



Conference: Interdisciplinary Congress of Renewable Energies, Industrial Maintenance, Mechatronics
and Information Technology
BOOKLET



RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar
DOI - REDIB - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

Title: Elementos históricos-epistemológicos para el diseño de una situación de aprendizaje desde la Socioepistemología. El caso del estado estacionario y la ingeniería eléctrica.

Authors: HINOJOS-RAMOS, Jesús Eduardo y FARFÁN-MÁRQUEZ, Rosa María.

Editorial label ECORFAN: 607-8695

BCIERMMI Control Number: 2019-046

BCIERMMI Classification (2019): 241019-046

Pages: 12

RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.

143 – 50 Itzopan Street
La Florida, Ecatepec Municipality
Mexico State, 55120 Zipcode
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

Introducción

Inquietud

Experiencia como estudiante y docente de Ingeniería.

Matemática Educativa y Teoría Socioepistemológica

Farfán (2012) identificó que la STF surgió de los estudios realizados por J.B. Fourier acerca del calor en 1822 y de donde se distinguen dos contextos que dan significado a dicho conocimiento matemático: (1) la propagación del calor como el contexto situacional para realizar la actividad matemática, y (2) el *estado estacionario* de las temperaturas como el contexto de significación del cual la STF y el estudio de su convergencia emergieron.

Preguntas de Investigación

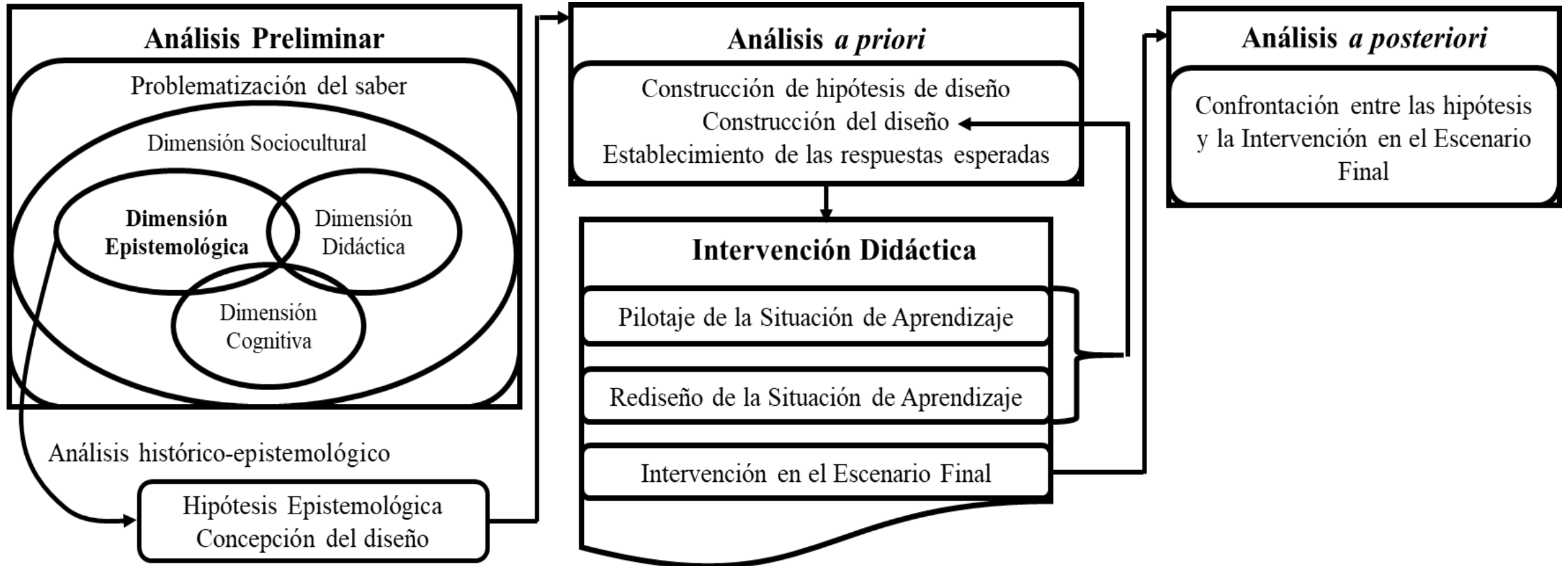
- 1) ¿Qué relación existe entre la propagación de calor y la electricidad, en estado estacionario?
- 2) ¿Cuáles son los subelementos de construcción social que componen el estado estacionario en el fenómeno eléctrico?

Objetivo de la Investigación

Caracterizar las concepciones de los estudiantes de ingeniería eléctrica acerca de la noción matemática de estado estacionario para identificar los subelementos que permiten su construcción social.

Consideraciones Metodológicas

Se utilizó la Ingeniería Didáctica (ID) (Artigue, 2014) para el diseño de una Situación de Aprendizaje. Las etapas que la componen son Análisis Preliminar, Análisis *a priori* y Análisis *a posteriori*. En la figura se muestra la ID que se ha configurado para la investigación.



Análisis Histórico-Epistemológico

El método consta de siete pasos donde se identifica (Hinojos y Farfán, en prensa):

- (1) Un autor y su obra ubicada un momento de la historia.
- (2) La intención del autor al crear su obra y el problema que abordaba.
- (3) Las herramientas o técnicas matemáticas utilizadas/creadas para el fenómeno bajo estudio.
- (4) El paradigma de pensamiento científico imperante en la época del autor.
- (5) Una reconstrucción del trabajo matemático utilizando herramientas actuales.
- (6) El principal resultado matemático de la obra y su relación con el conocimiento actual.
- (7) Los subelementos de CSCM (los invariantes entre las obras).

Resultados

Científico	Obra revisada	Paradigma
G. S. Ohm	<i>Die Galvanische kette Mathematisch Bearbeitet</i> (1827)	Dinámico en el galvanismo
W. Thomson (Lord Kelvin)	<i>Reprints of Papers on Electrostatics and Magnetism</i> (1872)	Estático en el equilibrio electrostático
J. C. Maxwell	<i>A Treatise on Electricity and Magnetism 1</i> (1881)	Dinámico en la transmisión de mensajes telegráficos

Resultado de Ohm

Ecuación

Analogía semiformal

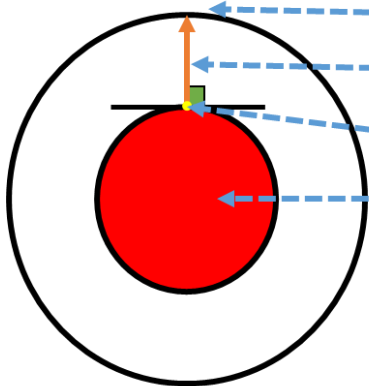
$$\gamma \frac{\partial u}{\partial t} = \chi \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{bc}{\omega} u$$

Solución

$$u = \frac{a}{2l} x + a \left[\sum_{i=1}^{\infty} \left(\frac{i\pi}{i^2\pi^2 + l^2} \right) \text{sen} \left(\frac{i\pi(x+l)}{l} \right) e^{-\frac{\chi i^2 \pi^2 t}{l^2}} \right]$$

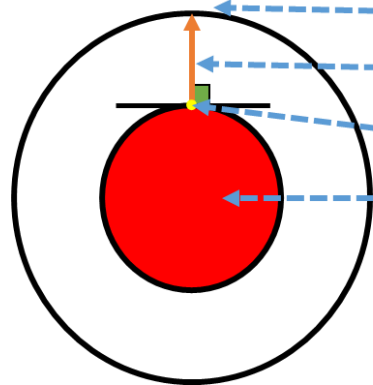
Resultado de Thomson

Sistema en equilibrio electrostático



- Cuerpo B con una carga eléctrica $-Q$
- Dirección de la fuerza de atracción electrostática, que es normal a la superficie del Cuerpo A, dado que son de signos contrarios.
- Punto sobre la superficie del Cuerpo A de donde se estudia el fenómeno de equilibrio electrostático.
- Cuerpo A con una carga eléctrica Q

Sistema térmico en estado estacionario



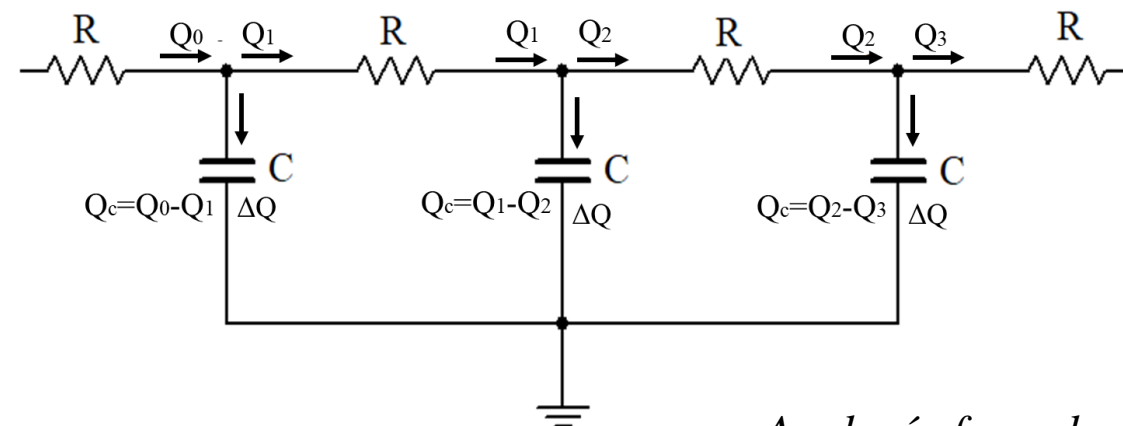
- Cuerpo B a temperatura T_B
- Dirección de la propagación del calor si $T_A > T_B$, que es normal a la superficie del Cuerpo A.
- Punto sobre la superficie del Cuerpo A de donde se estudia el fenómeno de propagación del calor.
- Cuerpo A a temperatura T_A

Los sistemas de cuerpos se encuentran en equilibrio electrostático y temperatura en estado estacionario, si se considera que el tiempo $t \rightarrow \infty$

Analogía material

Resultado de Maxwell

Modelación/Análisis



Ecuación

Analogía formal

$$C \frac{\partial v}{\partial t} = \frac{1}{R} \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} - \frac{1}{R_{ais}} v$$

(Hinojos y Farfán, 2017)

Consideraciones para el Diseño

Hipótesis epistemológica

El conocimiento matemático relativo al estado estacionario se construye transitando entre los paradigmas estático y dinámico con el establecimiento de analogías material-semiformal-formal del calor y la electricidad.

Subelementos para la CSCM: estado estacionario

- (1) Reconocer que antes del estado estacionario se da el *transitorio* como un proceso previo.
- (2) Establecer las *analogías material-semiformal-formal* para reconocer que el estado estacionario requiere tanto de identificar la similitud entre fenómenos físicos como de su matematización, donde esta matematización es independiente del fenómeno.
- (3) El paso de un *paradigma estático a uno dinámico*, para resignificar la concepción del estado estacionario como un comportamiento constante hacia uno que también considera pequeñas variaciones acotadas y periódicas a través del tiempo..

Variables del Diseño

Variables	Descripción
Macro-didácticas	<p>Se trabaja la noción de estado estacionario a través de la construcción de analogías en los paradigmas estático (analogía material) y dinámico (analogías semiformal y formal).</p> <p>El diseño se trabaja en formato físico (lápiz y papel).</p> <p>Se trabaja con el conocimiento de Física y Matemáticas que la población destino ha adquirido a lo largo de su formación profesional de ingeniería.</p>
Micro-didácticas	<p>Se configuran cuatro tareas:</p> <p>Una con base en la obra de Thomson donde se trabaja con la analogía material en un paradigma estático (tarea 1).</p> <p>Una con base en la obra de Ohm donde se trabaja con la analogía semiformal en un paradigma dinámico (tarea 2).</p> <p>Una con base en la obra de Maxwell donde se trabaja con la analogía formal en un paradigma dinámico (tarea 3).</p> <p>Una con base en problemas de circuitos eléctricos en estado estacionario (tarea 4).</p>

Diseño de Intervención – Situación de Aprendizaje

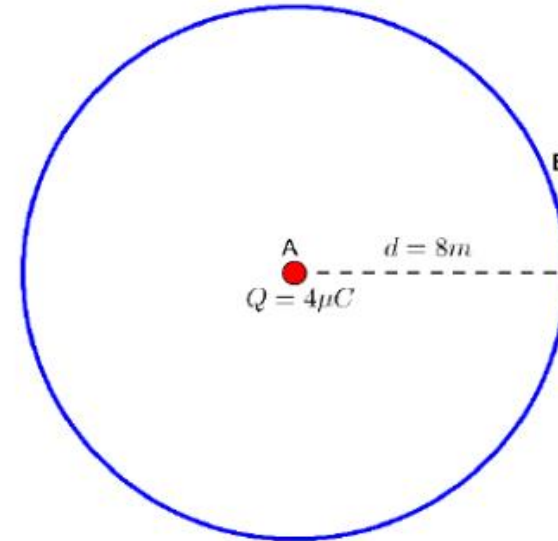
Tarea 1. Se basa en la obra de Thomson, en esta tarea se establece una *analogía material* entre la propagación de calor en estado estacionario y un sistema de cuerpos cargados por inducción en equilibrio electrostático, ambos fenómenos se estudian en un paradigma estático.

Extracto Tarea 1

a) Supongamos que se tiene un cuerpo A conductor aislado del exterior mediante una carcasa conductora B en contacto con el medio ambiente y que ambos cuerpos no están en contacto entre sí.

Realice un dibujo que represente al sistema descrito.

e) Considera el siguiente sistema de cuerpos cargados:



¿Qué valor tendría el potencial eléctrico del cuerpo A respecto a B?

Recuerda que $P = 9 \times 10^9 \frac{Q}{d}$ Volts.

Diseño de Intervención – Situación de Aprendizaje

Tarea 2. Se basa en la obra de Ohm, donde se establece una *analogía semiformal* entre la propagación del calor y la conducción eléctrica en un paradigma dinámico. Esta analogía toma en consideración tanto el transitorio como el estado estacionario de ambos sistemas.

Extracto Tarea 2

Si en el extremo se dispone una fuente de calor (como se muestra en la figura) que proporciona una temperatura constante.



- ¿Cómo será el flujo de calor y cómo incrementará la temperatura a lo largo del alambre?

Describalo apoyándose con diagramas, dibujos, palabras, etc.

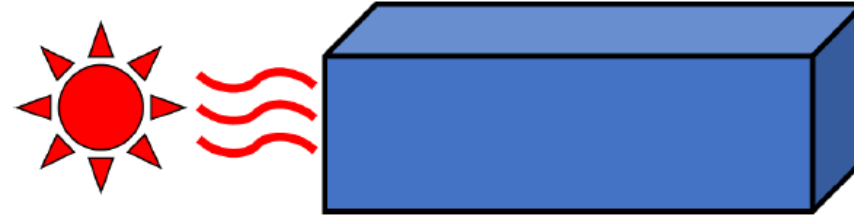
- I. En su opinión, ¿por qué considera Ohm que su hipótesis en el uso de la analogía del calor y la electricidad es válida? Justifique su respuesta.
- II. Si la ecuación de Fourier para la difusión del calor es $C \frac{dv}{dt} = \frac{K}{D} \frac{d^2v}{dx^2} - \frac{hl}{DS} v$ donde C es la capacidad calorífica del cuerpo, ¿qué explicación podría darse para la existencia del parámetro γ en la ecuación de Ohm?, ¿cuál sería su significado físico en electricidad?

Diseño de Intervención – Situación de Aprendizaje

Tarea 3. Se basa en la obra de Maxwell, donde se establece una *analogía formal* entre la propagación del calor y la transmisión de mensajes a través del telégrafo transatlántico en un paradigma dinámico; en ambos casos, se toman en consideración, tanto el transitorio como el estado estacionario de los fenómenos.



Extracto Tarea 3



c) Comparando ambas ecuaciones (Ohm y Maxwell) y la de Fourier para el calor:

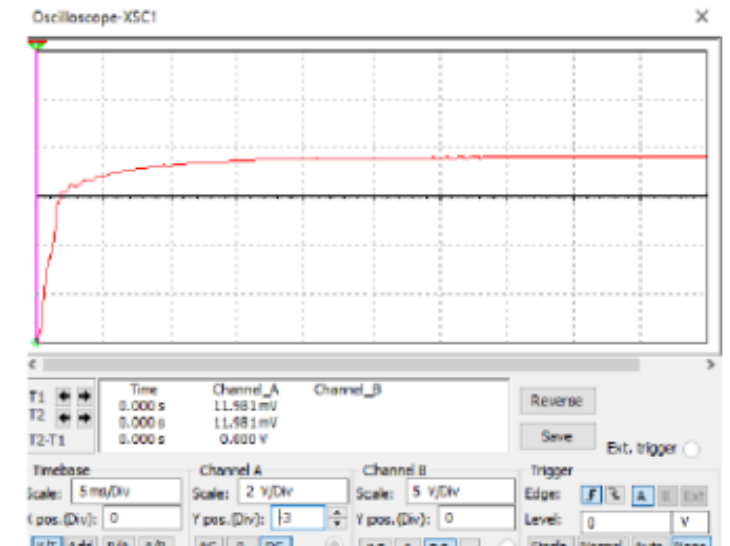
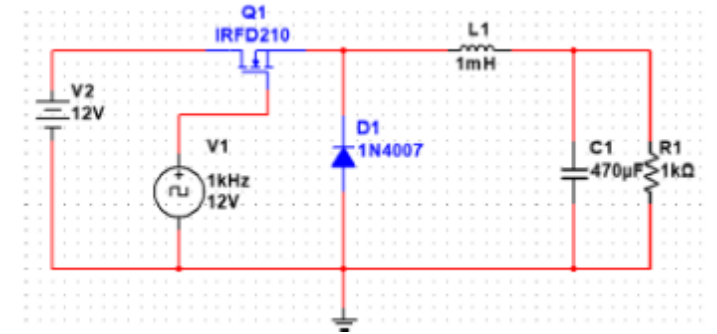
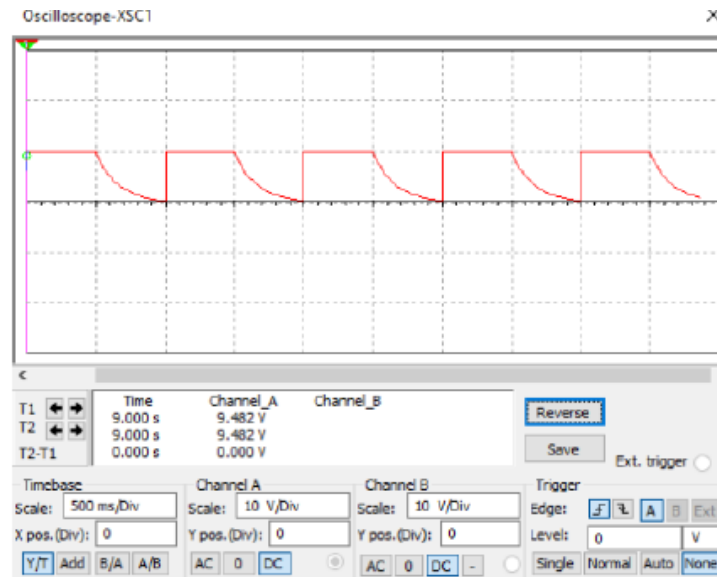
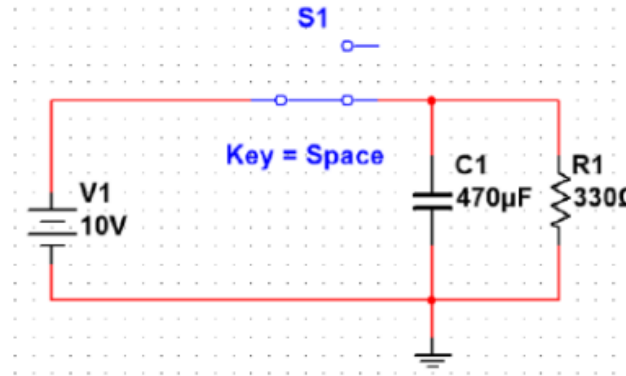
Ecuación de Ohm	Ecuación de Maxwell	Ecuación de Fourier
$\gamma \frac{du}{dt} = \chi \frac{d^2u}{dx^2}$	$C \frac{dv}{dt} = \frac{1}{R} \frac{d^2v}{dx^2}$	$CD \frac{dv}{dt} = K \frac{d^2v}{dx^2}$

1. Describa con sus palabras ¿Cuáles son las principales semejanzas y diferencias matemáticas entre las ecuaciones de Fourier, Ohm y Maxwell?

Diseño de Intervención – Situación de Aprendizaje

Tarea 4. Se basa en problemas de análisis de circuitos eléctricos y de electrónica de potencia, con ellos se buscan identificar las nociones del *transitorio* y las condiciones en las cuales se da el *estado estacionario* en circuitos eléctricos en un paradigma dinámico, tomando como base lo construido en las tareas anteriores. En esta tarea no se establecen analogías.

Extracto Tarea 4



Reflexiones del trabajo

- Los insumos que proveen los análisis histórico-epistemológicos para el diseño de tareas.
- La importancia del contexto de significación.
- Las perspectivas de la investigación.

Referencias

- Artigue, M. (2014). Didactic Engineering in Mathematics Education. En S. Lerman (Ed). *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 159-162). Londres: Springer.
- Farfán, R. (2012). *Socioepistemología y Ciencia. El caso del estado estacionario y su matematización*. España: Gedisa.
- Fourier, J. (1822). *Theorie Analytique de la Chaleur*, Chez Firmin Didot. Père et Fils. Libraires pour les Mathématiques. L'architecture hydraulique et la marine. Rue Jacob No. 24, Francia: Google Digital Books.
- Hinojos, J. y Farfán, R. (2017). Acerca de las nociones de estabilidad en electricidad, la relación entre el calor y la electricidad. *Revista de História da Educação Matemática*, 3(3), 68-100.
- Hinojos, J. y Farfán, R. (en prensa). Elementos históricos-epistemológicos para el diseño de una situación de aprendizaje desde la Socioepistemología. El caso del estado estacionario y la ingeniería eléctrica. *Revista de Docencia e Investigación Educativa*, aceptado para su publicación.
- Maxwell, J. (1881). *A Treatise on Electricity and Magnetism*. Reino Unido: Cambridge University Press.
- Ohm, G. (1827). *Die Galvanische Kette Mathematisch Bearbeitet*. Alemania.
- Thomson, W. (1872). *Reprints of Papers on Electrostatics and Magnetism*. Reino Unido: Macmillan & Co.



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)