UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE POSGRADO

MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES MENCIÓN MATEMÁTICA Y FÍSICA

EL MODELO DAE (DESCUBRO-APRENDO-ENSEÑO) EN EL DESARROLLO DE HABILIDADES DIDÁCTICAS PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA TERMODINÁMICA EN DOCENTES EN FORMACIÓN DE LA CARRERA DE PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.

Trabajo de Investigación previo a la obtención del Título de Magíster en Pedagogía de las Ciencias Experimentales Mención Matemática y Física.

Línea de investigación:

Gestión, calidad de la educación, procesos pedagógicos e idiomas

AUTOR:

MSc. Diana Marcela Cañarejo Pastaz

DIRECTOR:

MSc. Diego Alexander Pozo Revelo

ASESOR:

MSc. Orlando Rodrigo Ayala Vasquez

IBARRA - ECUADOR

2026

DEDICATORIA

A quienes, con su apoyo, colaboración y confianza, acompañaron este proceso académico e hicieron posible el desarrollo y culminación de esta investigación.

Diana C.

AGRADECIMIENTO

Agradezco de forma especial al MSc. Diego P., MSc. Mauricio L. y MSc. Orlando A., por su orientación, disposición y constante acompañamiento, sus conocimientos, observaciones y recomendaciones fueron esenciales para culminar este trabajo.

Asimismo, expreso mi gratitud a los docentes, autoridades y colaboradores que formaron parte de este estudio, así como a la Universidad Técnica del Norte, por brindar el espacio académico que hizo posible el desarrollo de esta investigación.

Diana C.

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Cañarejo Pastaz Diana Marcela

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	El modelo DAE (Descubro-Aprendo-Enseño) en el desarrollo de habilidades didácticas para la enseñanza-aprendizaje de la termodinámica en docentes en formación de la carrera de pedagogía de las ciencias experimentales de la Universidad Técnica del Norte.
AUTOR (ES):	Cañarejo Pastaz Diana Marcela
FECHA:	07 agosto de 2026
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	**PREGRADO** ■ **POSGRADO**
TITULO POR EL QUE OPTA:	Magíster en Pedagogía de las Ciencias Experimentales Mención Matemática y Física.
DIRECTOR/ ASESOR:	MSc. Diego Alexander Pozo Revelo / MSc. Orlando Rodrigo Ayala Vasquez

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, al 07 de agosto de 2026

EL AUTOR:



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
DIANA MARCELA
CAÑAREJO PASTAZ

MSc. Cañarejo Pastaz Diana Marcela

Ibarra, 07 de agosto de 2026

Dr. Jorge Gordón

DECANO (E)

FACULTAD DE POSGRADO

Presente.

ASUNTO: Conformidad con el documento final

Señor(a) Decano(a):

Nos permitimos informar a usted que revisado el Trabajo final de Grado "El modelo DAE (Descubro-Aprendo-Enseño) en el desarrollo de habilidades didácticas para la enseñanza-aprendizaje de la termodinámica en docentes en formación de la carrera de pedagogía de las ciencias experimentales de la Universidad Técnica del Norte", de la maestrante MSc. Diana Marcela Cañarejo Pastaz, de la Maestría en Pedagogía de las Ciencias Experimentales Mención Matemática y Física –Cohorte I, certificamos que han sido acogidas y satisfechas todas las observaciones realizadas.

Atentamente,

	Apellidos y nombres	**Firma**
Director	MSc. Diego Alexander Pozo Revelo	Validar únicamente en FirmaEC. Firmado electrónicamente por: DIEGO ALEXANDER POZO REVELO
Asesor	MSc. Orlando Rodrigo Ayala Vasquez	Validar únicamente en FirmaEC. Firmado electrónicamente por: ORLANDO RODRIGO AYALA VASQUEZ

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA **2**

AGRADECIMIENTO **3**

RESUMEN **11**

ABSTRACT **12**

1 CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN **13**

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 13

1.1.1 Pregunta general de investigación *14*

1.1.2 Preguntas específicas de investigación *14*

1.2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN 15

1.2.1 Antecedentes internacionales *15*

1.2.2 Antecedentes nacionales *16*

1.2.3 Antecedentes locales e institucionales *16*

1.3 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN 17

1.3.1 Objetivo general *17*

1.3.2 Objetivos específicos *17*

1.4 JUSTIFICACIÓN 18

2 CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL **20**

2.1 MARCO TEÓRICO 20

2.1.1 Formación inicial del docente *20*

2.1.2 Formación docente en Ciencias Experimentales *21*

2.1.3 El Modelo DAE (Descubro, Aprendo, Enseño) *21*

2.1.4 Habilidades didácticas *23*

2.1.5 Enseñanza aprendizaje de la Termodinámica *24*

2.1.6 Relación entre el Modelo DAE y las Habilidades Didácticas *25*

2.1.7 Fundamentación pedagógica *26*

2.2 MARCO LEGAL 29

2.2.1 Constitución de la República del Ecuador (2008) *29*

2.2.2 Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) *30*

2.2.3 Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI) y su Reglamento *30*

2.2.4 Currículo Nacional de Educación *30*

2.2.5 Plan Nacional de Desarrollo y líneas de investigación institucional *31*

2.3 DEFINICIONES DE TÉRMINOS 31

3 CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO 32

3.1 INTRODUCCIÓN 32

3.2 ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN 32

3.2.1 Enfoque de investigación 32

3.2.2 Diseño y alcance de la investigación 33

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA 33

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN 34

3.4.1 Técnica 34

3.4.2 Instrumento 34

3.4.3 Operacionalización de las variables 35

3.4.4 Validez y confiabilidad del instrumento 36

3.5 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS 36

3.6 TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS 38

3.7 CONSIDERACIONES BIOÉTICAS 39

4 CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN 40

4.1 INTRODUCCIÓN 40

4.2 CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA 40

4.3 VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO 41

4.4 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS PRETEST Y POSTEST 42

4.5 PRUEBA DE NORMALIDAD 43

4.6 PRUEBA DE HIPÓTESIS 44

4.7 DISCUSIÓN DE RESULTADOS 45

5 CAPÍTULO V: PROPUESTA 48

5.1 INTRODUCCIÓN 48

5.2 NOMBRE DE LA PROPUESTA 48

5.3 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA 48

5.4 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA PROPUESTA 49

5.4.1 Fundamentación pedagógica: el Modelo DAE 49

5.5 FUNDAMENTOS PSICOPEDAGÓGICOS 50

5.5.1 Fundamentación disciplinar 50

5.6 OBJETIVOS DE LA PROPUESTA 51

5.7 DISEÑO DE LA PROPUESTA: GUÍA DIDÁCTICA DAE PARA LA EXPANSIÓN TÉRMICA DE SÓLIDOS Y LÍQUIDOS 51

5.8 VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA 54

5.8.1 Proceso de validación 54

5.8.2 Instrumento y escala de validación 54

5.8.3 Resultados de la validación 55

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 57

6.1 CONCLUSIONES 57

6.2 RECOMENDACIONES 58

7 REFERENCIAS 60

8 ANEXOS 64

8.1 INSTRUMENTO DE MODELO DAE Y HABILIDADES DIDÁCTICAS 64

8.2 VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DAE Y HABILIDADES DIDÁCTICAS 64

8.3 SOLICITUD Y AUTORIZACIÓN A DECANATO DE LA FECYT PARA APLICAR EL PRETEST, INTERVENCIÓN, Y POSTEST 64

8.4 VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA 65

8.5 GUIA DEL USO DEL MODELO DAE Y HABILIDADES DIDÁCTICAS 66

ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1 35
Tabla 2 40
Tabla 3 41
Tabla 4 41
Tabla 5 42
Tabla 6 43
Tabla 7 44
Tabla 8 44
Tabla 9 51
Tabla 10 55
Tabla 11 55

ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura 1 53

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE POSGRADO
MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS
EXPERIMENTALES MENCIÓN MATEMÁTICA Y FÍSICA.

EL MODELO DAE (DESCUBRO-APRENDO-ENSEÑO) EN EL DESARROLLO DE HABILIDADES DIDÁCTICAS PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA TERMODINÁMICA EN DOCENTES EN FORMACIÓN DE LA CARRERA DE PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.

Autor: MSc. Diana Marcela Cañarejo Pastaz
Director: MSc. Diego Alexander Pozo Revelo
Año: 2026

RESUMEN

La formación inicial de docentes en Ciencias Experimentales enfrenta el desafío de fortalecer las habilidades didácticas para la enseñanza de la Termodinámica, campo de reconocida dificultad conceptual, sin que existiera evidencia empírica sobre el efecto de una intervención basada en el Modelo DAE (Descubro, Aprendo, Enseño). El objetivo general fue implementar una guía didáctica fundamentada en el Modelo DAE para el desarrollo de las habilidades didácticas de planificación, ejecución y evaluación, en la enseñanza aprendizaje de la expansión térmica de sólidos y líquidos, en docentes en formación de séptimo semestre de Pedagogía de las Ciencias Experimentales de la Universidad Técnica del Norte (N=33). Se utilizó un enfoque mixto, con diseño cuasiexperimental de un solo grupo y medición pretest y postest, en tres fases: una valoración inicial a través de un cuestionario Likert de 30 ítems validado por juicio de tres expertos MSc. (Alfa de Cronbach entre ,818 y ,858), evidenciando un nivel alto pero insuficiente, con planificación como la dimensión más baja; la implementación presencial de la guía, validada por los mismos expertos con calificación máxima en los diez criterios; y una valoración posterior con el mismo instrumento, contrastando la hipótesis mediante t de Student para muestras relacionadas, previa prueba de Shapiro-Wilk. Los resultados permitieron identificar diferencias estadísticamente significativas entre pretest y postest. en el puntaje global de habilidades didácticas (t=-2,242; gl=32; p=,032; d=-0,390), con efecto significativo en Ejecución (p=,025) y efectos marginales en Planificación (p=,054) y Evaluación (p=,057). Se concluye que la guía basada en el Modelo DAE genero un efecto positivo y significativo en el desarrollo global de las habilidades didácticas, con mayor incidencia en la ejecución, proporcionando aportes empíricos significativos sobre la aplicabilidad del Modelo DAE, formulado originalmente para docentes de Matemática y consolidando una propuesta validada, viable y transferible para la enseñanza de la Termodinámica.

Palabras clave: Formación docente, Modelo DAE, Habilidades Didácticas, Métodos de enseñanza, Física.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE POSGRADO
MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES MENCIÓN MATEMÁTICA Y FÍSICA.

The DAE Model (Discover–Learn–Teach) in the Development of Didactic Skills for the Teaching–Learning of Thermodynamics in Pre-Service Teachers of the Pedagogy of Experimental Sciences Program at Universidad Técnica del Norte

Autor: MSc. Diana Marcela Cañarejo Pastaz

Director: MSc. Diego Alexander Pozo Revelo

Año: 2026

ABSTRACT

Initial training of pre-service teachers in Experimental Sciences faces the challenge of strengthening didactic skills for teaching Thermodynamics, a field of recognized conceptual difficulty, with no empirical evidence on the effect of an intervention based on the DAE Model (Discover, Learn, Teach). The general objective was to implement a didactic guide grounded in the DAE Model for the development of the didactic skills of planning, execution, and evaluation, in the teaching-learning of the thermal expansion of solids and liquids, among seventh-semester pre-service teachers of the Pedagogy of Experimental Sciences program at Universidad Técnica del Norte (N = 33). A mixed-methods approach was used, with a single-group quasi-experimental design and pretest and posttest measurement, in three phases: an initial assessment through a 30-item Likert questionnaire validated by the judgment of three MSc. experts (Cronbach's Alpha between .818 and .858), showing a high but insufficient level, with planning as the lowest-scoring dimension; the face-to-face implementation of the guide, validated by the same experts with the maximum rating on the ten criteria; and a post-intervention assessment using the same instrument, testing the hypothesis through a paired-samples t-test, following a Shapiro-Wilk test. The results showed statistically significant differences between pretest and posttest in the overall didactic skills score ($t = -2.242$, $df = 32$, $p = .032$, $d = -0.390$), with a significant effect on Execution ($p = .025$) and marginal effects on Planning ($p = .054$) and Evaluation ($p = .057$). It is concluded that the DAE Model-based guide generated a positive and significant effect on the overall development of didactic skills, with the greatest impact on execution, providing significant empirical contributions on the applicability of the DAE Model, formulated for Mathematics teachers and consolidating a validated, viable, and transferable didactic proposal for the teaching of Thermodynamics.

Keywords: Teacher training, DAE Model, Didactic Skills, Teaching methods, Physics.

1 CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

La formación inicial del docente en Ciencias Experimentales de las Matemáticas y la Física constituye uno de los principales desafíos de la educación superior, debido a la necesidad de integrar el dominio del conocimiento disciplinar con el desarrollo de habilidades didácticas que permitan transformar los contenidos científicos en procesos de enseñanza significativos, contextualizados y orientados al aprendizaje activo. Este acoplamiento entre el conocimiento disciplinar y el conocimiento pedagógico corresponde a lo que Shulman (1986) denominó Conocimiento Pedagógico del Contenido (Pedagogical Content Knowledge, PCK), entendido como la capacidad del docente para enseñar el conocimiento científico en formas comprensibles y asequibles para sus estudiantes

En el ámbito de la Física, la enseñanza de la Termodinámica representa un reto tanto conceptual como didáctico Furió Gómez y Furió et al., (2016) evidenciaron que gran parte de los docentes en formación presenta dificultades para delimitar correctamente los sistemas que interactúan en los fenómenos físicos, así como para utilizar adecuadamente conceptos fundamentales como energía interna y la primera ley de la termodinámica.

A esta dificultad conceptual se suma la limitada incorporación de metodologías activas que favorezcan la indagación, la construcción del conocimiento y la transferencia del aprendizaje a situaciones reales.

En la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales de las Matemáticas y la Física de la Universidad Técnica del Norte, los docentes en formación de séptimo semestre cursantes de la asignatura de Termodinámica muestran una dificultad recurrente: articular el saber disciplinar con su transposición didáctica durante las prácticas pedagógicas. El problema no es la falta de dominio conceptual en sí, sino la escasa variedad de estrategias metodológicas con las que cuentan y la dificultad para traducir conceptos científicos complejos en explicaciones claras y accesibles para sus futuros estudiantes

Frente a este panorama, el Modelo DAE (Descubro, Aprendo, Enseño) constituye una alternativa metodológica que promueve la exploración de conocimientos previos, la construcción activa del conocimiento y la transferencia de los aprendizajes mediante experiencias de enseñanza

(Hernández Mesa, 2019). No obstante, no se ha identificado en la literatura consultada evidencia empírica que documente el efecto de una intervención estructurada basada en el Modelo DAE sobre el desarrollo de las habilidades didácticas de docentes en formación, específicamente en la enseñanza de la Termodinámica.

Por ello, la presente investigación busca generar evidencia empírica sobre el efecto de la implementación de una guía didáctica fundamentada en el Modelo DAE, diseñada, aplicada y evaluada mediante un diagnóstico inicial y una valoración posterior a la intervención, que contribuya al fortalecimiento de las habilidades didácticas de los docentes en formación de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales de las Matemáticas y la Física de la Universidad Técnica del Norte.

1.1.1 Pregunta general de investigación:

¿Qué efecto produce la implementación de una guía didáctica basada en el Modelo DAE (Descubro, Aprendo, Enseño)en el desarrollo de las habilidades didácticas para la enseñanza aprendizaje de la Termodinámica en docentes en formación de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales de la Universidad Técnica del Norte?

H_1: La implementación de la guía didáctica basada en el Modelo DAE genera un efecto significativo en el desarrollo de las habilidades didácticas para la enseñanza aprendizaje de la Termodinámica en docentes en formación.

H_0: La implementación de la guía didáctica basada en el Modelo DAE no genera un efecto significativo en el desarrollo de las habilidades didácticas para la enseñanza aprendizaje de la Termodinámica en docentes en formación.

1.1.2 Preguntas específicas de investigación:

- ¿Qué nivel de habilidades didácticas para la enseñanza de la Termodinámica tienen los docentes en formación de séptimo semestre previo la implementación de la guía didáctica (pretest)?

- ¿Cómo debe diseñarse una guía didáctica basada en el Modelo DAE direccionada al desarrollo las Habilidades Didácticas para la enseñanza de la Termodinámica?

- ¿La guía didáctica apoyada en el Modelo DAE, aprobada por el juicio de expertos, resulta

pertinente, coherente y aplicable para potenciar las habilidades didácticas?

- ¿Qué diferencia estadísticamente significativa existe entre el nivel de habilidades didácticas de los estudiantes de séptimo semestre antes y después de la implementación de la guía didáctica?

1.2 Antecedentes de la investigación

Los antecedentes de la investigación permiten identificar los principales aportes científicos relacionados con el Modelo DAE, el desarrollo de habilidades didácticas y la enseñanza de la Termodinámica, así como examinar los enfoques metodológicos, resultados y conclusiones alcanzados en investigaciones previas.

1.2.1 Antecedentes internacionales

El primer antecedente directo corresponde a Hernández Mesa (2019), autora original del Modelo DAE,(Descubro, Aprendo, Enseño) quien lo diseñó y aplicó en la formación de docentes de Matemática en la Universidad Autónoma de Baja California, México. El estudio reporta resultados propicios en el desarrollo de conocimientos y habilidades de los estudiantes, mediante una experiencia metodológica de corte cualitativo. No obstante, no se registra una aplicación del modelo bajo un diseño cuasi experimental que mida su efecto mediante comparación pretest y postest, ni su transferencia a la formación de docentes de Ciencias Experimentales de las Matemáticas y la Física, lo cual constituye el primer vacío que esta investigación busca atender.

Furió Gómez y Furió et al.,(2016) estudiaron las dificultades conceptuales y epistemológicas de futuros profesores de Física y Química de la Universidad de València. Mediante un diseño cualitativo, constataron que la mayoría de los participantes no lograba delimitar correctamente los sistemas que interaccionan en un fenómeno térmico. Este antecedente confirma la persistencia del problema, pero no diseña ni evalúa una intervención pedagógica que permita revertirlo, aspecto que esta investigación sí incorpora.

Alsina y Pastells (2010) analizó la incorporación del aprendizaje reflexivo en la formación inicial de docentes de Matemática en España, este antecedente valida la lógica de modelos activos y reflexivos afines al DAE, pero no evalúa su efecto mediante un diseño de intervención con medición antes después, como se plantea en la presente investigación.

Garrido Espeja, Soto Alvarado y Couso Lagarón (2022) analizaron las percepciones de futuros docentes de ciencias sobre la modelización como enfoque didáctico, identificando tensiones entre sus preferencias metodológicas y la formación recibida. El estudio, de enfoque cualitativo interpretativo, aporta evidencia sobre las dificultades de la formación inicial docente en ciencias, pero no incorpora un diseño de intervención cuasi experimental ni mide un efecto pretest y postest, lo que refuerza el vacío metodológico que esta investigación atiende.

1.2.2 Antecedentes nacionales

Mendieta León (2024) realizó un análisis documental sobre la formación pedagógica basada en competencias didácticas en Ecuador, su alcance es teórico reflexivo, sin un diseño de intervención que permita medir el efecto de un modelo pedagógico específico, vacío que esta investigación aborda mediante un diseño cuasi experimental.

1.2.3 Antecedentes locales e institucionales

Carapás Revelo (2022), en su trabajo de titulación en la UTN, investigó cómo las estrategias activas de enseñanza aprendizaje inciden en el aprendizaje de Cinemática en estudiantes de Bachillerato. Bajo un enfoque mixto, determinó una escasa aplicación de metodologías activas y diseñó una guía didáctica. Este antecedente confirma la pertinencia local de las guías didácticas activas, pero se dirigió a estudiantes de bachillerato, no a docentes en formación de tercer nivel, y no evaluó el efecto de la intervención mediante un diseño pretest y postest. Una publicación posterior de la misma autora y colaboradores, ya en formato de artículo arbitrado, reafirma la persistencia de esta escasa diversificación metodológica en la enseñanza de contenidos de Física en el bachillerato ecuatoriano (Carapás Revelo et al., 2025).

Hernández Mesa (2019) plantea el diseño conceptual del modelo DAE para la formación de docentes de Matemática en México, constituyéndose en el fundamento teórico de la presente investigación; sin embargo, no evalúa su impacto mediante un diseño cuasi experimental. De manera complementaria, Furió Gómez y Furió et al., (2016) evidencian las dificultades conceptuales y epistemológicas que presentan los futuros docentes de Física y Química en la comprensión de los fenómenos energéticos, aunque no proponen ni validan una intervención pedagógica. En la misma línea, Alsina y Pastells (2010) desarrolla un modelo de aprendizaje reflexivo basado en la reflexión y la acción para la formación inicial del profesorado de Matemática, pero sin incorporar mediciones pretest y postest ni centrarse en las Ciencias

Experimentales. A su vez, Mendieta León (2024) aborda la formación pedagógica sustentada en competencias didácticas desde un enfoque teórico documental, sin implementar un modelo de intervención susceptible de evaluación. A nivel local, Carapás Revelo (2022) y Carapás Revelo et al. (2025) sus estrategias para enseñar Cinemática en la Universidad de Técnica del Norte, publicadas en una revista revisada por pares, ofrecen un marco excelente. Sin embargo, su aplicación está destinada para la escuela secundaria. Además, no hay mediciones pre y post relacionadas con un diseño cuasiexperimental. Finalmente, Garrido Espeja, et al., (2022) analizan las tensiones y aportes de la modelización en la formación inicial de docentes de ciencias desde un enfoque cualitativo e interpretativo, sin desarrollar ni evaluar una intervención pedagógica con diseño cuasi experimental.

En conjunto, los antecedentes revisados sostienen que:

- El Modelo DAE cuenta con evidencia favorable solo en Matemática, bajo metodología cualitativa
- Las dificultades conceptuales de los docentes en formación frente a la Termodinámica están documentadas, pero ningún estudio ha evaluado el efecto de una intervención DAE para superarlas
- No existe evidencia, mediante diseño cuasi experimental pretest y postest, de que la aplicación de una guía basada en el Modelo DAE transforme significativamente el nivel de habilidades didácticas de docentes en formación en Termodinámica, este es el vacío de conocimiento que la presente investigación busca cubrir.

1.3 Objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo general

Implementar una guía didáctica basada en el Modelo DAE (Descubro -Aprendo- Enseño) para el desarrollo de las habilidades didácticas en la enseñanza aprendizaje de la Termodinámica en docentes en formación de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales de las Matemáticas y la Física de la Universidad Técnica del Norte.

1.3.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar el nivel inicial de habilidades didácticas para la enseñanza de la

Termodinámica en los docentes en formación (pretest).

- Diseñar una guía didáctica basada en el Modelo DAE orientada al fortalecimiento de las habilidades.

- Validar la guía didáctica mediante juicio de expertos, considerando pertinencia, coherencia, claridad, aplicabilidad y relevancia pedagógica.

- Evaluar el efecto de la implementación de la guía en el desarrollo de las habilidades didácticas, comparando los resultados del pretest y el postest.

1.4 Justificación

La presente investigación nace de la necesidad de fortalecer la formación inicial de los docentes en Ciencias Experimentales de la Matemáticas y la Física, teniendo en cuenta el desarrollo de habilidades didácticas constituye un aparato esencial para alcanzar procesos de enseñanza y aprendizaje de calidad. La enseñanza de la Termodinámica representa un desafío pedagógico particular: como señalan Furió Gómez y Furió et al., (2016), las dificultades conceptuales en este campo también se evidencian en los propios docentes en formación.

Desde la perspectiva teórica, la investigación amplía el campo de aplicación del Modelo DAE propuesto originalmente por Hernández Mesa (2019) para la formación de docentes de Matemática hacia las Ciencias Experimentales, aportando evidencia sobre su pertinencia en un escenario disciplinar distinto.

Este estudio adopta un enfoque cuantitativo se utiliza un diseño pretest y postest de un solo grupo. La subescala de habilidades didácticas en el cuestionario validado (Alfa de Cronbach=0,943) se emplea para obtener el diagnóstico inicial. La guía se utiliza como intervención y el mismo cuestionario se emplea como postest. Se comparan las medias utilizando la prueba t de Student para muestras relacionadas, si la prueba de normalidad indica una distribución que no es normal, se utiliza la prueba de Wilcoxon, con mediciones repetidas en el mismo grupo.

Prácticamente, los resultados muestran el nivel inicial de habilidades didácticas de los docentes en formación del séptimo semestre y los resultados también muestran el impacto de la guía DAE en el desarrollo de estas habilidades, los resultados son una contribución al diseño de

la formación inicial de los docentes en el programa.

Finalmente, en el ámbito institucional y social, la investigación aporta evidencia científica a la Universidad Técnica del Norte, en concordancia con la línea de investigación institucional "Gestión, calidad de la educación, procesos pedagógicos e idiomas".

2 CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

2.1 Marco Teórico

El marco teórico se organiza en seis ejes interrelacionados que permiten comprender el objeto de estudio de manera progresiva: la formación inicial del docente en Ciencias Experimentales, el Modelo DAE y sus tres fases, las habilidades didácticas y sus dimensiones, la enseñanza aprendizaje de la Termodinámica como contenido disciplinar de alta complejidad conceptual, la articulación teórica entre el modelo pedagógico y las habilidades que se pretende fortalecer y finalmente la fundamentación pedagógica que sustenta el diseño de la intervención implementada en la presente investigación.

2.1.1 Formación inicial del docente

La formación como docente no se agota en acumular contenidos de una disciplina. Es sobre todo un proceso de construcción progresiva de competencias pedagógicas, didácticas e investigativas que le permiten a una persona transformar lo que sabe en algo que otros pueden aprender. Los programas de formación de docentes se organizaron alrededor de la transmisión de contenidos: primero se domina la disciplina, después, casi como un añadido, se aprende a enseñarla.

Esta lógica ahora da paso a otro campo, la formación de habilidades profesionales que exige del futuro docente el análisis crítico de su propia práctica, la capacidad de tomar decisiones y el diseño de experiencias de aprendizaje para un grupo específico, en lugar de un estudiante imaginario. Este cambio en la posición del docente va de la mano con lo que la UNESCO (2021) incluye en el nuevo contrato social para la educación, que exige de los docentes la capacidad de Innovación pedagógica en lugar solo de la transmisión de contenidos disciplinares, lo que en la actualidad constituye el mínimo de calidad educativa.

Esta transformación tiene consecuencias muy concretas para el campo de las Ciencias Experimentales de las Matemáticas y enseñar Física, por ejemplo, no es simplemente saber Física: es saber cómo un estudiante concreto construye o no construye la noción de energía, de temperatura, Furió Gómez y Furió Más (2016) documentaron precisamente esto en un grupo de futuros profesores de Física y Química: constataron que la mayoría de ellos no lograba delimitar

con claridad, en el nivel macroscópico, los sistemas que interaccionan en un fenómeno físico o químico, ni utilizaba correctamente el concepto de energía interna o la primera ley de la termodinámica al explicar procesos concretos. Lo relevante de este hallazgo no es solo que existan errores conceptuales, sino que esos errores persisten en profesionales que están a punto de convertirse en los responsables de enseñar esos mismos conceptos a otros.

2.1.2 Formación docente en Ciencias Experimentales

La formación de docentes en Ciencias Experimentales tiene una particularidad que la distingue de otras áreas: buena parte de lo que se enseña es, por naturaleza, abstracto y difícil de anclar en la experiencia cotidiana del estudiante. Los conceptos abstractos como la energía, la entropía y el equilibrio térmico no tienen una forma física, por lo que solo podemos observar sus efectos. Este es un ejemplo de por qué mucha literatura argumenta que la pedagogía no es suficiente para un docente de física. La pedagogía combinada con la capacidad de organizar situaciones de aprendizaje donde se motivó al alumno a observar y experimentar, formular hipótesis, analizar resultados y sacar conclusiones basadas en evidencia en lugar de la memorización de las leyes de la física y su expresión verbal para desarrollar comprensión.

En el caso particular de la Física, y dentro de ella la Termodinámica, esta exigencia se intensifica. Temas como la mecánica, el electromagnetismo y la propia Termodinámica requieren estrategias que faciliten la comprensión de conceptos altamente abstractos a través de actividades contextualizadas, recursos experimentales y procesos sostenidos de reflexión sobre la propia práctica docente. Esto es justamente lo que Furió Gómez y Furió et al., (2016) identificaron como una carencia extendida entre futuros profesores de Física: la dificultad para construir explicaciones energéticas coherentes, incluso cuando ya han cursado la formación disciplinar correspondiente. La conclusión que se desprende de esta evidencia es clara: la Termodinámica no es solo un contenido curricular difícil para los estudiantes de bachillerato, sino también un punto de fricción real dentro de la propia formación de quienes van a enseñarla.

2.1.3 El Modelo DAE (Descubro, Aprendo, Enseño)

El Modelo DAE fue propuesto por Hernández Mesa (2019) en el contexto de la formación de futuros docentes de Matemática en la Universidad Autónoma de Baja California, México, como una respuesta metodológica a un problema muy concreto: cómo lograr que un estudiante en formación docente no solo aprenda un contenido, sino que sea capaz de identificar

sus propias carencias frente a ese contenido antes de tener que enseñarlo. La autora estructura el modelo en tres momentos que se suceden de manera lógica y no arbitraria.

La primera fase, Descubro, parte de la presentación de una problemática o un problema por resolver. El estudiante se enfrenta a una situación que, si no cuenta con el conocimiento o las habilidades suficientes sobre el contenido en cuestión, no podrá resolver; esa dificultad inicial, lejos de ser un obstáculo indeseado, es el motor que lo lleva a buscar el equilibrio cognitivo, a identificar qué le falta profundizar (Hernández Mesa, 2019).

La fase Descubro no es convencional, de la forma tradicional de tradicional de iniciar una clase o de activar conocimientos previos. En cambio, promueve que los estudiantes usen el conocimiento adquirido y también reconozcan conscientemente sus vacíos conceptuales. De acuerdo con Bruner (1997) sobre el aprendizaje por descubrimiento. Aquellos alumnos que solucionan un problema demuestran una mayor capacidad memorística y traspaso del conocimiento adquirido a través de ese proceso, en lugar de que se les presente un problema ya desarrollado y se les brinde su respuesta.

La segunda fase, aprender, convierte la laguna que fue reconocida en el foco del trabajo colaborativo. Aprender claramente deja de ser pasivo o el resultado de un esfuerzo individual. Los estudiantes participan activamente en el procesamiento del conocimiento con sus pares, yuxtaponen ideas principales, crean un sistema de organización para la información y la reelaboran para invocar un significado personal.

La fase final, enseñar, cierra el ciclo transfiriendo efectivamente el conocimiento. El estudiante ahora, aunque sea brevemente, desempeña el papel de educador. Hernández Mesa (2019) señala que, en este punto del proceso, el esfuerzo involucrado en aprender va más allá de la mera reproducción mecánica, ya que también evalúa el grado de aprendizaje alcanzado y desarrolla en el futuro docente el amor, cuidado y compromiso hacia sus estudiantes más allá del ámbito intelectual.

Un aspecto que conviene subrayar es que el Modelo DAE fue diseñado y validado originalmente para la formación de docentes de Matemática. No existe, hasta donde permite establecer la revisión de literatura realizada, evidencia previa sobre su aplicación en la formación de docentes de Ciencias Experimentales, y menos aún en relación con un contenido de la

complejidad conceptual de la Termodinámica. Esta investigación traslada, por tanto, un modelo validado en un campo disciplinar a otro campo distinto, lo cual constituye tanto una oportunidad como un reto metodológico que debe sostenerse con evidencia empírica sólida.

Conviene ejercer aquí una lectura crítica antes de asumir que esta transferencia disciplinar es automática. El Modelo DAE fue validado originalmente en la asignatura de Diseño de Actividades Didácticas en Matemáticas, un campo en el que el objeto de conocimiento una demostración, un algoritmo, una estructura lógica es fundamentalmente distinto al de la Termodinámica, donde el aprendizaje exige además la manipulación de fenómenos empíricos, la lectura de instrumentos y la interpretación de datos experimentales.

De manera teórica la fase Descubro, pensada primeramente para reconocer los vacíos conceptuales en matemática, se la maneje de la misma forma ante vacíos que involucra, juntamente, comprensión conceptual y práctica experimental. Esta investigación asume la hipótesis de trabajo sustentada en la afinidad epistemológica entre ambas disciplinas científicas, pero no como un hecho ya demostrado, lo cual constituye tanto una limitación teórica reconocida como parte de la originalidad del trabajo.

2.1.4 Habilidades didácticas

Las habilidades didácticas son el conjunto de capacidades que le permiten a un docente planificar, ejecutar y evaluar un proceso de enseñanza de manera que favorezca aprendizajes significativos. No se trata simplemente de "saber dar clase": implica tomar decisiones informadas sobre qué enseñar, cómo secuenciarlo, qué estrategia usar con un grupo determinado, y cómo saber si eso realmente se aprendió.

Este conjunto de capacidades se organiza habitualmente en tres dimensiones que, no por casualidad, corresponden a las tres etapas naturales de cualquier proceso de enseñanza. La planificación didáctica es el momento en que el docente anticipa: define objetivos claros y verificables, selecciona contenidos y los establece de forma progresiva, y elige los recursos y los instrumentos de evaluación que utilizará más adelante. Una buena planificación no es un trámite administrativo; es lo que determina si una clase tiene una lógica interna o si es una sucesión de actividades sin conexión entre sí.

La ejecución de la enseñanza es la puesta en práctica de esa planificación y aquí es donde

se pone a prueba tanto el dominio disciplinar del docente como su capacidad para adaptarse a lo que realmente ocurre en el aula, que casi nunca coincide exactamente con lo planificado. Shulman (1986) fue quien mejor capturó esta tensión al presentar el concepto de conocimiento pedagógico del contenido (Pedagogical Content Knowledge, PCK). La idea de que un docente al enseñar necesariamente debe dominar su disciplina, es forzoso que se maneje eficazmente en la intersección entre ambas situaciones, sabe cómo traducir su conocimiento en algo que se aprenda fácilmente. Esta noción resulta especialmente oportuna para la Termodinámica, donde el contenido disciplinar es muchas veces incomprendido por su narrativa microscópica o abstracta que la forma de representarlo con ejemplos poco exactos, analogías, experimentos fáciles puede ser la diferencia entre que un estudiante llegue a entender los conceptos y conseguir así un aprendizaje eficaz.

Finalmente, la evaluación del aprendizaje no debería entenderse solo como la asignación de una calificación al final de un proceso, sino como un mecanismo continuo que le permite al docente saber qué está funcionando y qué no, y ajustar su enseñanza en consecuencia. Esta función formativa de la evaluación es la que con frecuencia queda menos desarrollada en los docentes en formación, probablemente porque exige un nivel de reflexión sobre la propia práctica que solo se logra con experiencia o con modelos formativos, como el DAE (Descubro, Aprendo, Enseño), que obligan a esa reflexión desde que empiece de la carrera.

2.1.5 Enseñanza aprendizaje de la Termodinámica

La Termodinámica estudia las transformaciones de la energía y las relaciones entre calor, trabajo, temperatura y los distintos estados de la materia. En el aula se estudia normalmente de manera teórica y con problemas, pero justamente hay esta el problema que no se la contextualiza con aplicaciones en el hogar, en la industria, en la medicina y en otras áreas. Debido a esta predominancia en todos los aspectos del diario vivir, se requiere una profundización conceptual mayor.

La evidencia empírica confirma que esta dificultad es real y persistente. Furió Gómez y Furió et al., (2016) mostraron que ni siquiera futuros docentes de Física y Química personas que ya han cursado la disciplina de manera formal logran, en su mayoría, delimitar correctamente los sistemas que interaccionan en un fenómeno termodinámico o utilizar con precisión la primera ley de la termodinámica al explicar procesos concretos. Cuando intentan recurrir a explicaciones de

tipo submicroscópico, es decir, apelar al comportamiento de partículas para justificar lo que ocurre a nivel macroscópico, la mayoría de esas explicaciones resultan incorrectas.

Esto revela que el problema se debe analizar desde su concepción o construcción. Desde hace años, la didáctica de las ciencias se ve disminuida, ya que no posee una especificación o contextualización real y solo se basa en aspectos teóricos y resolución mecánica de problemas. Johnson (2002) acentúa que al enseñar su conocimiento contextualizado a su medio se aprende con mayor eficacia y la retención se magnifica, de acuerdo con este nace la necesidad de vincular a la Termodinámica a fenómenos cotidianos como puede ser el analizar por qué se enfría una taza de café, el funcionamiento de un refrigerador o como se cocinan los alimentos en cambio de abordarla solo desde la formalización teórica y por fórmulas.

Dado que conceptos como energía interna o entropía carecen de correlato sensorial directo Mayer (2009) contribuye un argumento complementario: el aprendizaje de contenidos abstractos mejora cuando se combinan múltiples formas de representación verbal, visual, experimental en lugar de depender de una sola vía explicativa. Esa es exactamente la lógica que subyace al Modelo DAE: obligar al futuro docente a descubrir primero, por sí mismo, dónde están sus propias lagunas conceptuales sobre la Termodinámica, antes de intentar enseñarla.

2.1.6 Relación entre el Modelo DAE y las Habilidades Didácticas

Se han presentado tres piezas por separado el Modelo Pedagógico DAE, una base de capacidades a desarrollar o a mejorar cuales son Habilidades Didácticas y el contenido disciplinar de Termodinámica. Esta investigación trata de enlazar estas tres piezas y que se articulen de forma pedagógicamente coherente. Las tres fases del Modelo DAE no solo representan un proceso de aprendizaje, sino que cimientan teóricamente la guía didáctica aplicada.

La fase Descubro exige al docente en formación diseñar una situación problemática, formular preguntas generadoras y seleccionar recursos que evidencien los conocimientos previos de sus estudiantes, lo que fortalece la dimensión de planificación didáctica

La fase Aprendo, centrada en la reconstrucción colaborativa del conocimiento, se dirige a fortalecer la dimensión de ejecución de la enseñanza: implica gestionar el trabajo en equipo, facilitar la discusión de ideas y adaptar las estrategias metodológicas a lo que efectivamente

ocurre en el grupo.

La fase Enseño, en la que el estudiante en formación asume el rol de quien enseña, se dirige a fortalecer la dimensión de evaluación del aprendizaje, en la medida en que exige valorar si la propia explicación fue comprendida, recibir y dar retroalimentación, y reflexionar sobre qué optimizaría.

Esta correspondencia teórica entre las tres fases del Modelo DAE y las tres dimensiones de las habilidades didácticas constituye el fundamento pedagógico de la guía didáctica implementada como intervención en la presente investigación, cuyo efecto sobre el desarrollo de las habilidades didácticas de los docentes en formación se somete a prueba empírica en el Capítulo siguiente mediante la comparación de las mediciones obtenidas antes y después de su aplicación.

Conviene aclarar que esta correspondencia entre las fases del DAE y las dimensiones de las Habilidades Didácticas se plantea como una estructura organizacional de la intervención y no como una correspondencia exclusiva o excluyente. En la práctica docente real, la planificación, la ejecución y la evaluación no suceden por separado, están se retroalimentan de manera perpetua a lo largo del proceso de enseñanza. Esta investigación toma dicha relación como un recurso metódico útil para estructurar la guía didáctica, sin sostener que cada fase del Modelo DAE incide de manera exclusiva sobre una única dimensión de la variable dependiente.

2.1.7 Fundamentación pedagógica

2.1.7.1 Constructivismo como fundamento del Modelo DAE

El constructivismo encuentra en Piaget (1975) uno de sus fundamentos epistemológicos centrales: el conocimiento se construye mediante procesos de asimilación y acomodación, a través de los cuales el sujeto reorganiza sus estructuras cognitivas para restablecer el equilibrio frente a una situación que no puede explicar con los esquemas que ya posee. Esta idea de desequilibrio cognitivo como iniciador del aprendizaje es de lo que se trata la fase Descubro del Modelo DAE no brinda al alumno un contenido resumido o resuelto, en contraste lo enfrenta a una situación que debe solucionar por sí mismo, creando así la necesidad de aprender.

Ahora dicho esto en la formación de docentes, esto representa que el papel del formador y del propio modelo no es trasferir cómo enseñar, es colocar en situaciones que obliguen al

futuro docente a explorar, analizar, resolver problemas y cimentar su propio conocimiento didáctico.

2.1.7.2 Aprendizaje significativo

La teoría del aprendizaje significativo desarrollada por Ausubel (2002), sustenta que los nuevos conocimientos solo se adquieren verazmente cuando logra anclarse en las estructuras cognitivas y vivenciales que la persona ya posee. Si este enlace no ocurre, solo sucede la memorización mecánica, información que se almacena transitoriamente pero que llega a complementar eficazmente la forma en que la persona concibe el mundo, y que por lo tanto se dejar de lado con facilidad y no se puede transferir a nuevas situaciones o a contextos reales.

Uno de los aportes más prácticos de Ausubel (2002) para efectos de este trabajo es la importancia que otorga a identificar los conocimientos previos del estudiante antes de iniciar cualquier proceso de enseñanza. Novak (1998), colaborador directo de Ausubel, extendió esta teoría al proponer herramientas concretas como los mapas conceptuales para hacer visible la forma en que un estudiante conecta un concepto nuevo con su estructura cognitiva previa, lo cual resulta pertinente para diseñar actividades de la fase Aprendo que exijan una organización explícita del conocimiento. La fase Descubro del Modelo DAE responde exactamente al planteamiento de Ausubel: al presentar una situación problemática, lo que hace en realidad es poner en evidencia qué sabe y qué no sabe el estudiante antes de intentar enseñarle nada nuevo. La fase Aprendo, por su parte, es donde ocurre la reorganización conceptual propiamente dicha: el estudiante integra la nueva información a lo que ya sabía, con ayuda de sus pares y de los recursos didácticos disponibles.

2.1.7.3 Socioconstructivismo

Vygotsky (1979) trasladó el personaje principal del aprendizaje desde el individuo aislado hacia la interacción social. El conocimiento no se desarrolla dentro de una mente individual, sino que emerge del intercambio con sus pares o superiores, se aprende hablando, discutiendo, cooperando, confrontando puntos de vista distintos dentro de una comunidad.

2.1.7.4 Aprendizaje experiencial

Kolb (1984) propuso entender el aprendizaje como un ciclo continuo, donde se vive una experiencia, se reflexiona sobre ella, se construyen explicaciones a partir de esa reflexión, y

luego esas explicaciones se ponen a prueba en una situación nueva, generando así una nueva experiencia que reinicia el ciclo. Aprender, desde esta perspectiva, no es un acto pasivo de recepción, sino un proceso activo que combina acción y reflexión de manera indisociable.

Esta idea encaja de forma casi literal con la estructura del Modelo DAE. La fase Descubro corresponde al momento de la experiencia inicial la confrontación con el problema; la fase Aprendo corresponde al análisis y la conceptualización de esa experiencia; y la fase Enseño corresponde a la aplicación y transferencia de lo aprendido en una situación auténtica, que es precisamente el momento de enseñar a otro. El modelo, en ese sentido, no solo es compatible con el aprendizaje experiencial de Kolb: prácticamente lo opera en tres pasos concretos y observables.

Cabe advertir, no obstante, que el ciclo de Kolb (1984) y por extensión el propio Modelo DAE toma una secuencia relativamente lineal entre experiencia, reflexión y aplicación, cuando la evidencia en el salón real muestra con frecuencia procesos de aprendizaje recursivos, en los que el estudiante retrocede a una fase anterior antes de avanzar. Esta investigación reconoce esa limitación conceptual del modelo, aunque no altera el diseño de la intervención, que sigue el orden secuencial propuesto por su autora original.

2.1.7.5 Conocimiento pedagógico del contenido (PCK)

Ya se introdujo antes la noción de Shulman (1986), pero conviene detenerse en ella porque es, quizás, el puente teórico más directo entre el Modelo DAE y las habilidades didácticas que esta investigación busca fortalecer. Shulman (1986) argumentó que un docente eficaz no es simplemente alguien que sabe mucho de su disciplina, ni simplemente alguien que domina técnicas pedagógicas generales aplicables a cualquier contenido. Es alguien que domina la intersección entre ambas cosas, el qué hace que un concepto específico, por ejemplo, la entropía sea fácil o difícil de aprender para un estudiante concreto, y sabe qué analogías, qué ejemplos, qué representaciones funcionan mejor para ese contenido en particular.

Este conocimiento no se adquiere solo estudiando la disciplina ni solo estudiando pedagogía general, se construye en la práctica, enseñando, cometiendo errores y ajustando sobre la marcha. Por eso el Modelo DAE, al obligar al futuro docente a recorrer el ciclo completo descubrir sus propias carencias, aprender colaborativa y finalmente enseñar a otros, funciona

como un espacio para desarrollar el PCK en un contenido tan exigente como la Termodinámica.

Es necesario someter esta noción a un examen crítico en función del instrumento empleado en la presente investigación. Shulman (1986) concibió el PCK como un conocimiento que se manifiesta, ante todo, en la práctica observada del docente en sus decisiones efectivas de aula, no necesariamente en lo que el propio docente cree o declara saber hacer. Esta discrepancia no invalida el instrumento, pero exige interpretar sus resultados como una aproximación a la autopercepción de las habilidades didácticas y no como una medición directa de su ejercicio observado en el aula, limitación que se retoma en el capítulo siguiente.

La vigencia del constructo no se limita a su formulación original de 1986, una revisión sistemática reciente sobre desarrollo profesional docente y PCK en profesores de ciencias, que analizó 64 publicaciones indexadas en Scopus y Web of Science entre 2017 y 2023, confirma que la reflexión sobre la práctica pedagógica y los programas de formación estructurados precisamente el tipo de intervención que constituye esta investigación siguen siendo las dos vías más documentadas para el desarrollo del PCK en docentes de ciencias (Vargas-Neira et al., 2024). En el caso específico de la enseñanza de la Física, un estudio de caso reciente sobre un docente novel evidenció que la orientación pedagógica constructivista y la reflexión sistemática sobre la propia práctica mecanismos que activa precisamente el ciclo.

Descubro, Aprendo, Enseño constituyen factores determinantes para el desarrollo del PCK (Viafara, Ortiz et al., 2025). Ambos hallazgos, posteriores a 2020, respaldan con evidencia actual la pertinencia de sostener la intervención de esta investigación sobre el marco conceptual propuesto por Shulman (1986).

2.2 Marco legal

2.2.1 Constitución de la República del Ecuador (2008)

La Constitución (Asamblea Nacional Constituyente, 2008) reconoce a la educación como un derecho a lo largo de la vida y un deber ineludible del Estado. El artículo 26 establece que la educación debe orientarse al desarrollo integral del ser humano; el artículo 27 dispone que debe centrarse en la persona, garantizar el desarrollo de competencias y promover el pensamiento crítico, la creatividad, la investigación y la innovación, principios que se alinean de manera directa con el propósito del Modelo DAE, orientado precisamente a fortalecer habilidades

didácticas mediante procesos activos de construcción del conocimiento. El artículo 350, por su parte, señala que el Sistema de Educación Superior debe formar con visión científica, humanista e innovadora, promoviendo la investigación como vía para resolver problemas sociales concretos.

2.2.2 Ley Orgánica de Educación Superior (LOES)

La LOES (Asamblea Nacional del Ecuador, 2010) establece que las instituciones de educación superior deben sustentar sus procesos formativos en la calidad académica, la investigación y la innovación educativa. El artículo 8 determina que uno de los fines de la educación superior es aportar al desarrollo del conocimiento científico y tecnológico mediante investigación que responda a necesidades sociales reales; el artículo 13 promueve, en la misma línea, la generación de propuestas innovadoras orientadas a mejorar los procesos educativos. Esta investigación se inscribe directamente en ambos principios: no solo analiza el efecto de una intervención pedagógica, sino que culmina en una propuesta concreta la guía didáctica basada en el Modelo DAE orientada a mejorar la enseñanza de la Termodinámica.

2.2.3 Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI) y su Reglamento

El Reglamento General a la LOEI (Asamblea Nacional del Ecuador, 2011), en su apartado sobre innovación educativa, establece que una innovación educativa plantea la implementación de cambios significativos en los procesos educativos, incorporando transformaciones en la didáctica, la pedagogía, la tecno pedagogía y la gestión educativa, con el fin último de mejorar la calidad de la educación. Este marco normativo ampara el diseño y la validación de la guía didáctica basada en el Modelo DAE (Descubro, Aprendo, Enseño) como una innovación educativa contextualizada, encaminada a atender una necesidad identificada en la formación de docentes de Ciencias Experimentales de las Matemáticas y la física de la UTN.

2.2.4 Currículo Nacional de Educación

El Currículo de los Niveles de Educación Obligatoria (Ministerio de Educación del Ecuador, 2016) y su actualización mediante el Currículo Priorizado con énfasis en competencias comunicacionales, matemáticas, digitales y socioemocionales (Ministerio de Educación del Ecuador, 2021) constituyen el marco curricular nacional dentro del cual se inscriben los contenidos de Termodinámica que los futuros docentes de Ciencias Experimentales deberán

enseñar. Ambos instrumentos enfatizan un enfoque por competencias y el desarrollo de pensamiento científico, lo cual refuerza la pertinencia de fortalecer, desde la formación inicial docente, las habilidades didácticas necesarias para implementar ese enfoque en el aula.

2.2.5 Plan Nacional de Desarrollo y líneas de investigación institucional

El Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025 (Secretaría Nacional de Planificación, 2021), en su Eje Social, enfatiza la promoción de un sistema educativo inclusivo y de calidad en todos los niveles, estableciendo entre sus objetivos potenciar las capacidades de la ciudadanía y promover una educación innovadora. En concordancia con este instrumento de planificación nacional, la Facultad de Posgrado de la Universidad Técnica del Norte define como línea de investigación institucional la "Gestión, calidad de la educación, procesos pedagógicos e idiomas", en la cual se enmarca directamente la presente investigación, al articular un modelo pedagógico innovador (DAE) con el fortalecimiento de las habilidades didácticas de los futuros docentes de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales.

2.3 Definiciones de términos

DAE: Descubro, Aprendo, Enseño: modelo pedagógico de tres fases propuesto por Hernández Mesa (2019) para la formación docente.

PCK: Pedagogical Content Knowledge (Conocimiento Pedagógico del Contenido): intersección entre el dominio disciplinar y el dominio pedagógico, propuesta por Shulman (1986).

ZDP: Zona de Desarrollo Próximo: distancia entre lo que un estudiante puede hacer solo y lo que puede lograr con la guía de alguien más experimentado (Vygotsky, 1979).

LOES: Ley Orgánica de Educación Superior.

LOEI: Ley Orgánica de Educación Intercultural.

UTN: Universidad Técnica del Norte.

PCE: Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales de las Matemáticas y la física.

ABP: Aprendizaje Basado en Problemas.

3 CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Introducción

En el presente capítulo se describe el marco metodológico que sustenta el desarrollo de la investigación. Se detalla el enfoque mixto adoptado, el diseño cuasi experimental de un solo grupo con medición pretest y postest, la población y muestra de estudio, las técnicas e instrumentos empleados para la recolección de la información, el procedimiento seguido para la implementación de la propuesta didáctica basada en el Modelo DAE, las técnicas utilizadas para el análisis estadístico de los datos, y las consideraciones bioéticas que orientaron el desarrollo ético de la investigación.

3.2 Enfoque y diseño de la investigación

3.2.1 Enfoque de investigación

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, al integrar procedimientos cuantitativos y cualitativos orientados a fines complementarios dentro de un mismo estudio. El componente cuantitativo se fundamentó en la recolección, medición y análisis estadístico de datos numéricos obtenidos mediante la aplicación de un cuestionario estructurado en dos momentos, lo que permitió determinar si la implementación de la propuesta didáctica incidió en el desarrollo de las habilidades didácticas de los docentes en formación. De acuerdo con Hernández, Sampieri y Mendoza (2018), el enfoque cuantitativo se caracteriza por el uso de procesos sistemáticos de recolección y análisis de datos para comprobar hipótesis mediante procedimientos estadísticos.

El componente cualitativo, por su parte, se orientó al diseño y a la validación de la propuesta didáctica que sirvió como intervención: la guía basada en el Modelo DAE para el contenido de expansión térmica de sólidos y líquidos, correspondiente a la asignatura de Termodinámica de séptimo semestre. Este componente se desarrolló mediante juicio de expertos, técnica que permitió valorar la pertinencia, coherencia y calidad pedagógica de la propuesta antes de su implementación, tal como se detalla en el capítulo siguiente. La integración de ambos componentes responde a lo señalado por Creswell y Plano Clark (2018), quienes sostienen que los diseños mixtos permiten complementar la medición de un efecto con la comprensión y el fortalecimiento del proceso de intervención que lo produce.

3.2.2 Diseño y alcance de la investigación

El estudio correspondió a un diseño cuasi experimental de un solo grupo, con aplicación de pretest y postest. A diferencia de un diseño experimental puro, no se contó con un grupo de control ni con asignación aleatoria de los participantes, dado que estos ya conformaban un grupo intacto; no obstante, se incorporó la medición en dos momentos antes y después de la intervención como mecanismo para aproximar el efecto atribuible a la propuesta (Campbell y Stanley, 1963).

El procedimiento se organizó de la siguiente manera. En primero instancia se aplicó el cuestionario de habilidades didácticas como pretest, que evidenció un nivel escaso en esta variable entre los docentes en formación. A partir de ese diagnóstico se diseñó e implementó la propuesta didáctica basada en el Modelo DAE, centrada en el contenido de expansión térmica de sólidos y líquidos. Después se aplicó el mismo instrumento como postest a los mismos participantes, con el fin de determinar si hubo diferencias estadísticamente significativas en el desarrollo de las habilidades didácticas tras la intervención.

En cuanto a su alcance, la investigación fue de tipo explicativo, ya que no se limitó a describir o asociar variables, sino que buscó determinar si la aplicación del Modelo DAE incidió en el desarrollo de las habilidades didácticas de los docentes en formación, mediante la comparación estadística de las mediciones pretest y postest. Esta precisión resulta relevante para la interpretación de los resultados del capítulo siguiente una diferencia de medias estadísticamente significativa evidenciará que la intervención se asocia con cambios en la variable medida, dentro de las limitaciones propias de un diseño sin grupo de control.

Desde su finalidad, la investigación fue de tipo aplicada, pues buscó generar conocimiento práctico orientado a mejorar los procesos de formación docente, se enmarcó en una modalidad de intervención pedagógica, dado que la propuesta se implementó en un contexto educativo real, con posibilidad de ser replicada en escenarios universitarios de características similares.

3.3 Población y muestra

La población estuvo conformada por los docentes en formación de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales, mención Matemática y Física, de la Universidad

Técnica del Norte, matriculados en la asignatura de Termodinámica durante el periodo académico en que se ejecutó la investigación. Este grupo constituyó una población de 33 estudiantes, en concordancia con el título y los objetivos específicos del estudio.

Debido al número reducido de participantes y con el propósito de obtener información representativa de la totalidad del grupo de estudio, se trabajó con una muestra censal, considerando a todos los integrantes de la población; cuando el universo de estudio es reducido, la muestra censal permite trabajar con la totalidad de la población y evita el error de muestreo asociado a la extrapolación estadística propia del muestreo probabilístico (Suárez Ibujés, 2021). Como criterios de inclusión se consideró:

- Encontrarse matriculado oficialmente en séptimo semestre durante el periodo de aplicación del instrumento.
- Cursar la asignatura de Termodinámica, en la cual se abordó el contenido de expansión térmica de sólidos y líquidos. Como criterio de exclusión se consideró la no disponibilidad del estudiante para completar ambas aplicaciones del instrumento (pretest y postest).

Los mismos participantes fueron evaluados en dos momentos: antes de la implementación de la propuesta didáctica basada en el Modelo DAE (pretest) y después de su aplicación (postest), lo que permitió analizar el comportamiento de las variables de estudio en el mismo grupo bajo condiciones comparables.

3.4 Técnicas e instrumentos de investigación

3.4.1 Técnica

La técnica utilizada fue la encuesta, por cuanto permitió recopilar información directamente de los docentes en formación mediante un cuestionario estructurado, aplicado de manera individual y autoadministrada en dos momentos: antes y después de la implementación de la propuesta didáctica.

3.4.2 Instrumento

Como instrumento de recolección de información se empleó un cuestionario estructurado, conformado por 30 ítems con escala tipo Likert de cinco alternativas de respuesta: 1 = Nunca, 2

= Casi nunca, 3 = A veces, 4 = Casi siempre y 5 = Siempre.

Habilidades didácticas compuesta por las dimensiones planificación didáctica, ejecución de la enseñanza y evaluación del aprendizaje y el Modelo DAE con sus tres Fases. La variable de Habilidades Didácticas se trabajará de manera central del cuasi experimento, se realizó la comparación pretest y postest, mediante prueba de hipótesis, permite determinar si la implementación del Modelo DAE incidió en su desarrollo.

3.4.3 Operacionalización de las variables

Tabla 1

Operacionalización de las variables de estudio

Variable	Rol	Dimensión	Indicadores	Ítems	Tratamiento estadístico
Modelo DAE	Independiente	Descubro	Activación de saberes previos; indagación; formulación de hipótesis	5	Descriptivo (pretest y postest)
		Aprendo	Apropiación conceptual; trabajo colaborativo	5	Descriptivo (pretest y postest)
		Enseño	Transferencia; retroalimentación entre pares	5	Descriptivo (pretest y postest)
Habilidades didácticas	Dependiente	Planificación didáctica	Objetivos; organización de contenidos; recursos	5	Descriptivo + inferencial (t-Student pareado/Wilcoxon)
		Ejecución de la enseñanza	Estrategias activas;	5	Descriptivo + inferencial

		comunicación; gestión de aula		
	Evaluación del aprendizaje	Evaluación diagnóstica, formativa, sumativa	5	Descriptivo + inferencial

Nota. Elaboración propia.

3.4.4 Validez y confiabilidad del instrumento

La validez de contenido del cuestionario, integrado por las variables Modelo DAE y habilidades didácticas, se determinó mediante juicio de expertos: tres especialistas con título de Magíster (MSc.) en pedagogía, didáctica de las Ciencias Experimentales y metodología de la investigación valoraron la pertinencia, claridad y coherencia de cada ítem respecto a la dimensión que pretende medir.

Este procedimiento es coherente con la literatura metodológica más reciente sobre validación de instrumentos, que reafirma que la integración de un análisis cuantitativo del grado de acuerdo entre jueces con un análisis cualitativo de sus observaciones y sugerencias constituye la vía más robusta para establecer la validez de contenido antes de la aplicación piloto de un instrumento (Maldonado y Suárez, 2024).

De manera independiente, la propuesta didáctica guía basada en el Modelo DAE para la enseñanza de la expansión térmica de sólidos y líquidos fue sometida a un segundo proceso de validación mediante el juicio de estos tres expertos, valorando su coherencia metodológica, claridad y aplicabilidad, tal como se detalla en el capítulo siguiente.

La confiabilidad del cuestionario se determinó mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, computarizado de forma independiente para cada variable, sobre la submuestra depurada correspondiente a los docentes en formación de séptimo semestre.

3.5 Procedimiento de recolección de datos

La manera de recolección de datos se ejecutó en tres etapas secuenciales, correspondientes a la lógica del diseño cuasi experimental de un solo grupo con medición pretesy

postest.

Etapa de pretest. Se aplicó el cuestionario completo de las variables Modelo DAE y habilidades didácticas, 30 ítems a los docentes en formación de séptimo semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales, previa firma del consentimiento informado. Esta medición inicial permitió, por un lado, identificar el nivel de habilidades didácticas con el que los participantes iniciaban el proceso y por otro obtener una primera aproximación de su reconocimiento del Modelo DAE frente a los enfoques metodológicos tradicionales empleados habitualmente en su formación.

Etapa de intervención. A partir de los resultados del pretest, que evidenciaron un nivel insuficiente de habilidades didácticas en los participantes, se diseñó e implementó una propuesta didáctica fundamentada en el Modelo DAE (Descubro, Aprendo, Enseño), dirigida al contenido de expansión térmica de sólidos y líquidos, correspondiente a la asignatura de Termodinámica de séptimo semestre. La intervención se ejecutó bajo una modalidad mixta que combinó horas de trabajo presencial en el aula y con trabajo autónomo en las que se desarrolló la socialización inicial de las observaciones de la fase Descubro, la construcción colaborativa del conocimiento propia de la fase Aprendo, y la transferencia inicial entre pares correspondiente a la fase Enseño con de trabajo independiente, distribuidas antes y después del encuentro en el aula: la observación individual previa correspondiente a la fase Descubro, y la consolidación individual posterior de la fase Enseño, en la que los docentes en formación elaboraron un informe reflexivo sobre su propia experiencia de enseñanza.

Etapa de postest.

Concluida la intervención, se aplicó nuevamente el cuestionario completo a los mismos participantes, en las mismas condiciones que el pretest, con el propósito de:

- Describir el nivel alcanzado en el reconocimiento y apropiación del Modelo DAE tras la implementación de la propuesta
- Determinar, mediante prueba de hipótesis, si existieron diferencias estadísticamente significativas en el desarrollo de las habilidades didácticas respecto de la medición inicial.

Para resguardar la confidencialidad de los colaboradores, el cuestionario se aplicó de forma anónima, sin pedir nombre ni ningún otro dato identificatorio. La coherencia entre las

respuestas del pretest y del postest de cada participante se mantuvo debido al orden de aplicación y registro consistente en ambos momentos, de manera que la posición de cada participante en la base de datos del pretest coincidiera con la del postest. Esto permitió guardar el carácter pareado de las mediciones sin comprometer el anonimato de los docentes en formación.

Los datos recolectados en ambos momentos se organizaron en una base de datos depurada, con los registros de los participantes de séptimo semestre que tuvieran información completa en pretest y postest, la cual sirvió de insumo para el análisis estadístico descrito en el apartado siguiente.

3.6 Técnicas de análisis de datos

El procesamiento y análisis de los datos se realizó mediante el software estadístico SPSS, siguiendo la siguiente secuencia:

Confiabilidad del instrumento. Se calculó el coeficiente Alfa de Cronbach de manera independiente para cada variable (Modelo DAE y habilidades didácticas), con el propósito de verificar la consistencia interna de los ítems que las componen.

Prueba de normalidad. Dado que el tamaño muestral corresponde a un grupo reducido (N=33), se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para determinar si las puntuaciones de las variables, en sus mediciones pretest y postest, se ajustan a una distribución normal. Este resultado determinó la elección de la prueba estadística inferencial. La t de Student pareada en caso de normalidad, o su alternativa no paramétrica Wilcoxon en caso contrario. Se aplico estadística descriptiva como medidas de tendencia central y estadística inferencial como cálculos de dispersión para cada dimensión de ambas variables, en sus dos momentos de medición, con el fin de describir el comportamiento de los datos antes del contraste de hipótesis.

Prueba de hipótesis. Para la variable habilidades didácticas se aplicó una prueba de diferencia de medias para muestras relacionadas t-Student pareado (si se cumple el supuesto de normalidad) o prueba de rangos con signo de Wilcoxon (en caso contrario) con el propósito de determinar si existieron diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones obtenidas en el pretest y el postest, atribuibles a la implementación de la propuesta didáctica basada en el Modelo DAE. Se estableció un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

La variable Modelo DAE no fue sometida a esta prueba de hipótesis, dado su rol de

variable independiente en el estudio; su comportamiento pretest y postest se obtiene únicamente mediante estadística descriptiva.

3.7 Consideraciones bioéticas

La presente investigación se desarrolló atendiendo a los principios éticos fundamentales que rigen la investigación con seres humanos en el ámbito educativo, organizados de acuerdo con el marco de los cuatro principios de la bioética autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia ampliamente utilizado en investigación con colaboradores humanos (Beauchamp y Childress, 2019).

Autonomía: Se respetó la decisión de los estudiantes en formación docente de participar o no en el estudio, mediante la firma de un consentimiento informado previo al pretest, donde se explicó el propósito de la investigación, los procedimientos a seguir y el carácter voluntario de su colaboración. Se garantizó, además, la posibilidad de retirarse en cualquier momento del proceso sin que esto representara perjuicio académico alguno.

Beneficencia: La investigación se orientó a generar un beneficio directo para los participantes, al brindarles, a través de la intervención presencial basada en el Modelo DAE, una experiencia formativa que fortalece sus habilidades didácticas para la enseñanza de la Termodinámica, contenido correspondiente a su malla curricular.

No maleficencia: Las actividades desarrolladas durante la intervención; sesiones presenciales de indagación y trabajo colaborativo, complementadas con trabajo autónomo, correspondieron a un riesgo pedagógico mínimo, equiparable al de cualquier actividad académica ordinaria de la asignatura de Termodinámica, sin exposición a riesgos físicos, psicológicos o sociales adicionales para los participantes.

Confidencialidad: La información recolectada mediante el cuestionario se manejó de forma anónima y con fines únicamente académicos, certificando que los datos individuales no fueran divulgados ni utilizados para otro propósito distinto al de esta investigación.

Justicia: Todos los docentes en formación de séptimo semestre matriculados en la asignatura de Termodinámica tuvieron la misma oportunidad de participar en la intervención y en ambas mediciones del instrumento, sin exclusión por criterios ajenos a los establecidos en el apartado de población y muestra.

4 CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Introducción

En el presente capítulo se exponen los resultados obtenidos tras la aplicación del cuestionario de autopercepción sobre el Modelo DAE y las habilidades didácticas, administrado en dos momentos pretest y postest a los 33 docentes en formación de séptimo semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales de la UTN. El procesamiento y análisis de los datos se realizó mediante el software estadístico IBM SPSS v.27, siguiendo la secuencia descrita en el anterior capítulo: Validación de la confiabilidad del instrumento, estadística descriptiva comparativa, verificación del supuesto de normalidad sobre las diferencias pretest y postest y contraste de hipótesis mediante la prueba t de Student para muestras relacionadas.

4.2 Caracterización de la muestra

La muestra estuvo conformada por 33 docentes en formación, de los cuales el 63,6% corresponde al género masculino y el 36,4% al género femenino. Las edades oscilan entre 21 y 37 años, concentrándose mayoritariamente entre los 21 y 22 años (63,6% del total), lo que es coherente con la condición de estudiantes regulares de séptimo semestre (Tabla 2).

Tabla 2

Distribución de la muestra según género y edad (N = 33)

Variable	Categoría	%
Género	Masculino	63,6
	Femenino	36,4
	Total	100,0
Edad	21	30,3
	22	33,3
	23	12,1
	24	9,1
	25	6,1
	29 – 37	9,1
	Total	100,0

Nota. f = frecuencia; % = porcentaje.

4.3 Validación del instrumento

La confiabilidad del cuestionario se verificó mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, calculado de forma independiente para cada variable y en ambos momentos de aplicación (Tabla 3). El Modelo DAE obtuvo un α=,945 en el pretest y α=,930 en el postest; las Habilidades didácticas obtuvieron α=,938 en el pretest y α=,934 en el postest. Ambos valores se ubican en la categoría "excelente" según los criterios convencionales (George y Mallery, 2010), y se mantienen estables entre los dos momentos de medición, lo que respalda la consistencia interna del instrumento tanto antes como después de la intervención.

Tabla 3

Coeficiente Alfa de Cronbach por variable, pretest y postest

Variable (15 ítems)	α Pretest	α Postest
Modelo DAE	,945	,930
Habilidades didácticas	,938	,934

Nota. N = 33.

Al desagregar la confiabilidad por dimensión (Tabla 4), los valores oscilan entre ,772 y ,891 todos por encima del umbral aceptable para subescalas de 5 ítems (Cortina, 1993). Ninguna dimensión presenta un valor que comprometa la interpretación de sus resultados; en particular, las tres dimensiones de las habilidades didácticas (Planificación, Ejecución, Evaluación) mantienen una confiabilidad sólida en ambos momentos, por lo que los resultados marginales que se observarán más adelante en la prueba de hipótesis no son atribuibles a debilidad de la medición.

Tabla 4

Coeficiente Alfa de Cronbach por dimensión, pretest y postest

Dimensión (5 ítems)	α Pretest	α Postest
Descubro	,822	,882
Aprendo	,883	,813

Enseño	,891	,772
Planificación didáctica	,858	,818
Ejecución de la enseñanza	,880	,793
Evaluación del aprendizaje	,835	,856

Nota. N = 33.

4.4 Estadísticos descriptivos pretest y postest

La Tabla 5 presenta los estadísticos descriptivos comparativos de ambas variables, en sus tres dimensiones y su puntaje total, antes y después de la implementación de la propuesta didáctica basada en el Modelo DAE. En términos generales, se observa un incremento en la media de todas las dimensiones, tanto del Modelo DAE como de las habilidades didácticas, acompañado de una reducción en la desviación estándar en el postest, lo que sugiere una mayor homogeneidad en las respuestas del grupo tras la intervención.

Tabla 5

Estadísticos descriptivos de las variables de estudio en el pretest y el postest (N = 33)

Dimensión / Variable	M Pre	DE Pre	M Post	DE Post
Descubro	3,42	0,83	4,00	0,73
Aprendo	3,58	0,99	4,02	0,60
Enseño	3,64	0,94	4,04	0,55
Modelo DAE (Total)	3,55	0,86	4,02	0,58
Planificación didáctica	3,50	0,95	3,92	0,60
Ejecución de la enseñanza	3,56	0,91	4,02	0,62
Evaluación del aprendizaje	3,67	0,95	4,07	0,66
Habilidades didácticas (Total)	3,57	0,86	4,01	0,59

Nota. M = media; DE = desviación estándar. Escala de respuesta 1-5.

En cuanto al Modelo DAE (variable independiente), su comportamiento se reporta

únicamente de forma descriptiva, conforme a lo establecido en las técnicas:

El puntaje total pasó de M=3,55 (DE=0,86) en el pretest a M=4,02 (DE=0,58) en el postest, lo que evidencia una mayor familiaridad y apropiación de las tres fases del modelo (Descubro, Aprendo, Enseño) tras la intervención, sin que ello implique un contraste de hipótesis sobre esta variable.

4.5 Prueba de normalidad

Antes de proceder al contraste de hipótesis, se verificó el supuesto de normalidad sobre las diferencias (postest y pretest) de la variable habilidades didácticas y sus tres dimensiones, mediante la prueba de Shapiro-Wilk (N=33 < 50). Como se detalló en el capítulo anterior.

El supuesto de normalidad del t de Student pareado recae sobre la distribución de las diferencias, no sobre los puntajes brutos de cada momento por separado.

Tabla 6

Prueba de normalidad de Shapiro Wilk sobre las diferencias (postest y pretest)

Diferencia	Estadístico	gl	p
Habilidades didácticas (Total)	,981	33	,819
Planificación didáctica	,973	33	,562
Ejecución de la enseñanza	,973	33	,576
Evaluación del aprendizaje	,965	33	,348
Modelo DAE (Total)	,984	33	,903

Nota. p > ,05 en todos los casos, lo que indica que las diferencias siguen una distribución normal.

Dado que en las cuatro variables de interés (Habilidades didácticas Total, Planificación, Ejecución y Evaluación) el valor p de Shapiro Wilk es superior a ,05, se cumple el supuesto de normalidad. En consecuencia y conforme a la regla de decisión establecida en el capítulo anterior, corresponde utilizar la prueba t de Student para muestras relacionadas como prueba de hipótesis.

4.6 Prueba de hipótesis

La Tabla 7 presenta los resultados de la prueba t de Student para muestras relacionadas, aplicada a la variable habilidades didácticas (dependiente) y a sus tres dimensiones. Se estableció un nivel de significancia α=,05.

Tabla 7

Prueba t de Student para muestras relacionadas (pretest y postest) en habilidades didácticas y sus dimensiones

Variable	M dif.	DE dif.	t	gl	p
Habilidades didácticas (Total)	-0,43	1,11	-2,242	32	,032
Planificación didáctica	-0,42	1,22	-2,000	32	,054
Ejecución de la enseñanza	-0,47	1,14	-2,359	32	,025
Evaluación del aprendizaje	-0,41	1,18	-1,972	32	,057

Nota. M dif. = media de la diferencia (postest − pretest; el signo negativo indica incremento en el postest).

Tabla 8

Tamaño del efecto (d de Cohen) de la prueba t de Student para muestras relacionadas

Variable	d de Cohen	IC 95% LI	IC 95% LS
Habilidades didácticas (Total)	-0,390	-0,742	-0,033
Planificación didáctica	-0,348	-0,697	0,006
Ejecución de la enseñanza	-0,411	-0,763	-0,052
Evaluación del aprendizaje	-0,343	-0,692	0,011

Nota. IC 95% = intervalo de confianza al 95%; LI = límite inferior; LS = límite superior.

Los resultados evidencian una diferencia estadísticamente significativa entre el pretest y el postest en el puntaje total de habilidades didácticas (t=-2,242; gl=32; p=,032), lo que permite rechazar H_0 y aceptar H_1: la implementación de la guía didáctica basada en el Modelo DAE produjo un efecto significativo en el desarrollo de las habilidades didácticas para la enseñanza aprendizaje de la Termodinámica en los docentes en formación. El tamaño del efecto (d=-0,390) se ubica en la categoría pequeña a moderada según los criterios de Cohen (1988), lo cual es

consistente con una intervención breve aplicada a un solo grupo.

Al desagregar por dimensión, la Ejecución de la enseñanza muestra igualmente una diferencia significativa (t=-2,359; p=,025; d=-0,411) la de mayor magnitud de las tres. En cambio, la Planificación didáctica (p=,054) y la Evaluación del aprendizaje (p=,057) se ubican justo por encima del umbral convencional de ,05, sin alcanzar significancia estadística de forma individual, aunque ambas muestran una tendencia consistente de mejora y tamaños del efecto similares a los de Ejecución (d=-0,348 y d=-0,343, respectivamente).

Esta asimetría entre dimensiones es explicable y no invalida el hallazgo global: una intervención breve, en la que la fase Aprendo se desarrolló íntegramente con facilitación directa y trabajo colaborativo, tiende a fortalecer con mayor claridad las competencias vinculadas a la actuación directa en el aula, como la Ejecución. La fase Descubro, en cambio, se trabajó de forma autónoma y sin retroalimentación inmediata, y la consolidación de la fase Enseño también se completó de manera autónoma después del encuentro presencial. Esta menor mediación directa sobre los procesos de planificación anticipada (Planificación) y de diseño de instrumentos de evaluación (Evaluación) ofrece una explicación plausible para que ambas dimensiones se ubicaran justo por encima del umbral convencional de significancia. Como se verificó en un apartado anterior, esta diferencia no es atribuible a una menor confiabilidad de esas subescalas, que se mantuvo en niveles adecuados (α entre ,818 y ,858).

Un hallazgo adicional para la discusión: la correlación de Pearson entre las puntuaciones de pretest y postest de cada participante resultó cercana a cero y no significativa en las cuatro variables analizadas (r entre -,046 y -,191; p > ,05 en todos los casos). Esto enseña que la posición relativa de cada docente en formación dentro del grupo no se mantuvo estable entre ambas mediciones: quienes partían con puntajes más bajos no fueron necesariamente quienes menos avanzaron y viceversa. Esta baja correlación reduce la potencia estadística de la prueba pareada (en comparación con el escenario de una correlación alta y positiva), lo que ofrece una explicación adicional, y no solamente el tamaño muestral, para los resultados marginales obtenidos en Planificación y Evaluación.

4.7 Discusión de resultados

Los hallazgos de este estudio muestran que la implementación de la guía didáctica basada

en el Modelo DAE (Descubro, Aprendo, Enseño) hubo una incidencia estadísticamente significativa en el desarrollo global de las habilidades didácticas de los docentes en formación de séptimo semestre, para la enseñanza de la expansión térmica de sólidos y líquidos. Este resultado es consistente con los planteamientos de Shulman (1986), quien sostiene que el conocimiento pedagógico del contenido la capacidad de transformar el saber disciplinar en experiencias de enseñanza comprensibles constituye un componente central y desarrollable de la formación docente, no un atributo fijo.

La mejora más marcada se concentró en la Ejecución de la enseñanza, lo que es coherente con la correspondencia teórica establecida entre las fases del Modelo DAE y las dimensiones de las habilidades didácticas (Descubro; Planificación, Aprendo; Ejecución, Enseño; Evaluación): la fase Aprendo, centrada en la construcción colaborativa del conocimiento, exige gestionar el trabajo en equipo, facilitar la discusión de ideas y adaptar las estrategias metodológicas a lo que efectivamente ocurre en el grupo un ejercicio situado y de corta duración que favorece de forma más inmediata las competencias de actuación en el aula que las de planificación anticipada o diseño de instrumentos de evaluación (Perrenoud, 2004). Cabe recordar, no obstante, que el segundo capítulo que esta correspondencia se asume como un principio organizador de la intervención y no como una relación exclusiva o excluyente.

Los resultados marginales en Planificación y Evaluación no deben leerse como evidencia de que el Modelo DAE carece de efecto sobre estas dimensiones, sino como una limitación esperable de una intervención breve, de un solo grupo y sin seguimiento a mediano plazo: ambas dimensiones muestran tendencias de mejora y tamaños del efecto comparables a los de Ejecución, y su falta de significancia individual se explica, en parte, por la baja correlación pretest y postest observada a nivel de participante, que disminuye la potencia estadística de la prueba pareada.

Contrastar esta magnitud del efecto con la literatura reciente permite matizar su interpretación. La revisión sistemática de Vargas, Neira et al. (2024) sobre desarrollo profesional docente y conocimiento pedagógico del contenido identifica que la mayoría de los programas de formación reportados en la literatura internacional entre 2017 y 2023 combinan procesos de reflexión sostenidos en el tiempo con ciclos iterativos de retroalimentación, condiciones que la intervención aplicada en este estudio no reproduce en su totalidad. Esto ofrece un marco

explicativo adicional coherente con lo ya señalado en el anteriormente para el tamaño del efecto pequeño a moderado obtenido y para la significancia marginal en Planificación y Evaluación: intervenciones más breves y sin grupo de control, como la aplicada en este estudio, tienden a producir tamaños del efecto más conservadores que los reportados en programas de formación docente de mayor duración, lo que sugiere que la extensión e intensidad de la intervención, más que la pertinencia del enfoque pedagógico en sí, podría explicar buena parte de la diferencia de magnitud frente a otros estudios del área.

5 CAPÍTULO V: PROPUESTA

5.1 Introducción

En el presente capítulo se describe la propuesta didáctica diseñada, validada e implementada como intervención del estudio: la guía basada en el Modelo DAE (Descubro, Aprendo y Enseño) para el desarrollo de las habilidades didácticas en la enseñanza de la expansión térmica de sólidos y líquidos, contenido correspondiente a la Unidad uno de la asignatura de Termodinámica que cursan los docentes en formación de séptimo semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales de la Universidad Técnica del Norte. Se presenta, en primer lugar, el nombre de la propuesta; en segundo lugar, su justificación, a partir del vacío de conocimiento y los hallazgos empíricos ya expuestos en apartados anteriores; en tercer lugar, su fundamentación teórica; en cuarto lugar, sus objetivos; en quinto lugar, el diseño metodológico de la guía; y, finalmente, el proceso y los resultados de su validación mediante juicio de expertos.

5.2 Nombre de la propuesta

La propuesta se presenta bajo el nombre de "Guía didáctica basada en el Modelo DAE para el desarrollo de habilidades didácticas en la enseñanza de la expansión térmica de sólidos y líquidos".

Este nombre refleja de manera directa los tres elementos centrales de la intervención: el modelo pedagógico que la sustenta (DAE), la variable dependiente que la propuesta busca fortalecer (habilidades didácticas) y el contenido disciplinar específico en el que se aplica (expansión térmica de sólidos y líquidos).

5.3 Justificación de la propuesta

La revisión de antecedentes realizada previamente no permitió identificar evidencia empírica que documentara el efecto de una intervención estructurada basada en el Modelo DAE sobre el desarrollo de las habilidades didácticas de docentes en formación, específicamente en la enseñanza de la Termodinámica. El Modelo DAE, propuesto originalmente por Hernández Mesa (2019) para la formación de docentes de Matemática, no contaba con documentación previa de su aplicación en el campo de las Ciencias Experimentales. Esta ausencia de evidencia constituye el vacío de conocimiento que la presente investigación se propuso cubrir, y justifica la necesidad

de diseñar una propuesta didáctica propia en lugar de adaptar un instrumento ya validado en otro contexto disciplinar.

El diagnóstico obtenido previamente evidenció que los docentes en formación partían de un desarrollo perfectible de sus habilidades didácticas, con las tres dimensiones (planificación, ejecución y evaluación) por debajo del nivel esperado. Este diagnóstico inicial sustentó la necesidad de una intervención pedagógica estructurada que fortaleciera dichas dimensiones antes de que los participantes se enfrenten a sus prácticas preprofesionales.

De manera más directa, la propuesta encuentra también su justificación empírica en los resultados generales del propio estudio, ya analizados en detalle con anterioridad, que confirman que la intervención diseñada no solo era teóricamente pertinente, sino empíricamente efectiva. Las diferencias observadas entre dimensiones no invalidan la propuesta; por el contrario, orientan las recomendaciones de ajuste que se plantean en las recomendaciones generales del trabajo de titulación.

Finalmente, la viabilidad de la propuesta respalda su pertinencia como intervención. Su aplicación contó con la autorización previa del Decanato de la Facultad, lo que permitió su socialización con los docentes en formación y la aplicación del pretest, la intervención y el postest dentro de la planificación regular de la asignatura de Termodinámica, sin requerir tiempo adicional fuera de la carga horaria ya contemplada para los participantes. La distribución de horas presenciales y de trabajo autónomo, sintetizada más adelante en este capítulo, permitió ejecutar la intervención completa sin exceder el tiempo que el sílabo institucional destina al contenido, con recursos humanos, materiales y tecnológicos de bajo costo y fácil disponibilidad, lo que hace de esta propuesta una intervención replicable en cohortes futuras sin requerimientos logísticos adicionales.

5.4 Fundamentación teórica de la propuesta

5.4.1 Fundamentación pedagógica: el Modelo DAE

El Modelo DAE organiza el proceso de enseñanza-aprendizaje en tres fases secuenciales: Descubro, mediante la cual el estudiante se enfrenta a una situación que no puede explicar con los recursos cognitivos que ya posee, generando la necesidad genuina de aprender; Aprendo, en la que dicho vacío se traslada a un espacio de construcción colaborativa del conocimiento; y

Enseño, en la que el estudiante asume el rol de quien enseña, verificando si el aprendizaje ocurrió realmente mediante la transferencia a sus pares (Hernández Mesa, 2019).

Como se documentó en apartados anteriores, estas tres fases no solo describen un proceso de aprendizaje: constituyen el sustento teórico directo de la guía didáctica presentada en este capítulo, bajo la correspondencia entre Descubro y la planificación didáctica, entre Aprendo y la ejecución de la enseñanza, y entre Enseño y la evaluación del aprendizaje. Esta correspondencia se asume, según se precisó previamente, como un principio organizador de la intervención y no como una relación exclusiva o excluyente entre cada fase y una única dimensión.

5.5 Fundamentos psicopedagógicos

El diseño de las actividades de cada fase de la guía se apoya en cuatro corrientes teóricas ya desarrolladas en el marco referencial de este trabajo. El constructivismo de Piaget (1975) fundamenta el diseño de la fase Descubro como generadora deliberada de desequilibrio cognitivo, mediante la situación problemática del comportamiento anómalo del agua entre 0 °C y 4 °C. La teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (2002), junto con los organizadores gráficos propuestos por Novak (1998), fundamenta el diseño de la actividad de construcción conceptual de la fase Aprendo, en la que los docentes en formación deben relacionar explícitamente el nuevo contenido (coeficientes de dilatación) con sus conocimientos previos. El socio constructivismo de Vygotsky (1979) fundamenta el carácter colaborativo de la experimentación guiada en la fase Aprendo y la interacción entre pares en la fase Enseño. Finalmente, el aprendizaje experiencial de Kolb (1984) fundamenta la estructura cíclica completa de la guía: la experiencia concreta en la observación de Descubro, la reflexión en la discusión guiada de Aprendo, la conceptualización abstracta en la formalización de las fórmulas de dilatación, y la experimentación activa en la transferencia de Enseño.

5.5.1 Fundamentación disciplinar

El contenido de la propuesta, la expansión térmica de sólidos y líquidos corresponde al punto 01.05 de la Unidad 1 del sílabo institucional de Termodinámica, último subtema antes de abordar la Primera Ley. Esta ubicación curricular es coherente con el nivel de profundidad conceptual de la guía: el tratamiento permanece en el plano de la termometría y las propiedades macroscópicas de los materiales (dilatación lineal, superficial y volumétrica, y el comportamiento anómalo del agua), sin introducir aún nociones de energía interna o calor

específico, propias de unidades posteriores. Esta delimitación disciplinar responde, además, a las dificultades conceptuales de los propios docentes en formación frente a la Termodinámica, documentadas por Furió Gómez y Furió Más (2016) y referidas en apartados anteriores.

5.6 Objetivos de la propuesta

Objetivo general de la propuesta

Fortalecer las habilidades didácticas de planificación, ejecución y evaluación de los docentes en formación de séptimo semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales, mediante la guía didáctica basada en el Modelo DAE, aplicada al contenido de expansión térmica de sólidos y líquidos.

Objetivos específicos de la propuesta

Tabla 9

Objetivos específicos de la propuesta y su correspondencia con las dimensiones de la variable dependiente

N.º	Objetivo específico	Dimensión de habilidad didáctica	Fase DAE
OD1	Diseñar una secuencia breve de indagación que active la conciencia de carencia conceptual sobre expansión térmica	Planificación didáctica	Descubro
OD2	Ejecutar una explicación con dominio disciplinar y lenguaje técnico apropiado durante la construcción colaborativa del concepto	Ejecución de la enseñanza	Aprendo
OD3	Diseñar y aplicar un instrumento breve de evaluación coherente con los objetivos de la transferencia realizada a los pares	Evaluación del aprendizaje	Enseño

Nota. Elaboración propia.

5.7 Diseño de la propuesta: Guía Didáctica DAE para la Expansión Térmica de Sólidos y Líquidos

La guía se estructura en tres fases, operacionalizadas mediante actividades concretas

trazadas a los ítems de la Sección II del instrumento (Modelo DAE), de modo que la fidelidad de implementación sea verificable. Cada fase, además, enseña explícitamente al docente en formación los aspectos observables que la componen, de modo que la intervención cumple una doble función: aplicar el Modelo DAE al contenido de Termodinámica y formar al participante en el manejo del modelo mismo, para su futura práctica profesional. La Figura 1 sintetiza la ficha técnica, la secuencia de las tres fases y la temporalización de la intervención.

Figura 1

Síntesis de la Guía Didáctica DAE, Expansión Térmica de Sólidos y Líquido



Nota: Infografía sobre la propuesta del Modelo DAE

La evaluación de la intervención se estructura en dos niveles, que se mantienen metodológicamente independientes:

- La evaluación del aprendizaje disciplinar, de carácter formativo, mediante una lista de cotejo aplicada sobre la resolución de problemas contextualizados de la consolidación de la fase Enseño.

- La evaluación de las habilidades didácticas demostradas, mediante una rúbrica de observación de desempeño, distinta del cuestionario Likert utilizado como pretest y postest, aplicada por el investigador sobre el Informe individual de cada participante, con descriptores específicos para cada nivel del baremo institucional en cada una de las tres dimensiones (Planificación, Ejecución, Evaluación).

5.8 Validación de la propuesta

5.8.1 Proceso de validación

De manera independiente a la validación del cuestionario de investigación, ya descrita en apartados anteriores, la guía didáctica fue sometida a un segundo proceso de validación mediante el juicio de estos tres expertos con título de Magíster (MSc.) en pedagogía o didáctica de la Matemática y Física o metodología de la investigación. A diferencia de la validación del cuestionario, centrada en la pertinencia de cada ítem respecto a la dimensión que mide, esta validación se efectuó mediante una rúbrica de evaluación que valora la propuesta en su conjunto, a partir de diez criterios que abarcan tanto su diseño pedagógico como su fundamentación disciplinar y su factibilidad de aplicación.

5.8.2 Instrumento y escala de validación

La rúbrica de validación emplea la siguiente escala de valoración: 1 = Deficiente, 2 = Mejorable, 3 = Aceptable, 4 = Bueno y 5 = Excelente. Cada uno de los diez criterios de la matriz se valora considerando su claridad, pertinencia, coherencia, aplicabilidad y relevancia pedagógica, e incluye un espacio para que el experto registre observaciones específicas.

Tabla 10

Matriz de validación de la propuesta por juicio de expertos

N.º	**Criterio**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Observaciones**
1	Objetivos de la guía						
2	Organización y estructura						
3	Contenidos científicos						
4	Actividades de aprendizaje						
5	Aplicación del Modelo DAE						
6	Recursos didácticos						
7	Estrategias metodológicas						
8	Evaluación de los aprendizajes						
9	Factibilidad de implementación						
10	Contribución al desarrollo de habilidades didácticas						

Nota. Cada criterio se valora en función de su claridad, pertinencia, coherencia, aplicabilidad y relevancia pedagógica. Escala: 1 = Deficiente, 2 = Mejorable, 3 = Aceptable, 4 = Bueno, 5 = Excelente.

5.8.3 Resultados de la validación

Tabla 11

Resultados de la validación de la propuesta por juicio de expertos

N.º	**Criterio**	**Experto 1**	**Experto 2**	**Experto 3**	**Promedio**
1	Objetivos de la guía	5	5	5	5
2	Organización y estructura	5	5	5	5
3	Contenidos científicos	5	5	5	5
4	Actividades de aprendizaje	5	5	5	5
5	Aplicación del Modelo DAE	5	5	5	5
6	Recursos didácticos	5	5	5	5

7	Estrategias metodológicas	5	5	5	5
8	Evaluación de los aprendizajes	5	5	5	5
9	Factibilidad de implementación	5	5	5	5
10	Contribución al desarrollo de habilidades didácticas	5	5	5	5
	Promedio general				5

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El diagnóstico aplicado mediante el cuestionario de habilidades didácticas mostró, en el pretest, puntuaciones medias de M = 3,50 (DE = 0,95) en Planificación didáctica, M = 3,56 (DE = 0,91) en Ejecución de la enseñanza y M = 3,67 (DE = 0,95) en Evaluación del aprendizaje (M = 3,57; DE = 0,86 en el puntaje total). Si bien estos valores se ubican dentro de la categoría "Alto" del baremo interpretativo del instrumento (3,41-4,20), se sitúan por debajo de la categoría "Muy alto" (4,21-5,00) esperable en docentes próximos a culminar la carrera universitaria con Planificación didáctica como la dimensión de menor puntuación relativa de las tres. Este hallazgo evidenció un desarrollo perfectible en las tres dimensiones evaluadas y confirmó la pertinencia de diseñar una intervención pedagógica estructurada dirigida específicamente a fortalecerlas.

A partir del perfil diagnosticado en el pretest y en particular de la menor puntuación relativa observada en Planificación didáctica se diseñó una guía didáctica fundamentada en el Modelo DAE para el contenido de expansión térmica de sólidos y líquidos, estructurada en tres fases secuenciales que operacionalizan la correspondencia teórica establecida en el segundo capítulo entre las fases del modelo y las dimensiones de las habilidades didácticas. De este modo, el diseño de la propuesta respondió empíricamente al diagnóstico obtenido, y no únicamente a su fundamentación teórica. La propuesta cumple, además, una función dual: aplica el Modelo DAE al contenido disciplinar y, simultáneamente, forma a los participantes en el manejo del modelo mismo para su futura práctica docente. Su viabilidad quedó respaldada por la autorización institucional del Decanato, la ausencia de requerimientos de tiempo adicionales al sílabo vigente de la asignatura y el uso de recursos de bajo costo, lo que la constituye en una intervención replicable en cohortes futuras.

La validación de la guía, realizada por tres docentes con grado de maestría en el área, arrojó una calificación máxima en la totalidad de los diez criterios evaluados entre ellos pertinencia, coherencia, claridad, aplicabilidad y relevancia pedagógica, lo que indica un respaldo unánime a la calidad técnica y pedagógica de la propuesta. Conviene señalar, no obstante, que la convergencia absoluta de los tres jueces en el valor máximo de la escala reduce el margen de discriminación del ejercicio de validación: si bien el resultado respalda la

pertinencia de la guía, no permite identificar con precisión fortalezas relativas entre criterios ni áreas específicas de ajuste, limitación metodológica que se retoma en las recomendaciones.

La comparación de las mediciones de pretest y postest mostró una incidencia estadísticamente significativa del Modelo DAE sobre el desarrollo global de las habilidades didácticas ($t = -2{,}242$; $gl = 32$; $p = {,}032$), con un tamaño del efecto pequeño a moderado ($d = -0{,}390$). Al desagregar por dimensión, la mejora más consistente se concentró en la Ejecución de la enseñanza ($p = {,}025$), resultado coherente con la correspondencia teórica entre la fase Aprendo y esta dimensión establecida en el segundo capítulo. Las dimensiones de Planificación ($p = {,}054$) y Evaluación ($p = {,}057$) mostraron tendencias de mejora con tamaños del efecto comparables a los de Ejecución; su significancia marginal se explica por la baja correlación pretest-postest observada a nivel de participante y la consecuente reducción de la potencia estadística de la prueba pareada y no por una ausencia de efecto del modelo sobre estas dimensiones.

En conjunto, los hallazgos respaldan la pertinencia del Modelo DAE, formulado originalmente por Hernández Mesa (2019) para la formación de docentes de Matemática, en un escenario disciplinar distinto: la enseñanza de la Termodinámica en la formación inicial de docentes de Ciencias Experimentales. La investigación aporta evidencia empírica hasta ahora inexistente en la literatura revisada en el primer capítulo sobre el efecto de una intervención basada en el Modelo DAE en el desarrollo de habilidades didácticas en esta área disciplinar, con lo cual se da cumplimiento al objetivo general planteado y se contribuye al cierre del vacío de conocimiento identificado al inicio de la investigación.

6.2 Recomendaciones

Extender la aplicación de la guía didáctica a otros subtemas de la unidad de Termodinámica, más allá de la expansión térmica de sólidos y líquidos abordada en este estudio, con el propósito de valorar si el efecto observado se generaliza a otros contenidos de la asignatura.

Diseñar una intervención de mayor duración o de ciclos múltiples que permita consolidar el desarrollo de las dimensiones de Planificación y Evaluación, cuyos resultados, aunque con tendencia positiva y tamaños del efecto comparables a los de Ejecución no alcanzaron significancia estadística convencional en el presente estudio.

Incorporar un grupo de comparación en futuras réplicas de esta intervención, dado que el diseño cuasiexperimental de un solo grupo empleado en este estudio, si bien permitió aproximar el efecto de la intervención, no posibilita descartar por completo la influencia de variables no controladas.

En futuras validaciones de guías o instrumentos didácticos mediante juicio de expertos, ampliar el panel evaluador o complementar la escala numérica con técnicas cualitativas (por ejemplo, observaciones abiertas por criterio o entrevista estructurada), de manera que se obtenga información más discriminante que la que permite una escala en la que la totalidad de los evaluadores converge en la puntuación máxima.

Explorar, en investigaciones metodológicas complementarias, las razones de la baja correlación pretest postest observada a nivel de participante en las cuatro variables analizadas, dado que este hallazgo más allá de su efecto sobre la potencia estadística de la prueba empleada en este estudio podría constituir en sí mismo una línea de indagación relevante para la medición de habilidades didácticas mediante instrumentos de autopercepción.

Considerar, a partir de la viabilidad institucional confirmada por este estudio, la implementación de la guía didáctica en futuras cohortes de docentes en formación de la carrera, dado el bajo costo de los recursos requeridos y la ausencia de necesidades logísticas adicionales.

7 REFERENCIAS

Alsina i Pastells, À. (2010). El aprendizaje reflexivo en la formación inicial del profesorado: Un modelo para aprender a enseñar matemáticas. Educación Matemática, 22(1), 149–166.

Asamblea Nacional Constituyente. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Registro Oficial No. 449.

Asamblea Nacional del Ecuador. (2010). Ley Orgánica de Educación Superior. Registro Oficial Suplemento No. 298.

Asamblea Nacional del Ecuador. (2011). Ley Orgánica de Educación Intercultural. Registro Oficial.

Ausubel, D. P. (2002). Adquisición y retención del conocimiento: Una perspectiva cognitiva. Paidós.

Beauchamp, T. L., & Childress, J. F. (2019). Principles of biomedical ethics (8th ed.). Oxford University Press.

Bruner, J. S. (1997). La educación, puerta de la cultura. Visor.

Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). Experimental and quasi-experimental designs for research. Rand McNally.

Carapás Revelo, A. C. (2022). Estrategias activas de enseñanza-aprendizaje en el aula para la unidad didáctica de Cinemática en el primer año de Bachillerato de la Unidad Educativa "Teodoro Gómez de la Torre" [Trabajo de titulación, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte.

Carapás Revelo, A. C., Portilla Obando, K. L., Delgado Cando, L. B., Arango Sosa, M. A., & Pico López, K. A. (2025). Estrategias didácticas para el aprendizaje de cinemática en estudiantes de bachillerato. LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, 6(3), 1444–1455. https://doi.org/10.56712/latam.v6i3.4049

Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.

Cortina, J. M. (1993). What is coefficient alpha? An examination of theory and applications. Journal of Applied Psychology, 78(1), 98–104. https://doi.org/10.1037/0021-9010.78.1.98

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). Designing and conducting mixed methods research (3rd ed.). SAGE.

Furió Gómez, C., & Furió Más, C. (2016). Dificultades conceptuales y epistemológicas de futuros profesores de Física y Química en las explicaciones energéticas de fenómenos físicos y químicos. Enseñanza de las Ciencias, 34(3), 7–24. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1644

Garrido Espeja, A., Soto Alvarado, M., & Couso Lagarón, D. (2022). Formación inicial de docentes de ciencia: Posibles aportes y tensiones de la modelización. Enseñanza de las Ciencias, 40(1), 87–105. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3286

George, D., & Mallery, P. (2010). SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference (10th ed.). Pearson.

Hernández Mesa, L. (2019). La metodología: Me Descubro-Aprendo-Enseño (DAE), como parte fundamental en la enseñanza y aprendizaje de los futuros docentes de Matemática. Revista Electrónica sobre Tecnología, Educación y Sociedad, 5(9). https://www.ctes.org.mx/index.php/ctes/article/view/700

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill.

Johnson, E. B. (2002). Contextual teaching and learning: What it is and why it's here to stay. Corwin Press.

Kolb, D. A. (1984). Experiential learning: Experience as the source of learning and development. Prentice Hall.

León, J. E. M. (2024). Formación pedagógica basada en competencias didácticas de estudiantes de la carrera de educación básica del Ecuador. Revista Andina de Investigaciones en

Ciencias Pedagógicas, 1(1), 9–34. https://doi.org/10.69633/te4tw302

Maldonado-Suárez, N., & Santoyo-Telles, F. (2024). Validez de contenido por juicio de expertos: Integración cuantitativa y cualitativa en la construcción de instrumentos de medición. REIRE Revista d'Innovación y Recerca en Educación, 17(2), 1–19. https://doi.org/10.1344/reire.46238

Mayer, R. E. (2009). Multimedia learning (2nd ed.). Cambridge University Press.

Ministerio de Educación del Ecuador. (2016). Currículo de los niveles de Educación Obligatoria. Ministerio de Educación del Ecuador.

Ministerio de Educación del Ecuador. (2021). Currículo priorizado con énfasis en competencias comunicacionales, matemáticas, digitales y socioemocionales. Ministerio de Educación del Ecuador.

Novak, J. D. (1998). Learning, creating, and using knowledge. Lawrence Erlbaum Associates.

Perrenoud, P. (2004). Diez nuevas competencias para enseñar. Graó.

Piaget, J. (1975). La equilibración de las estructuras cognitivas. Siglo XXI.

Secretaría Nacional de Planificación. (2021). Plan de Creación de Oportunidades 2021–2025. Gobierno del Ecuador.

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. Educational Researcher, 15(2), 4–14. https://doi.org/10.3102/0013189X015002004

Suárez Ibujés, M. O. (2021). Cálculo del tamaño de la muestra. Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte. http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/765

UNESCO. (2021). Reimaginar juntos nuestros futuros: Un nuevo contrato social para la educación. UNESCO.

Vargas-Neira, S. D., Bernal-Ballén, A., & Briceño-Martínez, J. J. (2024). Desarrollo profesional docente sobre el conocimiento pedagógico del contenido en profesores de ciencias: Una revisión sistemática de la literatura. Revista Caribeña de Investigación Educativa, 8(1), 89–115. https://doi.org/10.32541/recie.2024.v8i1.pp89-115

Viafara-Ortiz, R., Cardona-Prato, A., & Montaño-Duarte, A. (2025). Exploración del conocimiento pedagógico del contenido en un docente novel de física. Tecné, Episteme y Didaxis: TED, (58), 205–221. https://doi.org/10.17227/ted.num58-22073

Vygotsky, L. S. (1979). El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Crítica

8 ANEXOS

8.1 Instrumento de modelo DAE y habilidades didácticas

Enlace	Código QR
https://utneduec-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/dmcanarejop_utn_edu_ec/IQBmTtTPuleER6_7j-EqKMD_AcXyMBjToAyrlhuPAznUoQk?e=jfo0tW	

8.2 Validación del instrumento DAE y habilidades didácticas

Enlace	Código QR
https://utneduec-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/dmcanarejop_utn_edu_ec/IQAkSvpBsx4fRpeYxw4Yq0DCAS5b4agv_YtOeRFJLc24HR0?e=cko9qd	

8.3 Solicitud y autorización a decanato de la FECYT para aplicar el pretest, intervención, y postest.

Enlace	Código QR
https://utneduec-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/dmcanarejop_utn_edu_ec/IQDBEkyPnGlkR7g8ZJqLdoupAedydSnXUkwUk_cbDOB-hsM?e=KgFMyv	

8.4 Validación de la propuesta

Enlace	Código QR
https://utneduec-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/dmcanarejop_utn_edu_ec/IQBgFxGWG3FvQ4F0zLZ8YtMTAahmt3fI-kwovIiVZUXliJ0?e=5gmToZ	

8.5 GUIA DEL USO DEL MODELO DAE Y HABILIDADES DIDÁCTICAS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología

Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales

Matemática y Física

Asignatura:

Termodinámica - Séptimo Semestre

GUÍA DIDÁCTICA BASADA EN EL MODELO DAE

PARA EL DESARROLLO DE HABILIDADES DIDÁCTICAS EN LA ENSEÑANZA DE LA EXPANSIÓN TÉRMICA DE SÓLIDOS Y LÍQUIDOS

Contenido curricular de referencia: Sílabo de Termodinámica

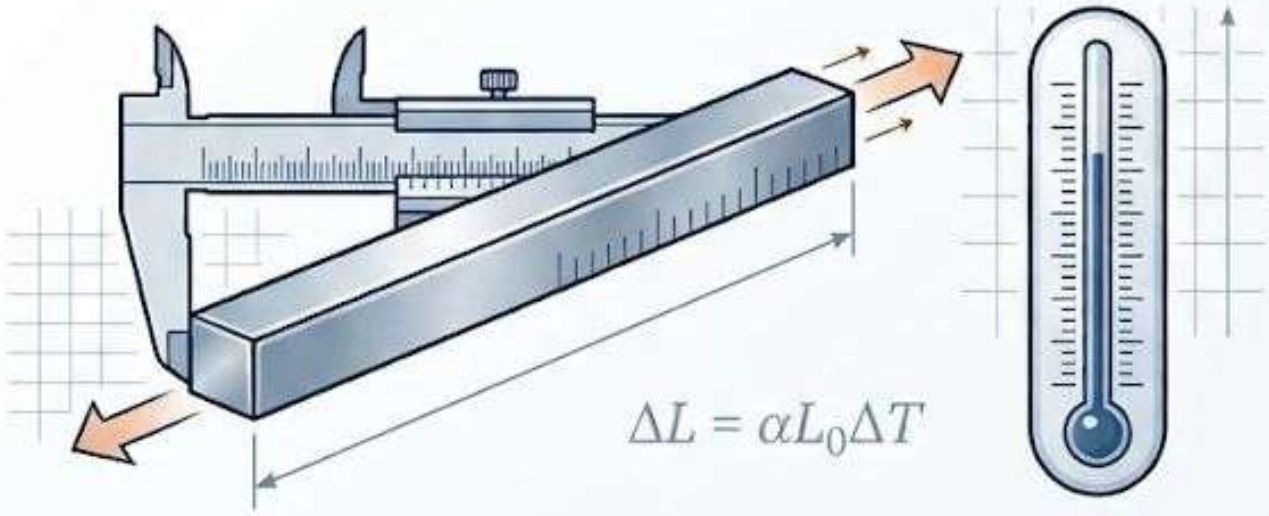
Modelo pedagógico: **DAE: Descubro, Aprendo, Enseño**

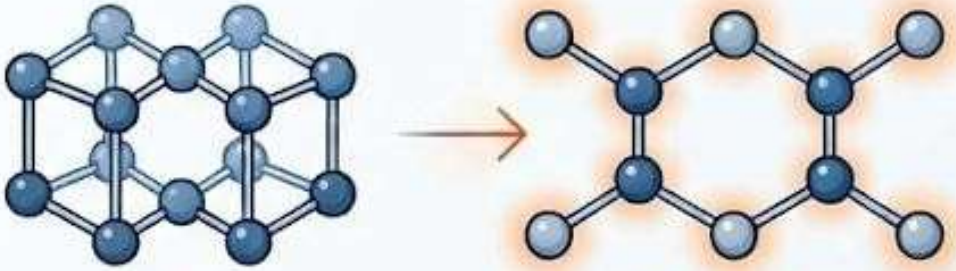
Ibarra, Ecuador

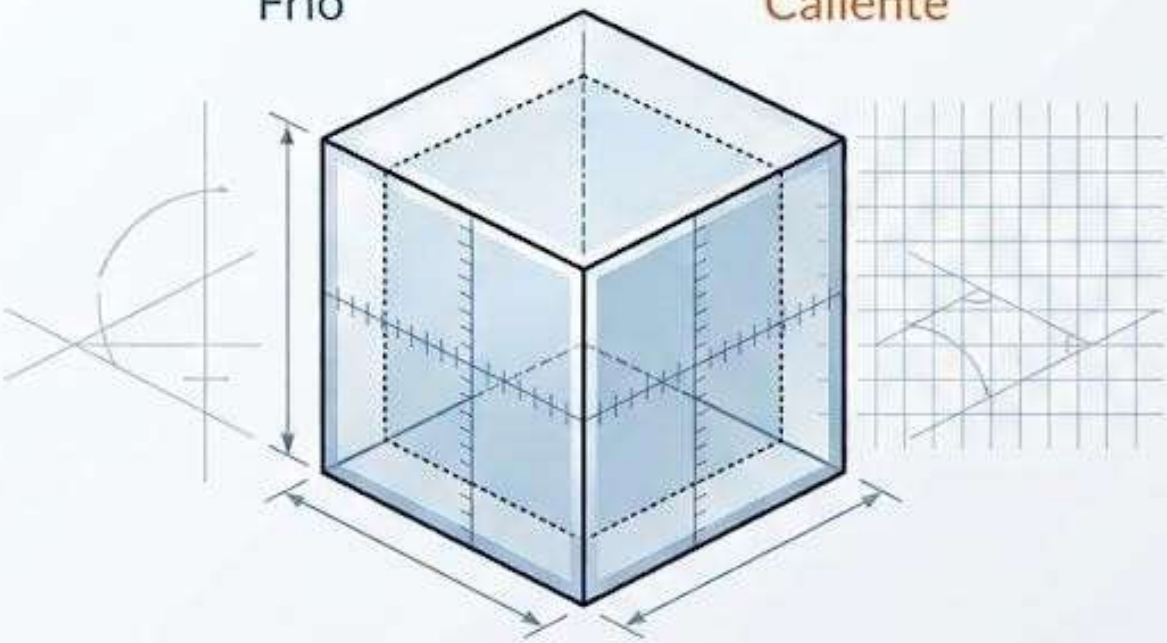
Período académico 2025-2026

EXPANSIÓN TÉRMICA en Termodinámica

GUÍA DOCENTE UNIVERSITARIA







SECCIÓN 0. DATOS INFORMATIVOS

Campo	Detalle
Carrera:	Pedagogía de las Ciencias Experimentales de las Matemáticas y Física
Asignatura:	Termodinámica
Semestre:	Séptimo
Unidad:	Unidad 1 del sílabo contenido 01.05
Título:	Guía didáctica basada en el Modelo DAE para el desarrollo de habilidades didácticas en la enseñanza de la expansión térmica de sólidos y líquidos

Ficha técnica de la sesión

Parámetro	Valor
Duración total:	18 horas académicas
Modalidad:	10 horas en el aula 8 horas en casa
Participantes	Estudiantes de séptimo semestre
Distribución de fases	1. Descubro (en casa, 3.5 h) 2. Puente Descubro-Aprendo (en el aula, 2.0 h) 3. Aprendo (en el aula, 3.5 min) 4. Enseño-transferencia (en el aula, 4.5 h) 5. Enseño-consolidación (en casa, 4.5 h)

Vinculación con el sílabo

El contenido corresponde al punto 01.05 Expansión térmica de sólidos y líquidos, último subtema de la Unidad 1 antes de abordar la Primera Ley de la Termodinámica. El sílabo institucional declara para esta unidad un resultado de aprendizaje orientado a demostrar, mediante fundamentación teórica y práctica, las propiedades y conceptos fundamentales de calor y temperatura en diferentes situaciones, objetos y acciones dentro de contextos de la realidad, y prescribe como metodologías la clase en laboratorio, la demostración práctica y el taller de solución de problemas metodologías compatibles con la secuencia DAE, lo cual respalda la pertinencia de insertar esta guía sin alterar la lógica curricular vigente.

SECCIÓN 1.

ESTRUCTURA DE LA GUIA

Fundamentación Académica

El Modelo DAE (Descubro, Aprendo y Enseño), ajusta el proceso de enseñanza aprendizaje en tres fases secuenciales. En contraste con modelos de activación genérica de conocimientos, la fase Descubro opera bajo la premisa de la ausencia del conocimiento y como hallarlo, en la cual se establece tareas donde el estudiante se enfrente a un fenómeno que no puede explicar con los recursos con sus conocimientos actuales, lo cual motive mediante la curiosidad a indagar e investigar. La fase Aprendo transforma la ausencia del conocimiento en tareas y guías para llenar vacíos conceptuales, donde el estudiante debate y comparte sus ideas con sus compañeros mediante el trabajo autónomo y cooperativo. La fase Enseño es la culminación colocando al estudiante en un rol de docente y dándole mando de la enseñanza, en donde refuerza grandemente su conocimiento al ser él encargado de transmitirlos.

Fundamentación disciplinar mínima

La expansión térmica es el fenómeno mediante el cual un material modifica sus dimensiones (longitud, área o volumen) ante una variación de temperatura, en ausencia de cambio de fase.

La dilatación o contracción térmica se debe a la variación de la temperatura, la cual afecta directamente a la forma del objeto, deformándolo de forma lineal, superficial o volumétrica en el caso de los sólidos, los cuales tienen una forma definida. Aquí se trabajan con tres coeficientes de dilatación dependientes del material, los cuales son: lineal (α), superficial ($\beta \approx 2\alpha$) y volumétrico ($\gamma \approx 3\alpha$) con relaciones directamente proporcionales al incremento de temperatura para rangos moderados. En líquidos el análisis dimensional planteado es nada más volumétrico, con la particularidad del comportamiento del agua entre 0 a 4 °C caso que resulta pedagógicamente valioso como contraejemplo para evitar conceptualizaciones erróneas o apresuradas del principio.

Vinculación explícita con la variable dependiente (habilidades didácticas)

Cada fase DAE se diseña para activar, de manera diferenciada, una de las tres dimensiones de habilidades didácticas evaluadas por el instrumento de investigación (Sección III):

Fase DAE	Dimensión de habilidad didáctica que activa	Justificación
Descubro	Planificación didáctica	El estudiante diseña su propia indagación (qué observar, qué registrar), ensayando micro decisiones de planificación antes de recibir contenido teórico
Aprendo	Ejecución de la enseñanza	La construcción colaborativa exige que el estudiante ya emplee estrategias activas y comunicación técnica con pares, precursoras de su futura práctica de aula

Fase DAE	Dimensión de habilidad didáctica que activa	Justificación
Enseño	Evaluación del aprendizaje + cierre de Ejecución	La micro clase entre pares y la retroalimentación recibida obligan a que el estudiante practique, en miniatura, el ciclo completo de enseñar-evaluar-retroalimentar

Esta correspondencia no es decorativa: es la que permitirá, en el capítulo de resultados, argumentar con evidencia y no solo con la correlación estadística ya obtenida en la fase correlacional del estudio que la exposición a las tres fases del Modelo DAE precede temporalmente y explica el cambio observado entre pretest y postest en la subescala de habilidades didácticas.

SECCIÓN 2.

METAS DE LA GUIA

Objetivo General de la Guia

Analizar que sucede con la forma de un material si se lo somete a un aumento de temperatura sin que este cambie de estado de la materia, usando simuladores o experimentos con materiales cotidianos, con la finalidad de entender la proporcionalidad entre las variables que intervienen en el experimento

Objetivos didácticos específicos

N.º	Objetivo	Dimensión de habilidad didáctica	Fase DAE
OD1	Diseñar una secuencia breve de indagación (preguntas generadoras, situación problema) que active la conciencia de carencia conceptual sobre expansión térmica	Planificación didáctica	Descubro
OD2	Ejecutar una explicación con dominio disciplinar y lenguaje técnico apropiado durante la construcción colaborativa del concepto de expansión térmica	Ejecución de la enseñanza	Aprendo
OD3	Diseñar y aplicar un instrumento breve de evaluación (formativa o sumativa) coherente con los objetivos de la micro-clase impartida a sus pares	Evaluación del aprendizaje	Enseño

Nota de coherencia metodológica: estos tres objetivos no son objetivos de la clase en sentido convencional; son los que permiten operacionalizar, dentro de la intervención misma, las tres dimensiones que el postest volverá a medir. Cada uno queda trazado a un ítem específico de la Sección III del instrumento al construir la rúbrica de evaluación.

SECCIÓN 3.

CONTENIDOS DISCIPLINARES

Solidos

Dilatación lineal

En un sólido con una forma predominante en una sola dimensión, como barillas, tubos, lápices, bigas, entre otros se tiene:

$$\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta T$$

Cada material tiene un coeficiente de dilatación lineal (α, unidades: $°C^{-1}$ o K^{-1}).

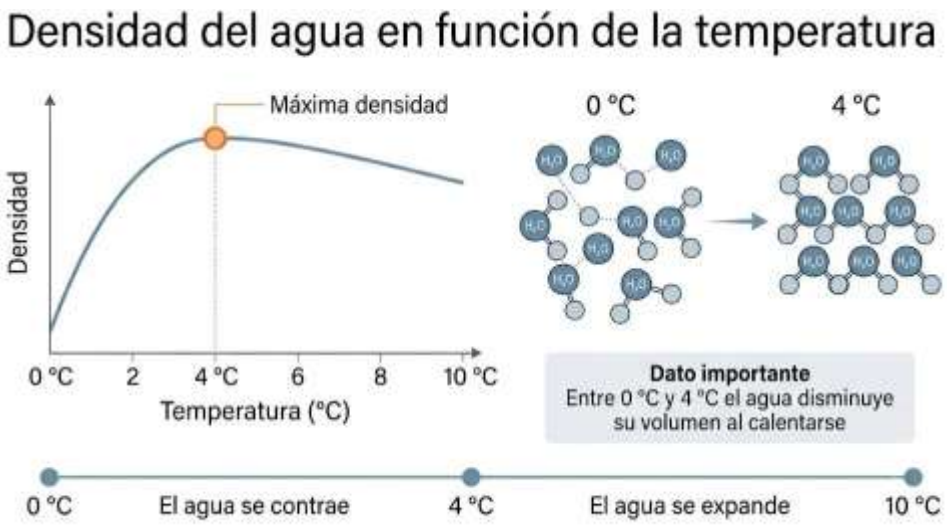
Valores de referencia orientativos:

Material	α aproximado ($\times 10^{-6}$ $°C^{-1}$)
Acero	11 – 13
Aluminio	23
Cobre	17
Vidrio común	9
Vidrio Pyrex	3

Dilatación superficial y volumétrica

Para objetos superficiales como son, planchas, paredes, entre otros. En objetos con una forma predominantemente volumétrica como son cubos, esferas, cilindros, entre otros, se tiene:

$$\Delta A = \beta \cdot A_0 \cdot \Delta T \qquad \Delta V = \gamma \cdot V_0 \cdot \Delta T$$



Con las aproximaciones $\beta \approx 2\alpha$ y $\gamma \approx 3\alpha$ para materiales isótropos.



Dilatación en líquidos

En líquidos no existe forma propia, por lo que el tratamiento es exclusivamente volumétrico:

$$\Delta V = \gamma_líq \cdot V_0 \cdot \Delta T.$$

El caso del agua es único, ya que es el único material en un intervalo de temperatura del 0°C a 4°C en donde su densidad disminuye a medida que su temperatura baja y viceversa si aumenta. Esto tiene gran relevancia a nivel ecológico y en biología acuática, ya que este es un determinante para que el hielo sea menos denso que el agua y así este pueda flotar y permitir la vida acuática debajo de este, esto es algo a tomar en cuanta dentro de las fases de desarrollo del DAE, ya que interviene la curiosidad que se transforma en investigación, esta a su vez en experimentación y concluye mostrando sus hallazgos.

Aplicaciones tecnológicas y cotidianas (banco de casos para las fases Aprendo/Enseño)

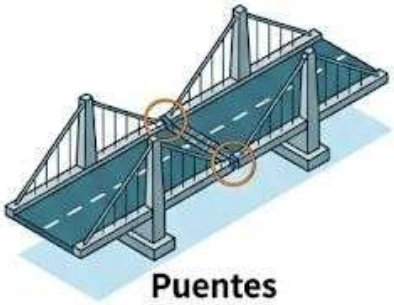
Aplicación	Fenómeno físico involucrado	Relevancia didáctica
Juntas de dilatación en rieles y puentes	Dilatación lineal en aceros	Caso clásico de ingeniería civil
Termómetros de líquido (mercurio/alcohol)	Dilatación volumétrica diferencial líquido-vidrio	Conecta con la unidad previa (Termómetros) del propio programa
Bandas bimetálicas (termostatos)	Dilatación diferencial entre dos metales de distinto α	Caso de alta complejidad, útil para estudiantes con nivel alto
Grietas en pavimento y estructuras de concreto	Dilatación en materiales de construcción	Contextualización con la realidad ecuatoriana (cambios térmicos día/noche)

Aplicación	Fenómeno físico involucrado	Relevancia didáctica
Ajuste de tapas metálicas mediante calor	Dilatación diferencial sólido-sólido	Ejemplo doméstico, apto para la fase Descubro autónoma

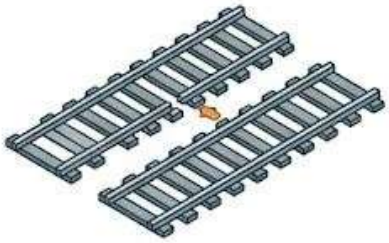
Criterio de selección de casos: se recomienda distribuir 2-3 de estos casos como insumo para los grupos de la fase Enseño, de modo que cada micro clase aborde un caso distinto y la sesión presencial genere variedad de ejemplos sin duplicación, facilitando además la evaluación diferenciada mediante la rúbrica de habilidades didácticas.



Aplicaciones de la expansión térmica



Puentes
Evitan deformaciones estructurales



Rieles
Compensan la expansión del acero



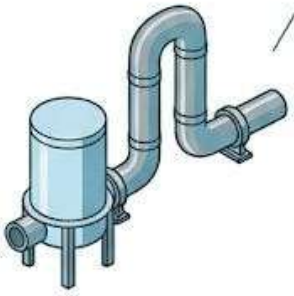
Depósitos metálicos
Se expanden cuando aumenta la temperatura

EXPANSIÓN TÉRMICA



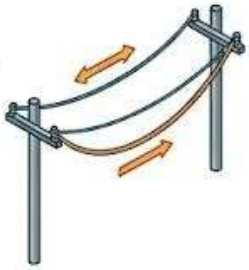


Termómetros
Funcionan mediante la expansión del líquido





Tuberías
Absorben los cambios de longitud



Líneas eléctricas
La longitud varía con la temperatura

Idea clave

La expansión térmica es un fenómeno físico que debe considerarse en el diseño de estructuras, instrumentos de medición y sistemas industriales para garantizar su correcto funcionamiento y seguridad

SECCIÓN 4.

SECUENCIA METODOLÓGICA DAE

Núcleo operativo de la guía. Cada actividad se traza a un ítem específico de la Sección II del instrumento de investigación, de modo que la fidelidad de implementación sea verificable y no una declaración genérica de se aplicó el Modelo DAE.



Cómo leer esta guía: manual del Modelo DAE aplicado a la Termodinámica

El Modelo DAE se traduce, en el instrumento de investigación, en 15 comportamientos observables y verificables: 5 por cada una de sus tres fases (Descubro, Aprendo, Enseño). Esta guía no se limita a pedirle al docente en formación que "aplique" estas fases: le explica qué significa cada uno de esos 15 aspectos, se los modela con un ejemplo concreto de expansión térmica de sólidos y líquidos, y le exige practicarlos él mismo. Por eso, cada fase de esta sección se presenta en tres momentos:

Qué es la fase y por qué importa el orden en que ocurre,

Los 5 aspectos que el docente en formación debe dominar, con su significado práctico y su modelamiento en esta guía.

La secuencia operativa de actividades con tiempos y consignas literales. Aquel que emplee y complete esta guía no solo se habrá familiarizado con el Modelo DAE como estudiante: habrá aprendido a replicarlo como docente en sus futuras experiencias profesionales .


Explorar → Analizar → Experimentar → Comunicar → Reflexionar
Observación del entorno
Intercambio de ideas
Experimentación
Microclase
Informe final
Observación del entorno
Intercambio de ideas
Experimentación
Microclase
Informe final
Registro de situaciones cotidianas
Comparación de observaciones
Obtención de evidencias
Explicación del fenómeno
Reflexión y autoevaluación
Modalidad de trabajo
Autónomo
Presencial
Presencial
Presencial
Autónomo

Fase Descubro, trabajo en casa

Qué es la fase y por qué importa el orden en que ocurre,

Descubro no es solo reconocimiento de saberes previos o repasar el conocimiento que ya tienen los estudiantes. Es plantear preguntas, actividades o tareas dirigidas a que el estudiante enfrente con sus conocimientos actuales situaciones que despierten la necesidad genuina de aprender o de despertar la motivación o curiosidad por aprender.

Esta fase bien diseñada genera desequilibrio cognitivo valioso que despertar la curiosidad y la motivación; un Descubro mal diseñado es solo una o varias preguntas rutinarias.



Los 5 criterios imprescindibles para aplicar correctamente esta fase

Aspecto (ítem del instrumento)	Qué significa en la práctica	Cómo se modela en esta guía
1. Plantear situaciones, preguntas o analogías que inviten a reflexionar utilizando sus memorias	No es preguntar directamente que saben del tema (eso es repaso). Es plantear una pregunta en donde el estudiante tenga que reflexionar que si lo que sabe es suficiente.	El cómo el hielo no se hunde y en un lago congelado
2. Diseñar tareas de aprendizaje en donde el estudiante pueda autorregularse	El docente solo guía el camino, pero el estudiante con su curiosidad se abre camino en el conocimiento	Observar el mundo que lo rodea y analizar el porqué de las cosas
3. Genera curiosidad y motivación antes de enseñar conceptos	Primero sorpréndelos, engánchalos y ya están listos para querer aprender	El debate sobre el hielo del lago, prácticamente resuelve el como la temperatura modifica la

Aspecto (ítem del instrumento)	Qué significa en la práctica	Cómo se modela en esta guía
		materia y tiene implicaciones reales
4. Haz que los estudiantes experimenten, con cosas cotidianas	Descubrir es pensar, tocar, descubrir, equivocarse, repetir, pero de una manera experimental y más controlada.	Usar simuladores, tomar fotografías, realizar tomas de datos, graficar, entre otras cosas
5. Lo que se mide se puede replicar, y al replicar se puede enseñar	Al experimentar el estudiante debe de tomar nota de todo lo que hace y llevar un anecdotario, con la finalidad de mejorar su propio experimento cuando sea el momento de enseñar cómo funciona.	Ficha de Observación 1: hipótesis escrita obligatoria antes de cualquier explicación

Secuencia de actividades

Momento	Actividad / Consigna	Tiempo	Ítem DAE (Sec. II, Dim. 1)
1	Observación de fenómenos cotidianos. Consigna: Observa en tu entorno inmediato al menos 3 situaciones donde el calor o el frío modifiquen visiblemente el tamaño, forma o volumen de un objeto o líquido. Regístralas en la Ficha de Observación N.º 1.	40 min	Ítem 4
2	Situación problema disruptiva. Consigna: Un vaso con agua y hielo se deja reposar. ¿El agua se expande o se contrae al calentarse gradualmente de 0 °C a 4 °C? Escribe tu hipótesis ANTES de buscar información.	20 min	Ítem 3
3	Formulación de preguntas e hipótesis. Consigna: A partir de tus observaciones, formula 2 preguntas que te gustaría responder sobre por qué ocurre la expansión térmica.	30 min	Ítems 1 y 5

Evidencia esperada: Ficha de Observación N.º 1 diligenciada, entregada al inicio del encuentro presencial. Instrumento de registro: *Ficha de Observación N.º 1* (véase documento independiente de recursos, fase Descubro).

Puente Descubro → Aprendo Presencial

Actividad	Consigna / Descripción	Tiempo
Socialización rápida en plenaria	El facilitador pide a 3-4 estudiantes voluntarios que compartan una observación de su Ficha N.º 1; se recogen las hipótesis sobre el caso del agua sin validarlas aún	15 min
Planteamiento del objetivo de la sesión	El facilitador enuncia el objetivo disciplinar y los tres objetivos didácticos (OD1-OD3) que se trabajarán	5 min

Fase Aprendo Presencial



¿Qué es esta fase?

Aprendo no es explicar la teoría. Es que el vacío detectado en Descubro se resuelva entre todos, con el docente en el rol de facilitador y no de expositor único. Si el docente da una exposición de conocimientos, el método se rompe, en cambio el docente debe ayudar a construir el conocimiento del estudiante.

Los 5 criterios imprescindibles para aplicar correctamente esta fase

Aspecto (ítem del instrumento)	Qué significa en la práctica	Cómo se modela en esta guía
1. Usar organizadores gráficos para fortalecer comprensión	Mapas conceptuales, mentales, infografías, esquemas no son solo algo bonito, sino es organizar lo que se entendió y lo que no	Construcción grupal de un esquema material–coeficiente de dilatación–variación observada
2. Promover trabajo colaborativo para construcción compartida	No es trabajen en grupo y ya. Es diseñar una tarea que necesite varias mentes brillantes para resolverse.	Experimentación en grupos de 3 a 4 con tareas dadas: medir, registrar, comparar
3. Utilizar recursos didácticos estructurados	Es dar recursos didácticos con un porque no solo que se vean bien, sino que como se usan y en que orden intervine mucho en el aprendizaje	Tarea de aprendizaje N.º 2, con estructura fácil de registro
4. Relacionar lo que ya se con lo que aun no	Utilizar los productos de la fase anterior, para con estos mejorar el	La discusión guiada emplea la hipótesis inicial sobre el

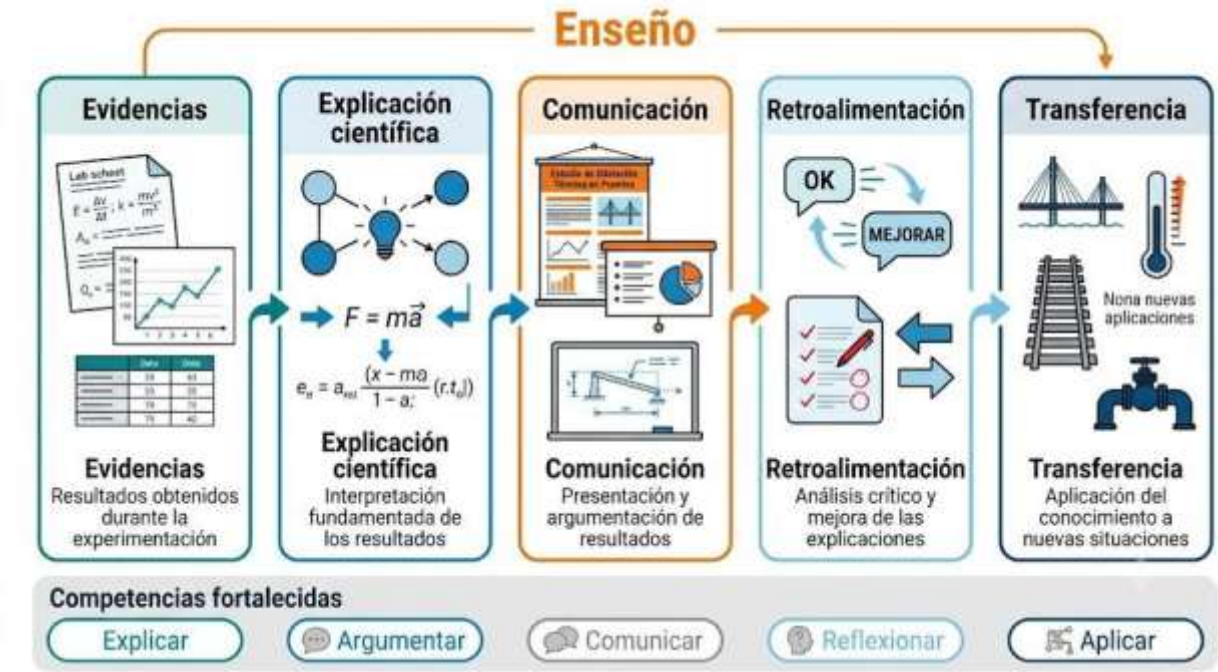
Aspecto (ítem del instrumento)	Qué significa en la práctica	Cómo se modela en esta guía
	proceso de aprendizaje y anclar conceptos fundamentales	agua ANTES de dar la explicación fría y sin sentido
5. Propiciar resolución de problemas y ejercicios procedimentales	No basta con entender el concepto; hay que aplicarlo matemáticamente.	Cálculo de ΔL con los datos reales de las varillas experimentadas por el propio grupo

Secuencia de actividades

Momento	Actividad / Consigna	Tiempo	Ítem DAE (Sec. II, Dim. 2)
1	Experimentación guiada en grupos de 3-4. Con el dilatómetro simple o la simulación PhET, midan la variación de longitud de dos varillas de distinto material al someterlas a la misma fuente de calor durante el mismo tiempo. Registren sus datos en la Hoja de Trabajo N.º 2.	30 min	Ítem 5
2	Construcción del conocimiento y de conceptos formales usando organizador gráfico. Elaboren un esquema que relacione: material, coeficiente de dilatación, variación observada, incluyendo la explicación del caso anómalo del agua.”	25 min	Ítems 1 y 4
3	Discusión guiada con todo el curso. El docente vuelve a usar las hipótesis iniciales sobre el agua y contrasta con los resultados experimentales y cálculos exactos usando formulas.	15 min	Ítems 2 y 3


1 Antes del calentamiento
Esfera metálica
Anillo
La esfera atraviesa el anillo
2 Aplicación de calor
3 Después del calentamiento
La esfera aumentó su diámetro
Ø
Ya no atraviesa el anillo
Aumento de temperatura
Expansión del metal
Mayor diámetro
La esfera no atraviesa el anillo
Conclusión
Al aumentar la temperatura, los sólidos incrementan sus dimensiones debido a la mayor separación promedio entre sus particulas

Fase Enseño



¿De qué se trata esta fase?

Enseño no es exponer un tema. Es ahora ponerse a cargo y no solo esperar se guiado; si el estudiante realmente entendió, puede explicárselo a otro que no entiende, adaptando su lenguaje al de sus compañeros y así mejorar la convivencia del traslado del conocimiento. Si no puede hacerlo, la fase Aprendo no se consolidó y es necesario volver atrás.

Los 5 aspectos que debe dominar en esta fase

Aspecto (ítem del instrumento)	Qué significa en la práctica	Cómo se modela en esta guía
1. Planificar y ejecutar micro clases o exposiciones para transferir conocimiento	Una micro clase real tiene objetivo, apertura, desarrollo y cierre, aunque dure 3 minutos. No es hablar del tema.	Cada grupo escogerá un caso y lo desarrollará de manera organizada
2. Seleccionar y aplicar estrategias activas como ABP, método socrático, demostraciones, entre otros.	Una pregunta bien formulada, enseña mejor que una exposición magistral	Como aprendieron, deberán replicar su conocimiento, deben de usar metodologías activas que conozcan
3. Tutorías y retroalimentación entre pares o equipos	Dar y recibir una pregunta o comentario tras enseñar es parte de la habilidad, no un extra opcional.	Ronda de pregunta-respuesta obligatoria después de cada micro-clase
4. Explicar con claridad, precisión científica y	No es lo mismo explicar a un colega de física que a un estudiante de	Se exige un dato numérico preciso (coeficiente aproximado) dentro de una

Aspecto (ítem del instrumento)	Qué significa en la práctica	Cómo se modela en esta guía
lenguaje adaptado al nivel del público	colegio. Adaptar el registro es la habilidad en sí misma.	explicación en lenguaje cotidiano
5. Adaptar explicaciones y recursos según necesidades observadas en el grupo	Leer las señales de confusión y ajustar sobre la marcha, o al menos reflexionar después sobre qué se ajustaría.	El Informe individual pide reflexionar explícitamente sobre cómo adaptó su explicación al público

Secuencia de actividades

Momento	Actividad / Consigna	Tiempo	Ítem DAE (Sec. II, Dim. 3)
1	Asignación de caso aplicado. Cada grupo recibe uno de los 5 casos del banco, sin repetición entre grupos	5 min	
2	Micro clase en parejas. En un máximo de 3 minutos, explicar a los compañeros con lenguaje entendible, materiales visuales de fácil acceso como la expansión térmica se pudo observar en el caso escogido o asignado. Los estudiantes deben usar al menos un dato numérico o coeficiente aproximado.	15 a 20 min	Ítems 1 y 4
3	Retroalimentación en parejas. Los grupos que no expongan deben de realizar preguntas a los expositores para llegar a tener una retroalimentación de lo realizado.	5 a 10 min	Ítem 3

Fase Enseño, finalización del trabajo en casa (2 h 30 min)

Actividad / Consigna	Tiempo	Dimensión de habilidad didáctica
Informe por estudiante. El documento final debe de tener las siguientes partes: Objetivo de aprendizaje, Acciones planificadas y ejecutadas, porcentaje de acción. Recursos usados, breve descripción de como Coevaluación y Heteroevaluación. Puedes plantear 2 preguntas como mínimo	90 min	Planificación (a) Ejecución (b) Evaluación (c)
Plantear el desarrollo de por lo menos 3 problemas contextualizados	45 min	Consolidación disciplinar
Plantea una autoevaluación que contenga aspectos a evaluar precisos y claros dentro de una rubrica.	15 min	Triangulación con evaluación del investigador

Evidencia esperada*: Informe, resolución de problemas y rubrica de autoevaluación*. Este es el producto final evaluable contra la rúbrica de habilidades didácticas.



Competencias desarrolladas

- Pensamiento científico
- Resolución de problemas
- Trabajo colaborativo
- Comunicación científica
- Argumentación
- Transferencia del aprendizaje

Resultado esperado

El estudiante construye explicaciones fundamentadas, comunica sus resultados y aplica los conceptos de expansión térmica en diferentes contextos

SECCIÓN 5.

DIDÁCTICOS POR FASE

Recurso	Fase(s)	Función pedagógica	Tipo
Ficha de Observación N.º 1	Descubro (autónomo)	Registrar fenómenos cotidianos e hipótesis inicial sobre el caso del agua	Impreso
Smartphone / cámara propia	Descubro (autónomo)	Documentar evidencia fotográfica de las observaciones	Tecnológico (no institucional)
Dilatómetro simple (anillo de Gravesande o varillas + mechero/agua caliente)	Aprendo	Evidenciar experimentalmente la dilatación diferencial entre materiales	Experimental
Simulador PhET "States of Matter"	Aprendo	Sustituto virtual si no hay laboratorio disponible	Tecnológico
Hoja de Trabajo N.º 2	Aprendo	Registro de datos experimentales y organizador gráfico grupal	Impreso
Proyector / presentación digital	Puente y plenaria	Apoyo visual para la discusión guiada y formalización matemática	Tecnológico
Banco de 5 casos aplicados	Enseño	Insumo diferenciado por grupo para la micro clase entre pares	Impreso
Guía didáctica completa	Todas las fases	Referencia constante del estudiante durante todo el proceso	Impreso
Ficha de informe individual + rúbrica de autoevaluación	Enseño (consolidación)	Producto evaluable y triangulación con evaluación del investigador	Evaluación

Nota: los instrumentos operativos correspondientes a cada recurso (fichas, hojas de trabajo, banco de casos y formato de informe) se han elaborado como documentos independientes, listos para reproducción y aplicación directa, organizados por fase.

SECCIÓN 6.

VALORACIÓN DE LA INTERVENCIÓN

Evaluación del aprendizaje disciplinar de manera formativa

Se utilizará una lista de cotejo aplicada sobre la resolución de problemas basados en la vida real con los siguientes indicadores: identifica correctamente la variable, aplica la fórmula pertinente, interpreta el resultado en contexto. Su utilidad es únicamente pedagógica y no debe fusionarse con el control de habilidades didácticas.

Rúbrica de habilidades didácticas

Esta rubrica se utilizara para evaluar las evidencias anteriormente solicitadas y se base a su vez en los objetivos didácticos OD1-OD3 y se fundamentan en los siguientes baremos:

(1.00-1.80 Muy bajo | 1.81-2.60 Bajo | 2.61-3.40 Medio | 3.41-4.20 Alto | 4.21-5.00 Muy alto) a descriptores de desempeño observable:

Dimensión	Bajo (1.81-2.60)	Medio (2.61-3.40)	Alto (3.41-4.20)	Muy alto (4.21-5.00)
Planificación (OD1)	Objetivo ausente o no verificable	Objetivo formulado pero impreciso	Objetivo claro, medible y pertinente	Objetivo claro, medible, pertinente y alineado a una fase DAE
Ejecución (OD2)	Errores conceptuales relevantes o sin estrategia identificable	Explicación correcta pero expositiva, sin estrategia activa	Explicación correcta con estrategia activa identificable	Explicación correcta, estrategia activa y adaptación evidente al público
Evaluación (OD3)	Preguntas ausentes o sin relación con el objetivo	Preguntas de nivel memorístico	Preguntas coherentes, de nivel aplicativo	Preguntas coherentes, de nivel analítico, con criterio de corrección explícito

Aclaración metodológica: esta rúbrica se reporta como evidencia complementaria de fidelidad y efecto; no sustituye ni se promedia con los puntajes del cuestionario Likert (pretest/postest), sobre el cual se aplica la prueba de diferencia de medias pareada (t-Student pareado o Wilcoxon, según normalidad). Ambas fuentes de evidencia deben presentarse de forma independiente y converger solo en la discusión.

Matriz de trazabilidad DAE

Fase DAE	Ítems operacionalizados (Sec. II)	Momento(s) de la guía	Medio de verificación
Descubro	5/5 (Dimensión 1 completa)	4.1 (autónomo) + 4.2 (puente)	Ficha de Observación N.º 1 + registro de observador en plenaria
Aprendo	5/5 (Dimensión 2 completa)	4.3	Hoja de Trabajo N.º 2 + rúbrica de observación grupal
Enseño	5/5 (Dimensión 3 completa)	4.4 + 4.5	Registro de observación de micro-clases + Informe individual

TEMPORALIZACIÓN GENERAL

Cronograma consolidado de la sesión

Fase / Momento	Modalidad	Duración	Acumulado
Descubro: observación e hipótesis	Autónomo (previo)	3 h 30 min	3 h 30 min
Puente Descubro → Aprendo socialización	Presencial	2 h	5 h 30 min
Aprendo experimentación y construcción	Presencial	3 h 30 min	9 h 00 min
Enseño micro clases y retroalimentación	Presencial	4 h 30 min	13 h 30 min
Enseño informe y consolidación	Autónomo (posterior)	4 h 30 min	18 h 00 min
TOTAL	10 h presenciales + 8 h autónomas	18 h	

Hojas de trabajo:

Nombre del Documento	Fase del Modelo DAE	Enlace	Código QR
FICHA DE OBSERVACIÓN N.º 1	DESCUBRO, trabajo autónomo previo, 3 h 30 min	https://utneduec-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/dmcanarejop_utn_edu_ec/IQD7CiY8zTkSTKuzSusonGeoAUDBqbn6_8fr35b2V7gCtxs?e=DRzhzK	
HOJA DE TRABAJO N.º 2	APRENDO, presencial, 3 h 30 min	https://utneduec-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/dmcanarejop_utn_edu_ec/IQCjeNacbtm1Qa87RndC99AEAZNKBrlfgyXyWyEEeuZ_OjY?e=qOnKZt	
BANCO DE CASOS Y FERIA DE MICRO CLASES	ENSEÑO, transferencia presencial, 4 h 30 min	https://utneduec-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/dmcanarejop_utn_edu_ec/IQCHC_jLdybHQaJ5AhPneQpRASCp0D3--xida1nNeAhPTMs?e=unbltE	
INFORME INDIVIDUAL DE LA MICRO CLASE	ENSEÑO, consolidación autónoma, 4 h 30 min	https://utneduec-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/dmcanarejop_utn_edu_ec/IQCJQkl2OQa2S7te6Aq-kf8XAUeOzEzZQKyoxPEMfQbR-sc?e=kCR9RB	