3		75	43.8	31.2
4		6.3	31.3	25
5		0	6.3	6.3

Fuente: Construcción a partir de los datos obtenidos en el pre test y pos-test III. . (Anexos N°9, N°10, N°11 y N°12)

El nivel de percepción en relación con la preparación en física aumentó en la mayoría de los sujetos participantes durante la participación en la investigación. Más individuos se movieron del nivel 3 al 4, uno se movió al nivel 5 y dos personas permanecieron en el nivel 2. Sin embargo, no se obtuvo una correlación significativa. Es decir, la participación en la investigación no fue significativa para mejorar la preparación en la asignatura de física ($p < .059$).

Tabla N°6:

Comparación entre Pre -test Geología y Post -Test III Geología

Indicador	escala Lickert	% Pre- test	% Post –Test III	Diferencia
1		6.3	0	6.3
2		43.8	43.8	0
3		25	43.8	18.8
4		18.8	0	-18.8
5		0	6.3	6.3

Fuente: Construcción a partir de los datos obtenidos en el pre test y pos-test III. (Anexos N°9, N°10 N°11 y N°12)

En relación con la preparación en geología en el último post test los participantes se ubicaron en los niveles 2 y 3. Ninguno se ubicó en el nivel 4 y solamente una persona se ubicó en

el nivel 5. No hay correlación significativa entre los aprendizajes adquiridos por medio del proyecto y la preparación en el área de geología.

Es importante mencionar que geología fue el área disciplinar donde los sujetos participantes manifestaron sentirse menos preparados. Al consultarles en el grupo focal sobre este resultado indicaron que llevan muy pocos cursos de geología, durante la carrera, que la información recibida es dispersa y que no se les enseña cómo hacer esta asignatura relevante a nivel social y cultural. A partir de este hallazgo se incorporaron dos cursos más en la malla curricular de la carrera de Enseñanza de las Ciencias, uno corresponde a G- 0045 Amenazas Naturales y Desastres y el otro a G-0046 Geología de C.R., con el objetivo de que los aprendizajes de la disciplina sean relevantes para la alfabetización científica del profesorado, con la intención que puedan enseñar mucho mejor esta disciplina.

Socioconstructivismo transformativo (sTc) como fundamento teórico para incorporar la transculturalidad y el enfoque STEM en la enseñanza de las ciencias

Las preguntas abiertas del pre y post-test (Anexos N°9, N°10, N°11, N°12), referían a la comprensión del socioconstructivismo transformativo como fundamento teórico para incorporar la transculturalidad y el enfoque STEM.

Esta pregunta tenía como fin conocer cuáles eran los principales obstáculos y las fortalezas que encontró el profesorado en formación al diseñar e implementar la unidad didáctica fundamentada en sTc y STEM. Además, esta pregunta metacognitiva pretendía conocer las apreciaciones y necesidades de las personas participantes con el fin de mejorar el proceso formativo que se estaba realizando.

A continuación, se analizan los resultados obtenidos en el pre- test y pos – test I, II y III (Anexos N°9, N°10, N°11 y N°12) de la Cohorte I. Este grupo inició el estudio en marzo del 2020 y realizó un proceso de formación de año y medio, terminando en el I ciclo 2021.

Al inicio de nuestra intervención, el pre-test (Anexo N°9) indicó que los docentes en formación tenían una autoeficacia o percepción muy baja de sus habilidades para integrar STEM en su pedagogía (vea la Tabla N°7). Estos resultados son corroborados en las respuestas cortas de los pre- test y post-tests (Anexos N°10, N°11 y N°12), como también en las entrevistas de grupos

focales. La mayoría de los participantes expresaron que no habían recibido ninguna, o muy poca, formación en la educación STEM.

Después de completar el primer curso, FD-0526 Didácticas de las Ciencias, en el que se abordó el enfoque constructivismo sociotransformativo y la educación transcultural a través de actividades STEM, la autoeficacia de los docentes para enseñar STEM se incrementó significativamente. En otras palabras, la mediana del pre-test fue 1.0 (de ninguna manera preparado) y posteriormente incremento en el post- test I a 3.0 (bien preparado). Además, de acuerdo con la prueba Wilcoxon de Rangos Asignados, estos resultados representan una diferencia significativa ($p < .001$).

Con el fin de monitorear el progreso de los docentes en la investigación, se administró el mismo test (pos-test II) al final del segundo curso, FD-0536 Experiencia Docente en las Ciencias, en el que se continuó modelando el marco pedagógico STEM. El post – test II mostró el cambio en la percepción sobre su autoeficacia para enseñar STEM, el cual volvió a ser significativo ($p < .0005$) de acuerdo con la prueba Wilcoxon de Rangos Asignados.

Se aplicó un último post test III al finalizar el curso FD-0536 Seminario en la Enseñanza de las Ciencias, donde los estudiantes debían realizar un proyecto sTc y STEM, diseñar la unidad e implementarla en un centro educativo, así como analizar los resultados de la implementación. Después de tres semestres de formación el 100% de los participantes consideró que su autoeficiencia para enseñar STEM era buena, muy buena o excelente (Ver Tabla N°8).

Tabla N°7:

Resultados del Pre-Test vs. Post-Test I vs. Post-Test II en relación con la percepción de la preparación obtenida en STEM cuando consiga un trabajo

Escala: 1 (de ninguna manera); 2 (un poco); 3 (bien preparado); 4 (muy bien preparado); y 5 (excelente)

Pre-Test Median	Post-Test I Median	Wilcoxon Signed Rank Test Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Porcentaje of students who selected 3 or higher on <u>Pre-Test</u>	Percentage of students who selected 3 or higher on <u>Post-Test I</u>	Difference in Percentage of students who selected 3 or higher <u>Pre-Test I vs. Post-Test I</u>
1.0	3.0	3.24	0.001*	11.8%	23.5%	11.7%
Pre-Test Median	Post-Test II Median	Wilcoxon Signed Rank Test Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Percentage of students who selected 3 or higher on <u>Pre-Test</u>	Percentage of students who selected 3 or higher on <u>Post-Test II</u>	Difference in Percentage of students who selected 3 or higher <u>Pre-Test I vs. Post-Test II</u>
1.00	4.0	3.52	0.0005*	11.8%	94.1%	82.3%

***p significant at < 0.05**

Tabla N°8:

Resultados del Pre-Test vs. Post-Test III en relación con de la preparación obtenida en STEM cuando consiga un trabajo

Escala: 1 (de ninguna manera); 2 (un poco); 3 (bien preparado); 4 (muy bien preparado); y 5 (excelente)

Pre-Test Median	Post-Test III Median	Wilcoxon Signed Rank Test Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Percentage of students who selected 3 or higher on <u>Pre-Test</u>	Percentage of students who selected 3 or higher on <u>Post-Test III</u>	Difference in Percentage of students who selected 3 or higher <u>Pre-Test I vs. Post-Test III</u>
1.00	3.0	2.50	0.001*	11.8 %	100%	88.2 %

***p significant at < 0.05**

Este incremento en la percepción de la eficiencia para enseñar STEM fue corroborándose en los grupos focales. En el pre – test algunos manifestaron desconocer del todo el término y otros indicaron que, aunque conocían el término no sabían cómo implementarlo. En el post -test II señalaron que los talleres realizados por los profesores (investigadores) donde modelaron el enfoque educativo STEM les ayudaron mucho, pero necesitaban más prácticas o ejemplos y que además se les dificultaba aplicarlo en la virtualidad. En el post -test III, los sujetos conceptualizaban STEM de manera amplia y profunda, lo reconocen como un enfoque educativo integrador, aunque manifiestan que lograr esa integración es lo más difícil. Uno de los sujetos participantes define STEM de la siguiente forma:

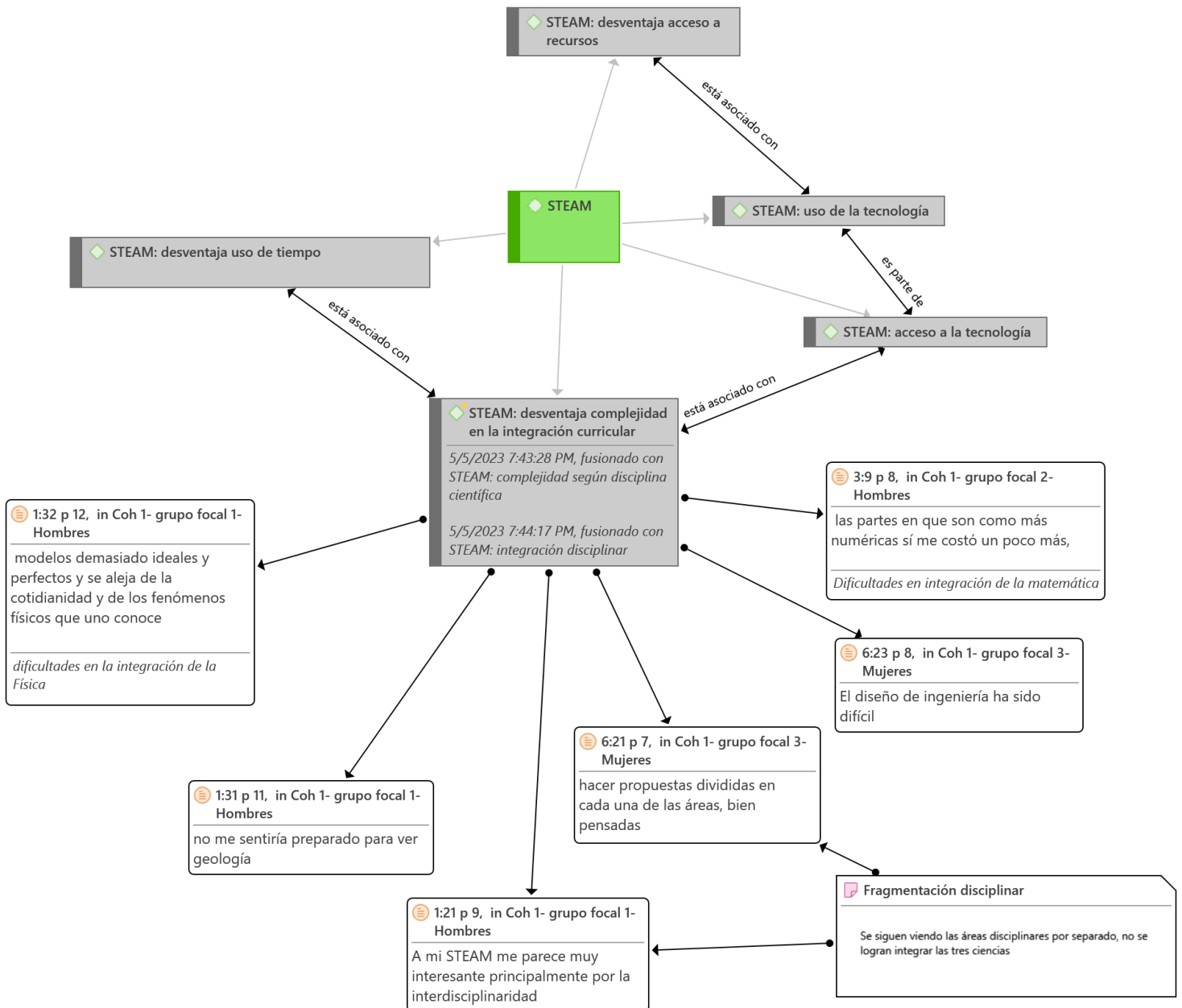
La educación STEM busca implementar estrategias que permitan desarrollar habilidades y competencias a partir de distintas áreas que al complementarse unas con otras, fortalecen las habilidades y vacíos que se pueden dejar si se implementan de forma individual... el objetivo es formar estudiantes... capaces de desarrollar su aprendizaje de manera creativa y activa... (Mario, Transcripción, Grupo focal III- I Cohorte- 20 de julio-2021, p.8, Anexo 16)

En los grupos focales se exploró las dificultades y fortalezas encontradas al diseñar una clase con STEM. Según los resultados que pueden observarse en la Figura N°3 el principal

obstáculo fue lograr la integración curricular de las diferentes áreas, principalmente lo que refiere al diseño de ingeniería y la integración de las diferentes ciencias naturales. Al respecto, los sujetos participantes mencionaron dificultades en geología, pues tenían menor preparación que en las otras ciencias y en física, pues emplea modelos idealizados que difieren de la percepción de los fenómenos en la cotidianidad. También se mencionó la dificultad de acceso a recursos tecnológicos, así como la inversión de tiempo que requiere la planificación e implementación de este enfoque, aunque se reconoce su fortaleza al proponer como eje la interdisciplinariedad. En este sentido, indicaron la dificultad en diseñar desde la complejidad, donde se integren todos los elementos, hay una forma de pensar fraccionada que parece difícil de superar.

Figura N°3

STEAM, dificultad en la integración curricular



De igual forma que se investigó el cambio en la autoeficacia de los docentes para enseñar usando el marco pedagógico STEM, también se investigó el progreso de los estudiantes en su autoeficacia para enseñar integrando la educación transcultural crítica. La Tabla N°9 indica que los resultados también son positivos y significativos entre el pre-test (Anexo N°9) y los post-tests I y

II, pero la comprensión de la transculturalidad su incorporación en la práctica educativa en la enseñanza de las ciencias es más bajo que en STEM. Por ejemplo, el porcentaje de docentes que seleccionó la categoría 3 o más alta, cambió de 41.2% en el pre-test a 70.6% en el post-test I. De acuerdo con la prueba Wilcoxon de Rangos Asignados, estos resultados representan una diferencia significativa ($p = .013$) de 29.4%. El cambio de porcentaje observado por los docentes que seleccionaron la categoría 3 o más alta entre el pre-test y post-test II cambio de 41.2% a 76.5%. Mientras este cambio fue moderadamente significativo para el valor Z de la estadística de Wilcoxon de Rangos Asignados ($p = .018$), no se observó diferencia entre la mediana del pre-test el post-test II (vea la Tabla N°10).

Tabla N°10:

Resultados del Pre-Test vs. Post-Test I vs. Post-Test II en relación con la percepción de que tan preparado se siente usted para enseñar usando la educación transcultural cuando consiga un trabajo

1 (de ninguna manera); 2 (un poco); 3 (bien preparado); 4 (muy bien preparado); y 5 (excelente)]

Pre-Test Median	Post-Test I Median	Wilcoxon Signed Rank Test Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Percentage of students who selected 3 or higher on <u>Pre-Test</u>	Percentage of students who selected 3 or higher on <u>Post-Test I</u>	Difference in Percentage of students who selected 3 or higher <u>Pre-Test I vs. Post-Test I</u>
2.0	3.0	2.50	0.013*	41.2%	70.6%	29.4%
Pre-Test Median	Post-Test II Median	Wilcoxon Signed Rank Test Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Percentage of students who selected 3 or higher on <u>Pre-Test</u>	Percentage of students who selected 3 or higher on <u>Post-Test II</u>	Difference in Percentage of students who selected 3 or higher <u>Pre-Test I vs. Post-Test II</u>
2.0	3.0	2.36	0.018*	41.2%	76.5%	35.3%

***p significant at < 0.05**

Estos resultados demuestran desafíos comunes que encuentran los docentes para integrar la educación transcultural crítica con STEM porque este marco pedagógico es más desconocido para ellos y no lo habían visto modelado anteriormente en su formación académica (Lee and Buxton, 2010; Rodríguez, 2011/1998; 2015). En los grupos focales y respuestas cortas se respaldan estos datos, pues los participantes manifestaron que este tema no se aborda en su formación, por lo que les cuesta integrarlo. A la pregunta si habían trabajado con grupos culturales-étnicos diferentes al suyo fuera de la universidad, 5 sujetos contestaron afirmativamente y 12 negativamente, lo que indica que no tienen esas experiencias transculturales y eso puede ser un vacío importante en su formación docente, pues es muy probable que en su vida profesional vayan a trabajar con grupos culturalmente diversos, dado que Costa Rica se reconoce como país multicultural y multiétnico.

En el post test II los sujetos participantes indicaron estar más familiarizados con el concepto de transculturalidad, pero seguían teniendo dificultades para incorporarlo en las lecciones de ciencias. De ahí, que los investigadores decidiéramos seguir modelando prácticas STEM relevantes a nivel cultural y social.

Es así, como estas expectativas guiaron el proceso formativo durante el tercer curso de la intervención, FD-0551 Seminario en la Enseñanza de las Ciencias (I ciclo 2021). En este curso se abordaron las inquietudes y preguntas que tenían los docentes mientras se seguía modelando la educación transcultural con el marco pedagógico de STEM.

La última valoración realizada en el post test III evidenció una mayor comprensión del término transculturalidad. La conceptualización del término por parte de los estudiantes se vuelve mucho más compleja, profunda y con un lenguaje pedagógico más sofisticado. Por ejemplo, uno de los participantes define educación transcultural de la siguiente forma:

La educación transcultural es un enfoque que relaciona contenidos, con aspectos relevantes para la sociedad, teniendo en cuenta el contexto, la cultura y las problemáticas vividas...Con el fin de formar individuos capaces de ser agentes de cambio...formar estudiantes reflexivos y críticos sobre su propio conocimiento y aprendizaje, donde son capaces de analizar y buscar posibles soluciones ante distintas situaciones.

(Ariel, Grupo focal III, julio 2021, pp.8 y 9) Anexo N°17

La siguiente Tabla N°10 muestra el cambio en la percepción del entendimiento de la transculturalidad del pretest al post test III. Si bien es cierto todos los estudiantes se sienten bien preparados, lo que se autocalificaron con 3, aún creen que es un término complejo y su implementación resulta aún más compleja, pues abarca muchos ámbitos de la vida. Por ello la incorporación de la transculturalidad en la práctica educativa va más allá de presentar un contenido abstracto, se debe muy consciente de todo lo que implica y debe incorporarse en la planificación didáctica, pero también es fundamental de vivenciarlo en las interacciones sociales que se dan en la interacción social, propia de un salón de clases. Por ejemplo, las relaciones entre personas de diferente género, cultura, etnia, nivel socioeconómico. Todo ello implica representación de la ciencia, desde un posicionamiento de justicia social, etc.

Tabla N°11:

Resultados del Pre-Test vs. Post-Test III en relación con la percepción de que tan preparado se siente usted para enseñar usando la educación transcultural cuando consiga un trabajo
 1 (de ninguna manera); 2 (un poco); 3 (bien preparado); 4 (muy bien preparado); y 5 (excelente)

Pre-Test Median	Post-Test I Median	Wilcoxon Signed Rank Test Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Percentage of students who selected 3 or higher on <u>Pre-Test</u>	Percentage of students who selected 3 or higher on <u>Post-Test III</u>	Difference in Percentage of students who selected 3 or higher <u>Pre-Test I vs. Post-Test III</u>
2.0	4.0	2.50	0.001*	41.2%	100%	58.8%

****p* significant at < 0.05**

Al finalizar el proceso formativo de los sujetos pertenecientes a la Cohorte I, los resultados obtenidos indican que el 33.3% se siente bien preparado para enseñar la transculturalidad, el 46.7% muy bien preparado y el 20% excelentemente preparado. En este caso se obtiene que la mediana que tiene un valor de 2 al inicio del proceso pasa a 4 y según la prueba Wilcoxon de Rangos Asignados, estos resultados tienen una diferencia significativa ($p = .001$)

5.1.3. Cohorte I: Resultados obtenidos en grupos focales

Los grupos focales se dividieron de acuerdo al género. Se hicieron 2 grupos uno masculino y otro femenino (según su propia autoidentificación), cada uno conformado por 4 personas.

De los grupos focales emergen categorías de análisis importantes, para esta investigación y que se consideran constructos que es necesario abordar en investigaciones posteriores:

Vulnerabilidad blanca

En el grupo focal I emerge la categoría Vulnerabilidad blanca relacionada con la identidad étnica costarricense a partir de la cual se desarrolla un capítulo de un libro, pues esto tiene repercusiones en las formas en que construimos la transculturalidad. De esta categoría se desprende la subcategoría identidad étnica docente y sus repercusiones en la práctica educativa, en relación con el reconocimiento del otro con su identidad étnica y cultural, así como su contexto como acto necesariamente pedagógico. Además, se explora la incorporación de grupo étnicos minoritarios en la educación superior en Costa Rica. Se encontró que las universidades públicas tienen pocos datos y seguimiento de poblaciones étnicas minoritarias, la Universidad de Costa Rica es la que posee menos datos al respecto.

Ante esta situación se dirigió una carta al Consejo Universitario y se realizó una exposición de los datos. A partir de esta información el Consejo Universitario nombró una Comisión y se decidió que la prueba de admisión del 2023 incorporaría la pregunta de identidad étnica.

Resistencia al cambio pedagógico e ideológico

Se devela una resistencia al cambio pedagógico e ideológico por parte del profesorado en formación. Al inicio de la intervención no ven la relevancia de incorporar la transculturalidad en la enseñanza de las ciencias desde el enfoque STEM. Algunas de los comentarios que hicieron los participantes fueron: “

Incorporar aspectos de género al enseñar ciencias, me parece que es mucha información y eso abrumba. (Karina, grupo focal 1, 2020 p.1) Anexo N°14

La rigidez del sistema hace difícil la implementación, me ha costado... encontrar el momento para implementarlo. (Vanessa, grupo focal 1, 2020, p.1) Anexo N°14

En relación con estos comentarios, hay que tomar en cuenta que son estudiantes de tercer año de formación universitaria que están socializados en un modelo pedagógico tradicional, por lo que hay una serie de principios sobre la enseñanza de las ciencias que se han sedimentado y consolidado, no sólo en su formación como futuros docentes, sino también desde su trayectoria escolar. En ese sentido, importa el contenido por sí mismo, aunque muchas veces carezca de significado o importancia para el que aprende o esté desconectado del mundo. Lo anterior porque la forma descontextualizada en que se enseña ha sido el modelaje que predomina. Por tanto, la incorporación de elementos que consideran ajenos a la ciencia canónica parece resultar irrelevante.

El rechazo se da principalmente al enfoque educativo socioconstructivismo transformativo, cuya base es pedagógica, no así al enfoque STEM que lo consideran más afín a la estructura de la ciencia. En ese sentido, se observa una fragmentación entre el conocimiento disciplinar y pedagógico, señalado por Shulman (1987) y coincidente con los resultados obtenidos en una investigación previa realizada por la investigadora principal con profesorado de ciencias en ejercicio de la provincia de Cartago, Costa Rica. (Navarro – Camacho, 2019).

A partir de los hallazgos anteriormente discutidos los investigadores se indican temas o constructos importantes para reflexionar la práctica pedagógica.

Pedagogía Metacognitiva

A pesar de la resistencia al cambio, se reconoce en los participantes una pedagogía metacognitiva, este constructo es conceptualizado por los investigadores como la reflexión de la praxis. En ese sentido, una de las participantes manifestó en relación con la incorporación de la transculturalidad:

“Permite un autoconocimiento y ver las cosas con los ojos de los demás” (Karina, 2020, p.2)

Anexo N°14

En esa misma línea uno de los participantes comentó:

Intriga porque es una educación liberadora... Hay ruptura equidad y justicia social es importante porque...se centra en el individuo toma en cuenta el contexto... uno no puede generar ideas asiladas del mundo. (Milton, 2020, p.3) Anexo N°13

Relación teoría – práctica

Aunque mucho se habla de la falta de relación entre la teoría educativa y la práctica, se siguen reproduciendo modelos pedagógicos donde las teorías de la educación se discuten, pero no se practican. Esta investigación vuelve a poner en el tapete esta discusión y devela la necesidad del profesorado en formación de establecer el vínculo entre teoría- práctica mediante el modelaje de los formadores. Es necesario que se den aplicaciones sostenidas en el tiempo tanto en cursos pedagógicos como del área disciplinar. Al respecto algunos participantes manifestaron “*que en un curso habían leído sobre el enfoque STEM, pero no sabían cómo aplicarlo.* (Luis, Transcripción Grupo focal II, 2 de diciembre, 2020, p.5). Anexo N°16. Estos comentarios llevaron a los investigadores a desarrollar más talleres modelando la aplicación de las teorías estudiadas.

Los procesos empíricos en la enseñanza de la ciencia

Las prácticas diseñadas incorporaban procesos empíricos, es decir trabajos prácticos desde enfoques de indagación abierta. Después de la experiencia, finalizando el último curso, los participantes analizaron las formas en que aprendieron las prácticas experimentales en la universidad. Al respecto, uno de ellos manifestó:

Creo que una de las mejores maneras de comprender la necesidad de cambiar el esquema actual de la educación científica en CR es ver hacia los procesos por los que uno mismo ha pasado/ experimentado. Personalmente me siento muy bien preparado para usar un marco STEM en mis futuras clases gracias a que durante este proceso de formación hemos identificado las carencias tan grandes que hay en los laboratorios de ciencias a nivel universitario, así como el nulo acercamiento que tienen los estudiantes de secundaria a las prácticas empíricas. Creo que gracias a esto puedo implementarlo de manera adecuada en un salón de clases. (Milton, 2021, Grupo focal III p. 13) Anexo N°17

Esta categoría podría ser una subcategoría de la categoría metacognición pedagógica, no obstante, por la relevancia que tiene la concepción de lo empírico en la educación científica se considera una categoría de investigación, necesaria de seguir investigando para mejorar la formación del profesorado de ciencias naturales.

5.1.4 Cohorte II: Resultados obtenidos al comparar pre- test y pos -test

El pre-test de la II cohorte es llevado a cabo por 23 personas. Los instrumentos del pre-test y pos-test son los mismos aplicados a la cohorte I, pero solamente se realizaron dos aplicaciones

por limitaciones de acceso a la población en la primera fase. Así, las preguntas de escala Likert referían a los siguientes temas:

- Escogencia de la carrera docente.
- Vivencia de situaciones de discriminación por género, nivel socioeconómico, grupo étnico, identidad sexual, u otro.
- Preparación académica para enseñar biología, química y física.
- Percepción de los sujetos participantes (profesorado en formación inicial) en relación con su formación profesional en STEM.
- Percepción de los sujetos participantes (profesorado en formación inicial) en relación con su formación profesional en transculturalidad.

Resultados

Escogencia de la carrera docente

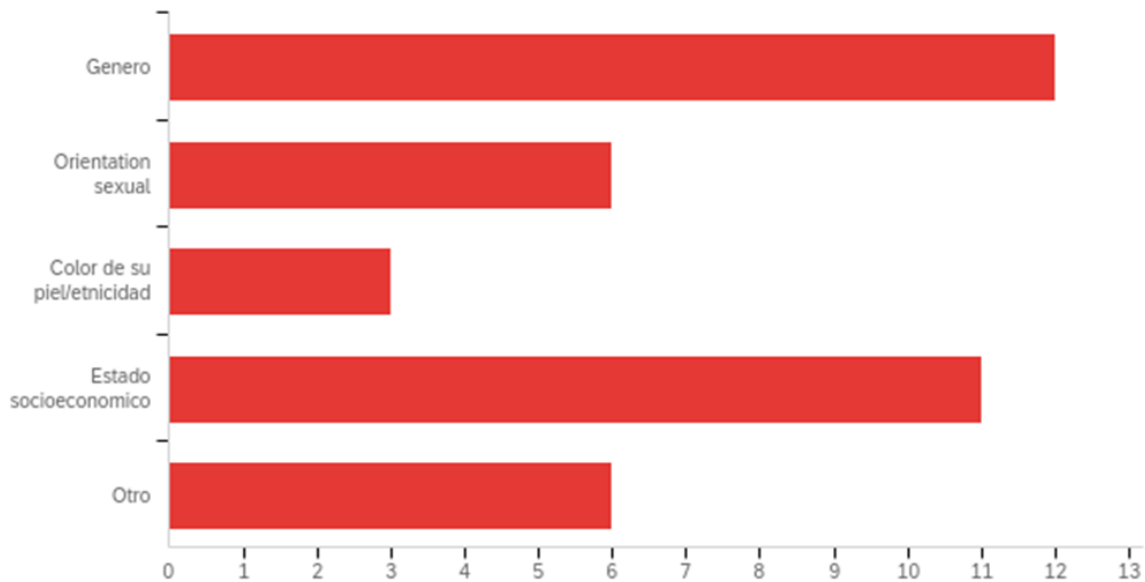
En relación con la pregunta sobre la escogencia de la docencia como profesión los participantes indican principalmente el deseo de generar cambios a nivel social, de enseñar y promover la importancia de la ciencia. Estas expectativas surgen, según los informantes, de experiencias tanto positivas como negativas con los docentes de la asignatura de ciencias naturales durante la educación secundaria. Al igual que la Cohorte I emerge el sentido de agencia y el modelaje de antiguos maestros como principales factores para la escogencia de la carrera. De ahí, la importancia de contar con un profesorado en educación secundaria que motive al estudiantado por el estudio de las ciencias naturales, lo anterior porque es necesaria la alfabetización científica de toda la ciudadanía como un derecho para entender, ejercer y participar críticamente en el contexto científico-tecnológico que les correspondió vivir. Además, de la necesidad de promover vocaciones científicas y tecnológicas, dado que son escasas y particularmente poco ejercidas por ciertos grupos, debido a la falta de acceso (mujeres, población de bajo nivel socioeconómico, grupos étnicos minoritarios).

Vivencia de algún tipo de discriminación

En relación con la vivencia de algún tipo de discriminación, los resultados obtenidos se muestran en la figura N°4.

Figura N°4

Vivencia de algún tipo de discriminación Cohorte II



Fuente: Construcción del programa Qualtrics a partir de las respuestas de los sujetos participantes de la Cohorte II Pretest, Anexo N°23

Según se muestra la figura N°4 las personas participantes del pretest seleccionaron experiencias discriminatorias, 12 personas por género, 11 personas por estado socioeconómico, 6 personas debido a orientación sexual, 6 personas por otros temas, es importante indicar que esta es una pregunta de respuesta múltiple. Dentro de los comentarios en relación con las situaciones vividas se detallan la discriminación por residencia en zona rural, corporalidad y acceso a la práctica de deportes. En esta cohorte surgió de manera más frecuente la discriminación por aspectos de género y orientación sexual, la cual emerge como categoría de interés en la discusión de los grupos focales en la Cohorte II.

Autoidentificación en relación con el grupo étnico y cultural

En esta cohorte se modificó la pregunta sobre grupo étnico y las categorías blanco y mestizo se separaron. De esta forma los resultados obtenidos fueron los siguientes: 19 personas se identifican con el grupo mestizo(a), 7 con el grupo blanco(a), 2 con el grupo mulato (a), 2 con el grupo afrodescendiente, 1 con el grupo indígena y 1 persona con otro, el cual indica como latino. Cabe destacar que se podía elegir más de una opción.

A modo general, los comentarios en relación con la elección del grupo étnico mestizo(a) lo justificaron porque consideran que el término mestizo refiere a una mezcla de todas las razas o bien una relación entre una persona blanca con una persona indígena. Una de las personas eligió otro, e indicó que eligió latina porque tiene características fenotípicas variadas y por vivir en una zona multicultural. Finalmente, las persona que seleccionó indígena no justificó su elección.

En relación con la identificación como latino, en el grupo focal de las mujeres se generó controversia en relación con el término mestizo, pues mencionaron alguna connotación peyorativa, y por eso se discutieron si era mejor identificarse como latino, por ser de América Latina. Sin embargo, la acepción latina viene del uso de una lengua romance: el latín, y serían latinos todos aquellos que hablen una lengua vernácula, tales como: los italianos, portugueses y franceses. De ahí que le término más apropiado en ese sentido sería latinoamericanos.

Las personas que seleccionaron el grupo blanco(a), mencionan que se autodeterminan de esa manera porque ambos padres son de esta etnia o por el color de piel. Por otra parte, los comentarios de las personas que seleccionaron afrodescendiente indican que son personas de ascendencia afrocaribeña y por el color de piel.

La elección de la etnicidad causó mucho interés en los participantes al igual que en la cohorte I, precisamente por ser una identificación sobre la cual no se reflexiona en nuestro país. Este tema será ampliado en el análisis de los grupos focales y surge como un tema de relevancia en relación con la identidad de la persona docente.

Experiencias previas con grupos culturales-étnicos distintos

Respecto a las experiencias previas con grupos étnicos-culturales, 17 personas seleccionaron que no han tenido este tipo de experiencias, 6 personas indicaron que habían tenido experiencias con otros grupos culturales, mencionan: voluntariados y campamentos en territorios indígenas. Al igual que la cohorte I comentaron que este tipo de experiencias no se propician ni abordan durante su formación en la carrera. Este vacío debe analizarse en el plan de estudios, porque está en el Marco de los Derechos Humanos y, por tanto, en la política educativa del país, por lo que debería ser un tema transversal en los cursos u ofrecerse alguna opción formativa al respecto.

Percepción de las personas participantes en relación con su formación disciplinar

La pregunta que refiere a la percepción en relación con su formación disciplinar se obtuvieron resultados similares a la Cohorte I.

Para justificar su elección los participantes indican que se sienten mejor preparados en biología y en química porque hay bastantes cursos de estas áreas en la malla curricular, además que ambas asignaturas ofrecen un balance adecuado entre teoría y práctica, y además manifiestan su gusto e interés por estas materias. Sin embargo, indican que se les hace más fácil entender la biología que la química, por eso se sienten mejor preparados en la primera.

En el caso de la física la mayoría de los sujetos participantes afirman que les cuesta entender los temas y que no los preparan para enseñar física por lo que la planificación didáctica en esta materia se les dificulta más que en biología o química. Señalan que el proceso educativo durante la pandemia fue deficiente y que sienten muchos vacíos en su formación.

En el caso de geología la mayoría de los sujetos indicó que se sienten algo preparados, aunque dos sujetos manifestaron sentirse nada preparados, en este aspecto coinciden con las respuestas de la Cohorte I. Indican dos razones principalmente: se llevan pocos cursos en la carrera y los cursos son poco didácticos. Aunque ambas cohortes coinciden que es una disciplina muy interesante, y que les gustaría aprender más.

La Tabla N°12 recoge las principales respuestas de los participantes.

Tabla N°12

Percepción de los sujetos participantes en relación con preparación en las disciplinas científicas

Asignatura	Nada preparado a Algo preparado		Bien preparado		Muy bien preparado		Excelentemente preparado	
	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia a relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia a relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia a relativa
Biología	0	0%	6	26%	17	74%	0	0%
Química	0	0%	7	30%	17	74%	0	0%
Física	12	52%	4	17%	5	22%	2	9%
Geología	15	65%	5	22%	3	13%	0	0%

Fuente: construcción a partir de los resultados del pretest, Cohorte II. (Anexo N°24)

Al igual que la Cohorte I la intervención educativa no fue significativa en relación con la percepción de mejora en la formación disciplinar, aunque las percepciones en el post – test fueron superiores al pre – test, estadísticamente no fue significativo.

Efectos de la intervención educativa en la preparación disciplinar de las personas participantes

En relación con la intervención educativa, no se obtuvieron resultados significativos en relación con el impacto o mejoramiento de la preparación disciplinar de los sujetos participantes. Sin embargo, desde la voz de los actores se indica que la elaboración de unidades didácticas fundamentadas en sTc y STEAM implica hacer más comprensibles los contenidos de la ciencia, lo que requiere mayor esfuerzo en la planificación didáctica por parte del profesorado y por ende deben repasar y profundizar los contenidos de las disciplinas científicas para entenderlos mejor y así diseñar una secuencia didáctica potente.

Socioconstructivismo transformativo (sTc) como fundamento teórico para incorporar la transculturalidad y el enfoque sTc y STEM en la enseñanza de las ciencias, Cohorte II

La mayoría de las participantes de la cohorte II mostró un mayor conocimiento o conciencia en relación con el concepto de transculturalidad y la importancia de ser incorporado en los procesos de educación científica.

En los resultados del pre-test, se obtuvieron respuestas más elaboradas en relación con el concepto de educación transcultural, como, por ejemplo:

Explicaría mencionando que se toman en cuenta las creencias y valores de las personas estudiantes sin importar su procedencia u origen cultural, ya que se respetarán e integrarán estos aspectos en el proceso de enseñanza y aprendizaje. (E1, Qualtrics, Pre Test- Cohorte II, p. 23)

Anexo N°24

Una educación inclusiva en la cual mediante estrategias se logre incorporar aspectos de las múltiples etnias y grupos culturales que impida la segregación y discriminación. Una educación donde a partir de las diversas perspectivas de los alumnos se pueda crear un aprendizaje significativo para todos. (E2, Qualtrics, Pre Test- Cohorte II, p.23) Anexo N°24

La educación transcultural se define como la integración de los diferentes aspectos culturales de la sociedad, ya que Costa Rica se compone de diversas culturales, y muchas veces olvidamos que no somos una sociedad homogénea ... La importancia de la educación a partir de

la conciencia [Sic] de la diversidad cultural, tanto a nivel país y a nivel local. Lo cual permitiría al estudiantado ampliar sus conocimientos sobre transculturalidad y realidades de otras personas como ciudadanos del mundo. (E3, Qualtrics, Pre Test- Cohorte II, p.23) Anexo N°24

En estas conceptualizaciones se notan construcciones más elaboradas en el pre-test de la Cohorte II que en el PreTest de la Cohorte I. No obstante, también se encontraron concepciones muy reducidas y una persona participante indicó no tener noción del término” (E4, Qualtrics, Pre Test- Cohorte II, p.23), Anexo N°24.

Los elementos del enfoque sTc también potenciaron cambios en las formas de concebir la praxis pedagógica. Dado que uno de los elementos de este enfoque refiere a la conversación dialógica, por lo que las actividades denominadas auténticas y las buenas preguntas eran parte fundamental de la interacción. En ese sentido, una de las participantes manifestó lo siguiente:

Ver como la compañera que llega a la clase, que sufría ataque de ansiedad por hablar en público ... y a la hora de llegar y aplicar las unidades, pude ver a esta persona interactuando más, súper emocionada por la dinámica, también por los temas,tanto así que la persona que sufría sus ataques al final llegó y habló en público (1:41 p 7 en 1- Cohorte II-Transcripción grupo focal 1- Mujeres-2021). Anexo N°21

Sobre este mismo tema señalaron la importancia de la discusión en subgrupos que permite al estudiantado sentirse en libertad de expresar sus opiniones, análisis, explicaciones sin la presión de estar frente a todo el grupo por lo que les ayuda a tomar más confianza para luego expresarse ante un público mayor, además de desarrollar habilidades de expresión oral.

También se determina que las personas que habían tenido alguna formación en alguna ciencia social, diferente a educación, tenían mayor apertura a la integración de elementos culturales y sociales en su praxis educativa. Por ejemplo, una de las participantes que estudia biología y enseñanza de las ciencias, que indicó que le gusta leer y conversar sobre temas de sociología y antropología y sobre e sTc, indicó:

"Es una fundamentación teórica, a mí desde mi punto de vista personal muy rica, porque nos presenta a los docentes de ciencias un marco de trabajo que quizás no aplica directamente, qué es algo tan implícito en las ciencias, verdad, que las ciencias son construcciones sociales de

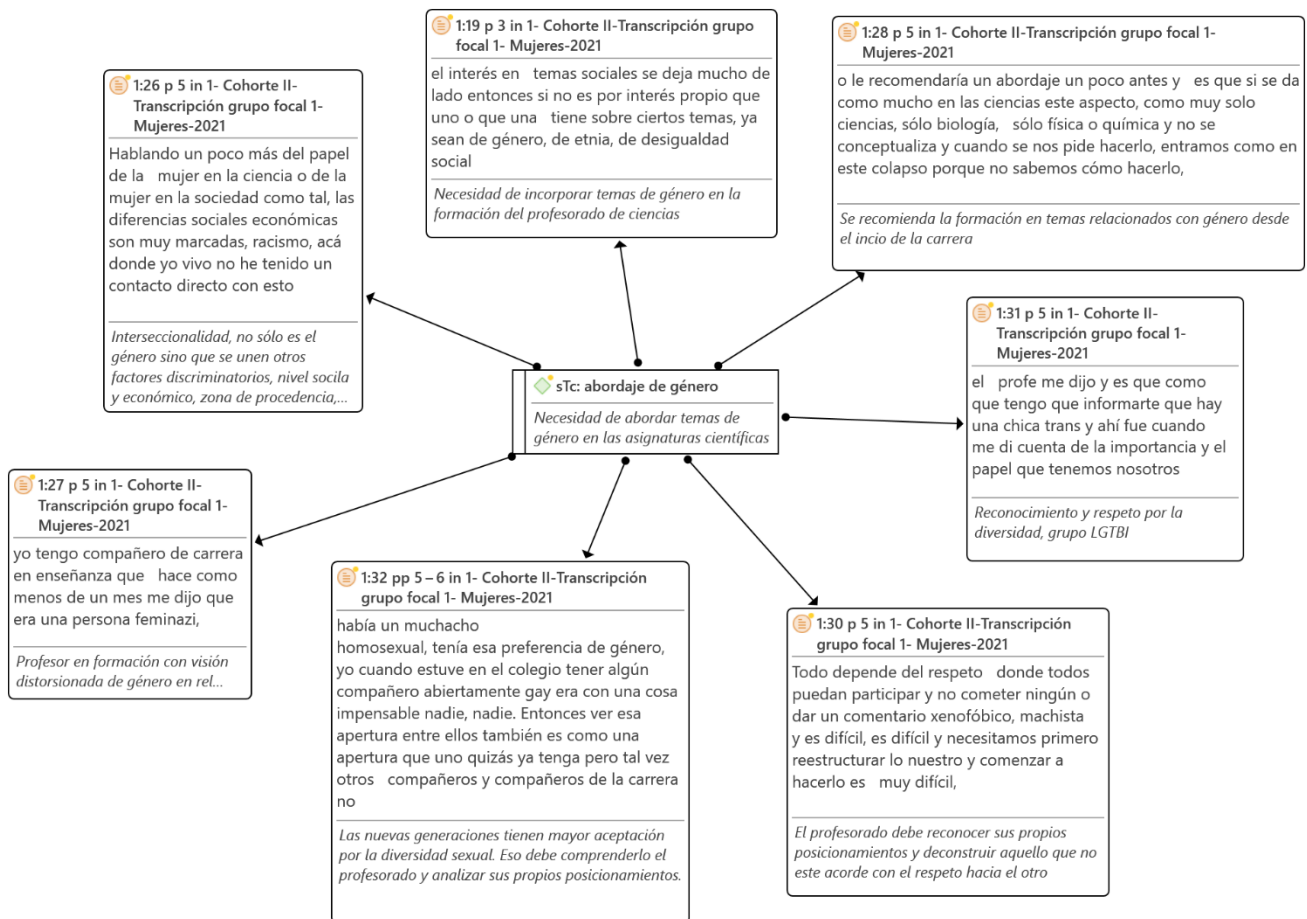
igual forma, que podemos cuestionarlas, que también nos ayuda a cuestionar otras cosas" (1:40 p 7 en 1- Cohorte II-Transcripción grupo focal 1- Mujeres-2021) Anexo N°21

Entre las mayores dificultades de aplicar sTc señalaron la metacognición, al respecto una de las participantes indicó: "para mí fue complejo y la parte de la metacognición creo que hacer preguntas realmente es complejo" (1:43 p 8 en 1- Cohorte II-Transcripción grupo focal 1- Mujeres-2021) Anexo N°21

El abordaje del tema de género fue particularmente discutido por la Cohorte II al respecto emerge como categoría importante la necesidad de que la persona docente tenga claras sus posicionalidades y pueda deconstruir aquellas que no sean coherentes con el respeto a la equidad o la diversidad sexual. En la figura N°4 se representan algunas de las expresiones del grupo focal 1 de mujeres en el cual el tema se discutió ampliamente.

Figura N°5

Abordaje del tema de género e interculturalidad en la formación del profesorado de ciencias.

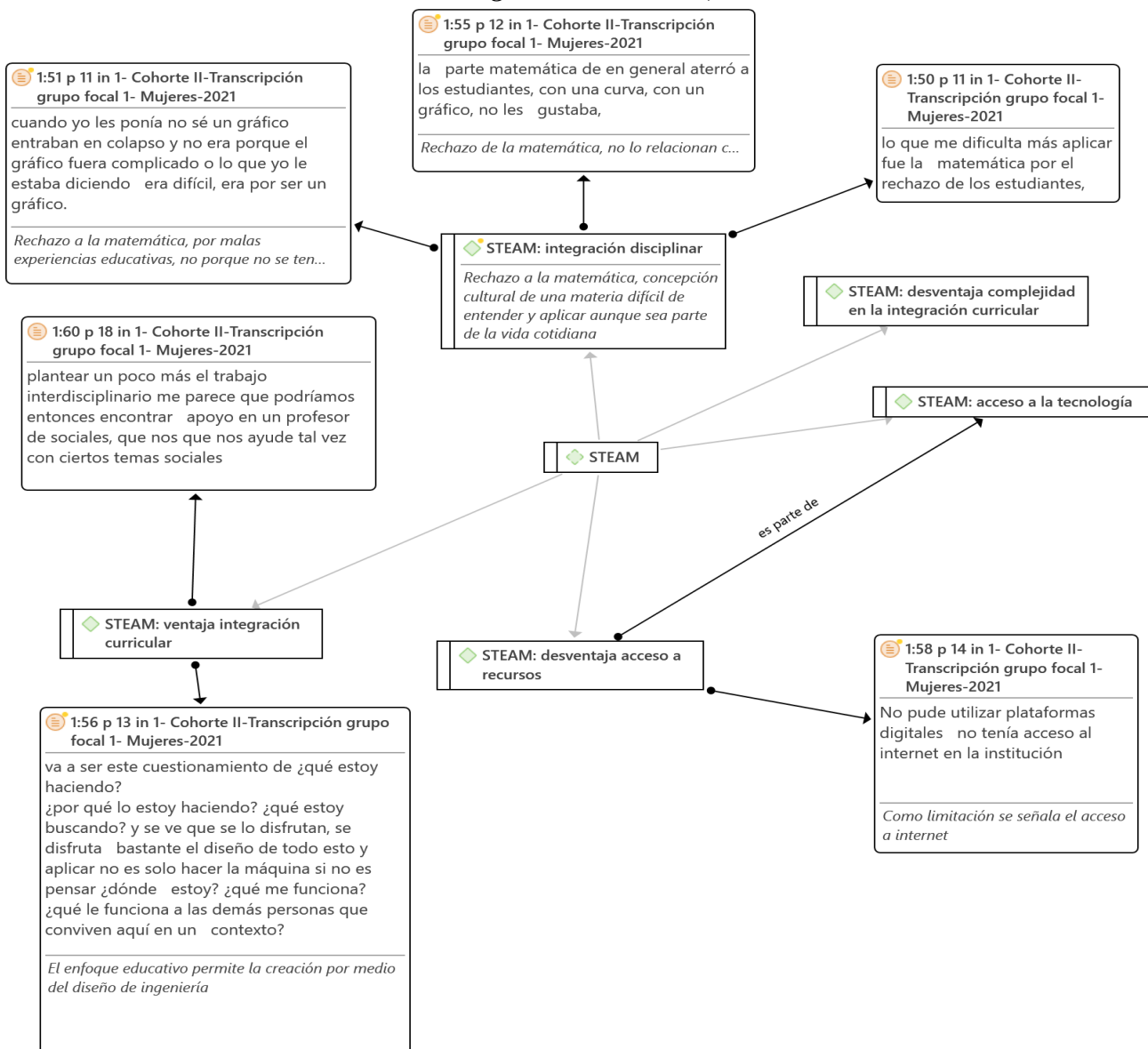


Fuente: Construcción Grupo focal 1, Mujeres, Cohorte II. Anexo N°21

En relación con la incorporación del enfoque STEM la cohorte II al igual que la Cohorte I encuentra principal dificultad en lograr la integración de las diferentes disciplinas. Como se observa en la Figura 6 surgen las mismas dificultades que manifestaron los participantes de las Cohorte I, pero en este caso se hace evidente la dificultad de integrar la matemática, pero por el rechazo del estudiantado a la asignatura, lo cual parece tener un arraigo cultural que debe ser estudiado en profundidad. Por lo anterior, STEM es un enfoque valioso en tanto permite el uso de la matemática y evidencia su utilidad en situaciones de la vida cotidiana

Figura N°6

STEM: integración curricular, Cohorte II.



Fuente: construcción propia a partir de Grupo focal 1, Cohorte II, Mujeres. (Anexo N°21)

Al inicio de la intervención se evidencia un apego al contenido y al currículo tradicional, en tanto, se infiere una concepción de ciencia que se enseña aislada de lo humano y del mundo. También se encontró resistencia al cambio o ruptura del modelo pedagógico tradicional y particularmente se cuestionaba la incorporación de aspectos sociales, culturales y de género en la educación científica.

Sin embargo, se puede decir que al finalizar la intervención se obtuvieron buenos resultados en la comprensión del enfoque STEM, esto se evidencia en las unidades didácticas diseñadas, las cuales cumplen con elementos de este enfoque, aunque el diseño de ingeniería fue el elemento que se integró con mayor dificultad o del todo no lograron incorporarlo en sus unidades didácticas. Esta misma situación se presentó en la Cohorte I.

En relación con la preparación para enseñar el socioconstructivismo transformativo, en el cual se encuentra inmersa la transculturalidad crítica, la metacognición y el sentido de agencia. Al respecto se debe señalar que en primera instancia el acercamiento a este enfoque movió las posicionalidades de los profesores en formación en aspectos como: identidad étnica, concepción de ciencia (se pasa de una concepción de ciencia que solamente refiere a la disciplina y su lógica interna a otra donde se comprende el conocimiento científico, en y desde sus aplicaciones en el mundo), y estos dos elementos permiten una reflexión metacognitiva de la praxis.

Al inicio hay un poco de resistencia ante el cambio de paradigma que se propone, pero también hay apertura para la transición, pues al vivenciar y reflexionar sobre el potencial pedagógico de este enfoque y el sentido de agencia que promueve se comprende y asume el compromiso político y social que se tiene al trabajar en educación.

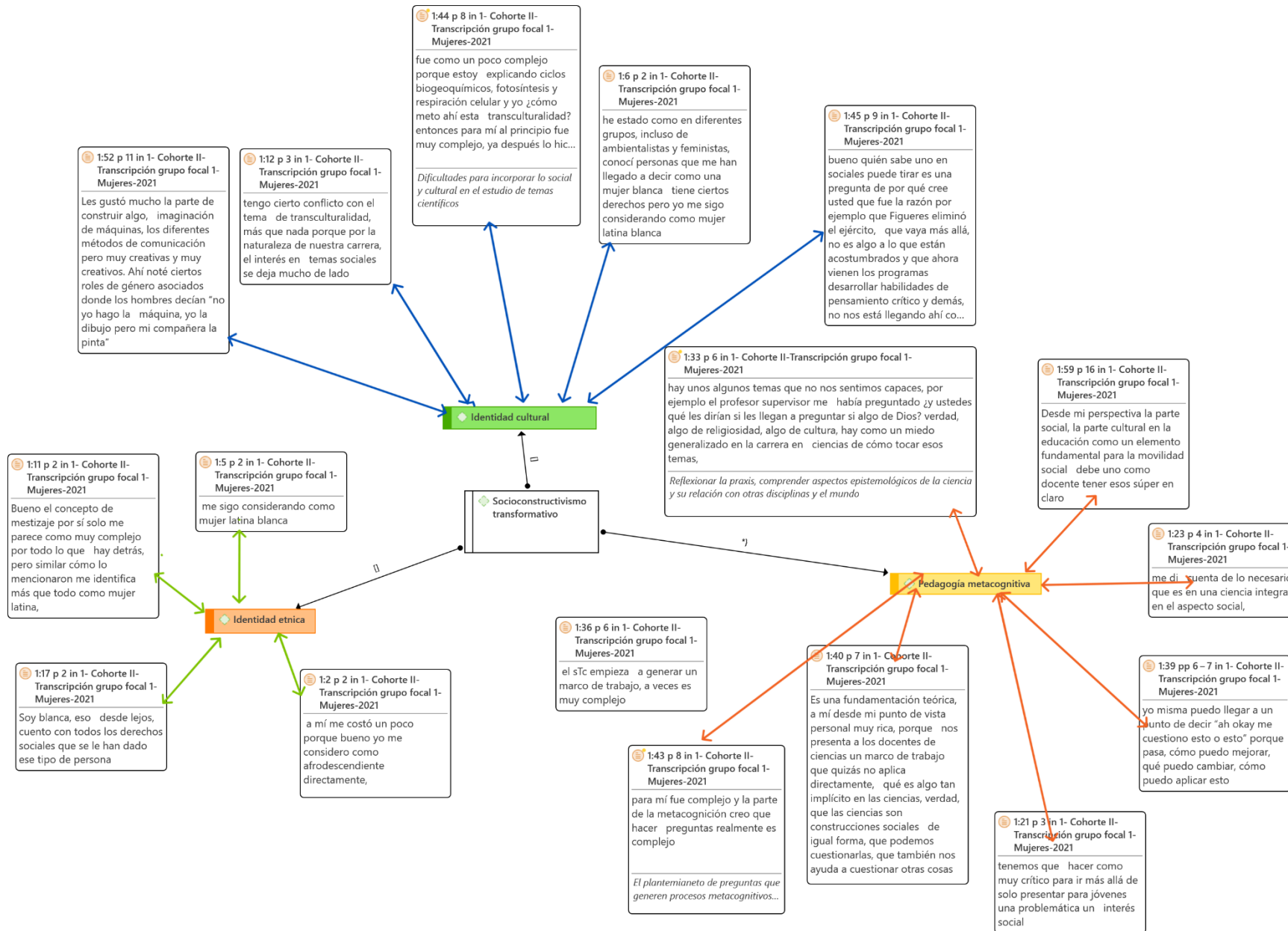
Sobre el sTc hay reflexiones de los participantes en relación con identidad cultural, la concepción de ciencia y ruptura del paradigma de educación científica transmisión de información, así como la identidad docente. La incorporación de un enfoque transcultural sigue siendo el elemento que consideran más difícil y no se creen suficientemente preparados para ello.

La intervención educativa estuvo enfocada en el desarrollo y la posición de la identidad étnica/cultural de los participantes, y en el impacto potencial de estos constructos en las habilidades de los futuros profesores para desarrollar prácticas educativas de ciencia/STEAM culturalmente inclusivas y socialmente relevantes.

Los elementos que surgieron del grupo focal 1- Mujeres, Cohorte II (Anexo N°21) refieren a tres de los componentes que aborda el sTc: como es la identidad cultural, identidad étnica, pedagogía metacognitiva. Desde las voces de los actores se pueden identificar movilizaciones hacia una educación científica transformadora, tal y como se aprecia en la figura N°7

Figura N°7

Socioconstructivismo transformativo: identidad cultural, identidad étnica, pedagogía metacognitiva.





VII. Divulgación y difusión

5.1. Publicaciones

Rodríguez, A. & Navarro- Camacho, M. (2021). Exposing the Invisibility of Marginalized Groups in Costa Rica and Promoting Pre-Service Science Teachers' Critical Cultural Praxis. In *Supporting STEM Education with Limited Resources: Research-Based and Practical Suggestions for Advocacy and Transformative Change*. Springer Nature. <https://link-springer-com.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr/book/10.1007/978-3-031-08150-7>

Rodríguez, A. & Navarro- Camacho, M. (2023). Claiming your own identity and positionality: The first steps toward establishing equity and social justice in science education. *Education Sciences* (In press).

Rodríguez, A. & Navarro- Camacho, M. (2023). Reivindicando la identidad de la persona docente y sus posicionamientos: Los primeros pasos hacia el establecimiento de la equidad y la justicia social en la educación científica. X Encuentro Red Kipus. (En impresión)

5.2. Actividades académicas nacionales o internacionales

- Colaboración en el curso: **Estrategias para promover el desarrollo de habilidades científicas en el aula** (agosto - octubre 2020), en el marco del **Proyecto Feria Nacional de Ciencia y Tecnología**. Se desarrollaron dos talleres denominados: **“Aprendizaje y cognición en la virtualidad”** y **“Diseñando un artrópodo”**, ambos sustentados en el enfoque STEAM. Facilitadores: Marianela Navarro y Alberto Rodríguez. Se contó con la participación de 25 docentes de diferentes partes del país, tanto del Gran Área Metropolitana como de regiones alejadas como Sixaola de Talamanca, Turrialba y San Ramón de Alajuela.
- **Introducción básica a STEAM**, dirigida a docentes en servicio del Ministerio de Educación Pública. Sesión virtual. 20 de octubre del 2020. Facilitadores: Marianela Navarro y Alberto Rodríguez. en esta capacitación participaron 230 personas docentes de todo el país.
- **VII Simposio Nacional de Enseñanza de las Ciencias**. Modalidad virtual. **Taller: Calidad y seguridad del agua**. Aplicación de estrategia didáctica desde la educación sTc y STEM. Dirigido a docentes en servicio de primaria y secundaria. Facilitadores: Marianela Navarro y

Alberto Rodríguez. Conferencia de cierre del Simposio, titulada: **Alfabetización científica en tiempos de pandemia**, a cargo del investigador Alberto Rodríguez, PhD. 29 de enero 2021.

- Participación en el **Congreso Science Educators for Equity, Diversity and Social Justice (SEEDs)**, modalidad virtual, Estados Unidos, Título de la ponencia: **Teaching: ethnicity reflections on awaranness and representation**, sábado 30 de enero, 2021. Marianela Navarro y Alberto Rodríguez.
- Participación en el **Congreso Science Educators for Equity, Diversity and Social Justice (SEEDs)**, modalidad virtual, Estados Unidos, Título de la ponencia: *Exposing the invisibility of Marginalized Groups in CR and Promoting Pre - Service- Science Teachers' Critical Positional Praxis*. 31 de enero, 2022. Marianela Navarro y Alberto Rodríguez.
- Participación en el **X Encuentro Internacional Red Kipus** a celebrarse 8,9 y 10 de junio en Quito, Ecuador. Título de la ponencia:). Reivindicando la identidad de la persona docente y sus posicionamientos: Los primeros pasos hacia el establecimiento de la equidad y la justicia social en la educación científica. Presentación presencial.
- Aceptación de ponencia en “ **The 15th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA)**, Conference theme: **Connecting Science Education with Cultural Heritage**. 28 de agosto al 1 de setiembre 2023. Capadocia, Turquía. Título de la ponencia: Claiming your own positionality: the first step toward establishing equity and social justice in science education. Se estará solicitando beca para la asistencia presencial.

VIII. Vinculaciones

- Exposición Generación STEAM, Costa Rica. Título de la ponencia: *Promoviendo la educación científica transcultural en Costa Rica*. 2 de febrero 2022. Marianela Navarro y Alberto Rodríguez.
- Intercambio académico, visita de tres semanas a la Universidad de Houston por parte de la investigadora Marianela Navarro para realizar análisis de resultados con el SPSS y asistir a las clases del Dr. Rodríguez con estudiantes de posgrado. Además, se realizaron reuniones con académicos de la universidad y grupo SEEDs para compartir proyectos a futuro.

Como parte de los conocimientos y reflexiones que surgieron de esta investigación, la investigadora principal coordina en este momento el desarrollo del **I Encuentro Regional de Educación para la promoción de la interculturalidad, igualdad de género y justicia socioambiental**. Este encuentro se realizará en el TEC de San Carlos con el fin de conocer proyectos que integren los ejes del Congreso:

- Género e interculturalidad
- Seguridad económica y justicia social.
- Educación y sostenibilidad ambiental.

Es un Congreso que reúne a académicos de las universidades públicas, educadores de todos los niveles educativos, líderes comunales, líderes feministas y representantes de grupos indígenas como los Malekus. Se contará con la presencia del profesor Robert Magdar, especialista en Aprendizaje Basado en Proyectos. El Congreso ya fue declarado de Interés Institucional por CONARE. (Anexo 25: Programa preliminar del Encuentro)

- Participación de asistentes:

La estudiante Valeria Castillo Salazar, asistente del proyecto, está desarrollando su tesis de licenciatura bajo la dirección de la profesora Marianela Navarro Camacho. La tesis se fundamenta en el sTc y STEAM. El avance de sus tesis será presentado en el Summer Institute Without Walls a celebrarse del 4 al 7 de julio en San Carlos Costa Rica, con asistencia de investigadores de Estados Unidos. <https://sefedasj.wildapricot.org/ww2023eng>

X. Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Como primer hallazgo de esta investigación se devela la necesidad de una mayor inclusión de la población indígena y afrodescendiente en la educación superior. La población indígena solamente tiene acceso a programas de formación en docencia por medio de un método de ingreso

y cuotas diferenciadas, pero no tiene acceso a otros programas de formación, por ejemplo, carrera STEM.

Por otra parte, no hay registro de la población afrodescendiente que ingresa a la universidad, se consultó a las universidades públicas y no registran datos al respecto, con excepción de la Universidad Nacional. El problema de esta falta de datos es la invisibilidad de estos grupos en relación al acceso a la educación terciaria. En ese sentido, al consultar sobre la falta de datos en la Vicerrectoría de Vida Estudiantil de la Universidad de Costa Rica se informó que estos datos no se consultan a la población porque se considera información sensible. Esta conceptualización está registrada en la literatura como vulnerabilidad blanca y es peligrosa, en tanto invisibiliza los problemas de discriminación.

La carencia de políticas y oportunidades de acceso de poblaciones étnicas minoritarias a la educación universitaria es un problema del sistema educativo en general, dado que no provee las mismas oportunidades de acceso a la universidad las diferentes poblaciones, pues no considera diferencias, como por ejemplo el hecho de que sean grupos poblaciones incluso con su propio leguaje. Como, por ejemplo: las personas indígenas no logran en su mayoría aprobar las pruebas de ingreso a la educación superior pública costarricense porque se dificulta la comprensión del idioma español y su uso en las pruebas de admisión y durante la trayectoria universitaria. Al respecto, es necesario la construcción de perfiles étnicos en las universidades públicas de Costa Rica.

Como datos cuantitativos se tiene que al finalizar el proceso formativo de los sujetos pertenecientes a la cohorte I, se obtiene que el 33.3% se siente bien preparado para enseñar la transculturalidad, el 46.7% muy bien preparado y el 20% excelentemente preparado. En este caso se obtiene que la mediana que tiene un valor de 2 al inicio del proceso pasa a 4 y según la prueba Wilcoxon de Rangos Asignados, estos resultados tienen una diferencia significativa ($p = .001$)

En relación con la autoeficacia del profesorado en formación inicial para enseñar STEM se incrementó significativamente. En otras palabras, la mediana del pre-test fue 1.0 (de ninguna manera preparado) y posteriormente incremento en el post- test I a 3.0 (bien preparado). Además.

de acuerdo con la prueba Wilcoxon de Rangos Asignados, estos resultados representan una diferencia significativa ($p < .001$).

Desde la percepción de los sujetos en relación con su formación disciplinar se sienten mejor preparados para enseñar biología, en segundo lugar química, en tercer lugar, en física y en último lugar geología. Indican que los cursos de geología en la carrera son pocos y la formación que recibe no los faculta para enseñar con propiedad esta disciplina. Por lo anterior, estos datos se consideraron para mejorar el plan de estudios y se incorporaron dos cursos más de geología en la malla curricular de la carrera de Bachillerato y Licenciatura en la Enseñanza de las Ciencias Naturales.

En las asignaturas de biología, física y geología no se obtuvo correlación significativa entre la formación recibida en STEM y transculturalidad durante la intervención y su preparación para mejorar el entendimiento de los contenidos de física, biología o geología, solamente en química se obtuvo una correlación positiva moderada.

En relación con la categoría de análisis emergente sobre la identidad étnica docente. Se devela un área de estudio muy importante y necesaria, ya que se evidencia una clara confusión del profesorado en relación con su identidad étnica, lo que podría influir en el abordaje, entendimiento y sensibilidad ante la diversidad étnica que va a encontrar en su práctica educativa. Esta es una línea de investigación que se abordará a futuro por su relevancia e impacto social y cultural, dado que el profesorado se proyecta en la praxis y debe ser consciente de sus propias concepciones y construcciones, las cuales son parte de su personalidad.

Por otro lado, los principales documentos de reforma educativa de ciencia/STEAM tanto en los EE. UU. como en Costa Rica exigen que estas materias sean más inclusivas y estén conectadas con las culturas y la vida cotidiana de los estudiantes (Ministerio de Educación, 2017; NRC, 2012), un aspecto que se da por sentado en este proceso es el desarrollo de la identidad y la conciencia cultural de los docentes.

En ese sentido la investigación demostró que el profesorado de ciencias en formación inicial de Costa Rica (al igual que participantes en los EE. UU.) expresaron que tenían una exposición

muy limitada a cursos universitarios con un enfoque en la educación transcultural, y mucho menos exposición a una modelización crítica de la integración curricular de la equidad, diversidad y justicia social.

El estudio buscó abordar esta brecha facilitando primero conversaciones dialógicas sobre las identidades étnicas/culturales, ayudándolos a reflexionar sobre cómo las posiciones elegidas impactan sus elecciones de currículo y pedagogía.

El análisis de la primera fase de nuestro estudio muestra que el proyecto tuvo un impacto positivo en el desarrollo de la identidad y la conciencia cultural de todos los participantes.

Además, las unidades didácticas que los participantes diseñaron e implementaron (Ejemplo Tabla N°13, anexo N°26) muestra cómo el profesorado en formación pasó de ver la enseñanza de una ciencia canónica a una ciencia/STEAM crítica, culturalmente significativa y socialmente contextualizada. Un pequeño grupo de participantes en la investigación comentó que entendían conceptualmente la importancia de explorar su propia posicionalidad, pero que aún tenían dificultades para poner en práctica estos conocimientos debido a la falta de recursos y al tiempo limitado para realizar actividades basadas en la indagación, (restricciones institucionales).

En resumen, nuestro estudio indica que, si estamos interesados en ayudar a los futuros maestros a convertirse en maestros inclusivos culturalmente, los programas de formación docente deben brindarles múltiples oportunidades para:

1. Reflexionar críticamente sobre sus propias identidades y posiciones, así como sobre cómo su identidad y conciencia cultural impacta en sus elecciones curriculares y pedagógicas.
2. Participar en varias actividades científicas/STEAM cultural y socialmente relevantes que brinden ejemplos prácticos y mentales de los mismos tipos de actividades inclusivas que pueden (deben) hacer en sus propias aulas.
3. Desarrollar una práctica educativa que demuestre cómo hacer ciencia/STEAM cultural y socialmente relevante para todos los estudiantes.

4. Exponer a los estudiantes a formas de hacer y entender la ciencia desde perspectivas culturalmente diversas, como formas de saber de pueblos indígenas, afrodescendientes y otros pueblos tradicionalmente marginados. Por ejemplo, por medio de prácticas de enseñanza en escuelas culturalmente diversas.

En esa misma línea de identidad del profesorado el tema de género constituye una preocupación, en tanto es un tema que se consideró debe ser asumido desde la educación formal, pero más allá de una asignatura tiene que ver con las interacciones y las prácticas que se vivencian en la praxis.

Se reconoce la importancia del abordaje de temas como género y transculturalidad en la praxis educativa para no reproducir estereotipos o prácticas culturalmente cimentadas que afectan a ciertos grupos directamente e indirectamente a la sociedad en general porque no se educa para la justicia social y el bien común. Por tanto, la conciencia de la diversidad étnica, de género, socio-económica, deben ser pensadas en la práctica educativa desde lo discursivo, desde la forma de representar pedagógicamente el conocimiento, desde las interacciones, los roles asumidos por cada uno de los agentes, el acceso a los recursos, la participación en actividades curriculares y extracurriculares del estudiantado. Todo ello con la intención de reconocer las desigualdades y lograr cambios a nivel social y cultural.

El enfoque sTc promueve una praxis pedagógica que potencia habilidades de comunicación por medio de la conversación dialógica. Por su parte, la praxis posicional crítica permite una acción educativa que propicia la metacognición y la reflexividad, pero supone una ruptura en el paradigma pedagógico dominante. Es importante indicar que para los sujetos participantes fue complejo la incorporación de elementos culturales y sociales en la educación científica, así como la metacognición, por lo que estos aspectos deben proponerse en los procesos formativos desde los primeros años de la carrera y desarrollarse de manera gradual durante todo el proceso de formación.

En relación con STEM, los participantes reconocen el potencial del enfoque para promover la integración disciplinar, aunque identifican como dificultad la integración de todas las áreas disciplinares en una sola unidad didáctica. Hay elementos de la ciencia como el empirismo, la

relación con la tecnología y la matemática que hacen que el diseño sea potente para la generación de habilidades científicas como la creación, el análisis, la resolución de problemas, la experimentación. Sin embargo, reconocen una limitada concepción de la experimentación debido a que en la formación universitaria en los laboratorios no se promueve la creatividad, en tanto los protocolos de acción son muy dirigidos. De lo anterior, se deduce una noción ingenua de método de la ciencia, y es necesario su revisión desde los principios epistemológicos de cómo funciona la lógica interna de la ciencia.

Recomendaciones

Abordar el tema de acceso a la universidad de grupos étnicos minoritarios, especialmente la oportunidad de ingresar a diferentes programas académicos y de dar seguimiento para que logren permanecer en el sistema. Revisar lo que se ha hecho en el país y lo que han hecho en otros países que cuentan con grupos indígenas y otras poblaciones y tienen más investigación al respecto.

Incorporar en la universidad los mecanismos para dar seguimiento a poblaciones vulnerables. Generar un modelo de historia académica que permita monitorear a toda la población y generar acciones positivas para su seguimiento.

Incorporar en los datos de los estudiantes la identidad étnica, orientación sexual, género, nivel socioeconómico entre otros para contar con datos sociodemográficos que permitan cruzar información y generar políticas de retención y permanencia de las diversas poblaciones étnicas y sociales.

En la formación docente abordar desde el inicio de la carrera la formación en temas de transculturalidad, género, diversidad y justicia social para que el profesorado sea un agente de cambio político y social mediante sus prácticas educativas, principalmente revisar los currículos que no han incorporado estos temas y que aún permanecen centrados en la formación técnica como por ejemplo la enseñanza de las ciencias naturales o la matemática.

Las prácticas educativas realizadas en la formación inicial del profesorado deben modelar los enfoques, el conocimiento teórico de las tendencias educativas (y teorías de la educación que las fundamentan), no es efectiva si no se vivencian. En ese sentido el profesorado universitario

debe modelar prácticas en sus clases y éstas deben ser culturalmente inclusivas y socialmente relevantes.

Limitaciones encontradas al realizar el estudio

- La primera limitación fue la carencia de recursos didácticos propios de la carrera para la enseñanza de las ciencias, por lo que el investigador de Estados Unidos tenía que traerlos de allá en cada visita. La investigación no recibió presupuesto por lo que no se pudieron comprar, no obstante, se buscaron donaciones, un equipo Vernier con un sensor de temperatura lo donó la ACS (American Chemical Association). Cuatro sensores fueron donados por la Universidad de Purdue a través del Dr. Rodríguez y posteriormente se buscó un dinero proveniente de la Vicerrectoría de Docencia.
- Se incorporó una segunda Cohorte a la investigación, se pretendía trabajar con los sujetos durante tres cursos consecutivos por un período de tres semestres al igual que la Cohorte I. Sin embargo, no fue posible acceder a la población en uno de los cursos, el primero (FD-0526 Didáctica de las ciencias Naturales). Por tanto, la investigación con esta cohorte fue de dos semestres, es decir, tuvieron menor exposición y estudio de los referentes teóricos, el modelaje de los docentes – investigadores y los trabajos de campo que los sujetos de la Cohorte I. La diferencia en relación con la implementación de la Cohorte I y la cohorte II es que esta última tuvo más interacciones presenciales que la cohorte I que tuvo mayor interacción virtual debido a la pandemia.
- Otra dificultad que se presentó fue el acceso a programas de análisis de datos, por lo que se hace necesario capacitarse en programas de uso libre o en su defecto buscar opciones para la adquisición de software para uso de los investigadores del INIE.
- Dado que los datos de las encuestas se captaron con el programa Qualtrics de la Universidad de Houston y la investigadora no tenía manipulación ni acceso directo, no se logró obtener algunos datos de la segunda cohorte que referían a las puntuaciones de la escala Likert.

XI. Informe financiero

No se contó con presupuesto para desarrollar la investigación. Las horas asistentes se pagaron con presupuesto del INIE. Se adjunta detalle al respecto. Anexo N°26.

El equipo Vernier y los sensores usados para el proyecto fueron donación de la Universidad de Purdue y equipo adquirido por la Carrera de Enseñanza de las Ciencias. A partir de este proyecto se solicitó a la Vicerrectoría de Docencia, dinero para compra de algún equipo básico, pues se señaló la necesidad de contar con recursos didácticos para la enseñanza de ciencia escolar. Se sigue en búsqueda de presupuesto para que la carrera cuente con equipo mínimo para la enseñanza de los procesos empíricos de la ciencia, pero desde una perspectiva de ciencia escolar.

XII. Aspectos éticos

Se contó con el consentimiento informado de todos los sujetos participantes, así como del profesorado que cooperó como profesor supervisor durante las prácticas profesionales en el curso FD-0536 Experiencia Docente en Ciencias. Consentimientos están resguardados en formato digital en el siguiente enlace:

<https://drive.google.com/drive/folders/1kTSQp7WLJlbKEscwCgwE7hYeOUnfiCzq?usp=sharing>

XIII. Referencias

- Achieve, Inc. (2013). The next generation science standards. Retrieved March 2014. <http://www.nextgenscience.org>
- Banilower, E. R., Smith, P. S., Weiss, I. R., Malzahn, K. A., Campbell, K. M., & Weis, A. M. (2013). Report of the 2012 national survey of science and mathematics education. Chapel Hill, NC: Horizon Research, Inc.
- Bottiani, J., Larson, K., Debnam, K., Bischoff, C., & Bradshaw, C. (2018). Promoting Educators` Use of Culturally Responsive Practices. A Systematic
- Carvajal – Jiménez, V; Cubillo- Jiménez, K. y Vargas-Morales, M. (2017). Poblaciones indígenas de Costa Rica y su acceso a la educación superior. División de Educación Rural: una alternativa de formación. *Revista electrónica Educare* 21 (3), p.p. 1-31. doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.21-3.21>
- Galagovsky, L. (2010). Didáctica de las ciencias naturales. El caso de los modelos científicos. (E. Lugar Ed. 1a ed. ed.). Buenos Aires.
- Gogia, L. P., Pearson Jr, D. C. (2018). A connected learning approach to general STEM education: Design and reality. En *Communicating Chemistry throught Social Media* (pp. 121-137). American Chemical Society. DOI:10.1021/bk-2018-1274.ch007
- Havice, W., Havice, P., Waugaman, C., Walker, K. (2018). Evaluating the effectiveness of integrative STEM education: Teacher and Administrator Professional Development. *Journal of Technology Education*, 29(2), 73-90. Recuperado de <https://eric.ed.gov/?id=EJ1182375>
- Imam, A., Mohammed, U., & and Moses Abanyam, C. (2014). On Consistency and Limitation of paired t-test, Sign and Wilcoxon Sign Rank Test. IOSR
- Klotz, J. (1963). Small Sample Power and Efficiency for the One Sample Wilcoxon and Normal Scores Tests. *The Annals of Mathematical Statistics*, 34(2), 624-632.
- Kumar, R., & Lauermann, F. (2018). Cultural Beliefs and Instructional Intentions: Do Experiences in Teacher Education Institutions Matter. *American Educational Research Journal*, 55, 419-452. doi:103102/00028312/7738508

- Lee, O. & Buxton, C. A. (2010). Diversity and equity in science education: Research, policy, and practice. Multicultural Education Series. New York: Teachers College Press.
- Lincoln, YS. & Guba, EG. (1985). [Naturalistic Inquiry](#). Newbury Park, CA: Sage Publications.
- May, S., & Sleeter, C. E. (2010). Critical multiculturalism: Theory and praxis. New York, NY: Routledge
- Ministerio de Educación Pública. (2017). Educar para una Nueva Ciudadanía. Programa de Estudio de ciencias. Tercer ciclo de Educación General Básica. San José, Costa Rica.
- Moje, E. B., Collazo, T., Carrilo, R., & Marx, R.W. (2001). “Maestro, what is ‘quality’?”: Language, literacy, and discourse in project-based science.
- Montero, E., Rojas, S., Zamora, E., & Rodino, A. M. (2012). Cuarto Informe Estado de la Educación. Costa Rica en las Pruebas PISA 2009 de Competencia Lectora y Alfabetización Matemática. San José.
- Montero, E; Rojas, S. & Zamora, E. (2015) Costa Rica en las Pruebas PISA 2012. Quinto Informe del Estado de la Educación. San José, Costa Rica: Programa Estado de la Nación, Consejo Nacional de Rectores.
- Navarro- Camacho, M. (2019). *La representación pedagógica de la cultura científica que realiza el profesorado de biología: estudio de casos en colegios públicos*. (Tesis de Doctorado). Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- NGSS (2012). Next Generation Science Standards: Standards for engineering, technology, and the applications of science. Recuperado de <https://www.nextgenscience.org/sites/default/files/Final%20Release%20NGSS%20Front%20Matter%20-%206.17.13%20Update%200.pdf>
- National Research Council. (2012). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington, DC: National Academy Press.
- Patton, M. Q. (2002). Qualitative research and evaluation methods (3rd ed.). Thousand Oakes: Sage Publications, Inc.

- Plowright, D. (2011). *Using Mixed Methods: Frameworks for an Integrated Methodology*, Thousand Oaks, CA: Sage.
- Polino, C. (2012). Las ciencias en el aula y el interés por las carreras científico-tecnológicas: un análisis de las expectativas de los alumnos de nivel secundario en Iberoamérica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 58, 167-191.
- Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (2013). *situación socioeconómica de la población afrodescendiente de Costa Rica. Según datos del X Censo Nacional de población y VI de Vivienda 2011*
- Quirós, O. , Chaverri, G., Iturralde- Polit, P., Miranda, K., Sandi-Ureña, S. (2016) *Affective and Cognitive Domains correlations for in-service Science Teachers in South- Western Costa Rica*. Manuscrito inédito.
- Review of Interservice Interventions. *Journal of Teacher Education*, 69, 367-385. doi:10.1177/0022487117722553
- Rodriguez, A. J. (2004). *Turning despondency into hope: Charting new paths to improve students' achievement and participation in science education*. Tallahassee, Florida: Southeast Eisenhower Regional Consortium for Mathematics and Science Education. <http://www.serve.org/uploads/publications/Despondency.pdf>
- Rodríguez, A. J. (2011/1998). *Strategies for counterresistance: Toward sociotransformative constructivism and learning to teach science for diversity and for understanding*. *Journal of Research in Science Teaching*. (Re-pinted in the 2011 Special issue on multicultural science education, equity and social justice).
- Rodriguez, A. J. (2015). *Managing Sociocultural and Institutional Challenges through Sociotransformative Constructivism: A Longitudinal Case Study of a High School Science Teacher*. *Journal of Research in Science Teaching*. 52 (4),448–460.
- Rodríguez, M y Mallo, T. (2012). *Los afrodescendientes frente a la educación*. *Panorama Regional de américa Latina*. Serie avances de investigación N° 75. Fundación Carolina CeALCI.
- Sanders, M. E. (2008). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26. Recuperado de <https://vtechworks.lib.vt.edu/handle/10919/51616>.

- Sanders, M. E. (2013). Integrative STEM Education defined. In *National Dropout Prevention Center/Network Newsletter*, 24, (1), 6. Recuperado de <http://dropoutprevention.org/wp-content/uploads/2015/05/newsletter-v24n1-2013.pdf>
- Sanders, M. E. y Wells. (2010). Integrative STEM education [Página web] Recuperado de <http://web.archive.org/web/20110807171941/http://www.soe.vt.edu/istemed/index.html>
- Sanders, M. E., (2012). Integrative STEM education as “best practice”. In H. Middleton (Ed.), *Explorations of Best Practice in Technology, Design, & Engineering Education*. Vol.2 (pp.103-117). Griffith Institute for Educational Research, Queensland, Australia. ISBN 978-1-921760-95-2. Recuperado de <https://vtechworks.lib.vt.edu/handle/10919/51563>
- Senior-Angulo, (2007). La incorporación social en Costa Rica de la población afrodescendiente durante el siglo XX, 1927-1963. [Tesis de Maestría] Universidad de Costa Rica.
- Shulman, L. (1987). Paradigmas y programas de investigación en el estudio de la enseñanza: Una perspectiva contemporánea. In Wittrock (Ed.), *La investigación en la enseñanza I. Enfoques, teorías y métodos*. Barcelona: Paidós.
- Spradley, J. P. (1979). *The ethnographic interview*. New York: Holt, Rinehart and Winston. Tallahassee, Florida: Southeast Eisenhower Regional Consortium for Mathematics and Science Education. <http://www.serve.org/uploads/publications/Despondency.pdf>
- U.S. Department of Education. (2012). *National Assessment of Educational Progress (NAEP), 2009 and 2011 Science Assessments*. Washington, DC: Institute of Education Sciences, National Center for Education Statistics.