ISBN: 978-607-00-2083-4

Comparación de las estrategias de entrenamiento empleadas para formar investigadores de Física y Matemáticas

Hitomy Edith Matsuda Wilson, Georgina Margarita Arteaga Flores y María Antonia Padilla Vargas

Centro de Estudios e Investigaciones en Comportamiento, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jal., 41130, México
Correo-e: tony@cencar.udg.mx

Introducción

Se asume que los investigadores, por el solo hecho de saber investigar, saben también formar nuevos investigadores (Moreno 2007). Dicho supuesto ha propiciado que el fenómeno de la formación de formadores no se haya analizado a la fecha de manera sistemática. El estudio del procedimiento por medio del cual un individuo adquiere los conocimientos y habilidades para realizar actividades de investigación le atañe a la pedagogía de la ciencia, dado que una de sus principales funciones es "proponer y regular los criterios bajo los cuales un individuo es introducido a la práctica de la ciencia" (Padilla 2006, p. 16). El término pedagogía de la ciencia significa, en un sentido amplio, cómo debe enseñarse y aprenderse la ciencia.

La forma en que se enseña a un individuo a investigar no es la misma en todas las disciplinas. Cada área de conocimiento tiene criterios propios que determinan la forma en la que un sujeto debe llevar a cabo las actividades requeridas por su comunidad disciplinar. La pedagogía de la ciencia tiene como función analizar esos criterios con el objetivo de identificar cuáles serían las estrategias más adecuadas para que un individuo adquiera las competencias conductuales requeridas en el ejercicio de una determinada disciplina (Padilla 2006).

El objetivo del presente trabajo fue identificar las estrategias empleadas por investigadores de las áreas de Física y Matemáticas para formar a sus aprendices, con el objeto de compararlas tratando de identificar si se observaban elementos comunes.

Materiales y Métodos

Participantes

En cada área participaron tres investigadores de dos generaciones diferentes: un investigador con aproximadamente 16 años de experiencia en actividades de investigación y miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), correspondiente a la primera generación de este estudio, y dos investigadores entrenados por el primero y que contaban con aproximadamente 3 años de experiencia realizando actividades de investigación, correspondientes a la segunda generación.

Escenario

Cubículos de los participantes en las instalaciones del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI) y del Instituto de Astronomía y Metereología de la Universidad de Guadalajara.

Materiales

Videocámara, grabadora de voz y formatos del "Instrumento de Identificación de Estrategias Didácticas para la Formación de Investigadores" (IIEDFI), que fue diseñado *ex profeso*. El IIEDFI se conformó de tres partes: una Ficha de información, una Guía de entrevista semiestructurada y un Cuestionario. En el Cuadro 1 se resume la descripción del IIEDFI.

Cuadro 1. Instrumento de Identificación de Estrategias Didácticas para la Formación de Investigadores (IIEDFI).

IIEDFI		**Gen 1**	**Gen 2**
FICHA DE INFORMACIÓN	Datos generales	✓	✓
	Trayectoria en investigación	✓	✓
ENTREVISTA	Experiencia como Aprendiz	✓	✓
	Experiencia como Formador	✓	✓
CUESTIONARIO	Identificación de los tipos de entrenamiento empleados	Formador	Formador

Simbología: Gen 1: Generación 1; Gen 2: Generación 2.

Diseño

El IIEDFI se aplicó de manera individual en un primer momento a los investigadores de la Generación 1 y posteriormente a los de la Generación 2, en cada una de las áreas. En el Cuadro 2 se muestra el diseño empleado.

Cuadro 2. Diseño.

DISEÑO		
Física	Generación 1 →	Generación 2-A Generación 2-B
Matemáticas	Generación 1 →	Generación 2-A Generación 2-B

Procedimiento

El procedimiento, que se resume en el Cuadro 3, se dividió en dos etapas (aplicación y análisis de datos), la primera con dos fases y la segunda con una. En la fase 1 se estableció el contacto con los investigadores seleccionados para solicitarles su participación en el estudio. En la fase 2 se aplicó el IIEDFI. En la subfase 2.1 se pidió a cada participante que llenara una ficha con información general acerca de su trayectoria en la investigación. En la subfase 2.2 se realizó la entrevista semiestructurada con una guía diseñada para recabar datos acerca de los aspectos más importantes del desempeño del investigador como formador de investigadores, como investigador formado o en formación, o en ambas circunstancias, según fuera el caso. Esta entrevista fue videograbada para posteriormente ser analizada.

Cuadro 3. Fases del estudio.

Etapas		
Aplicación		Análisis de datos
Fase 1	**Fase 2**	**Fase 3**
Selección de los participantes y establecimiento del primer contacto	Aplicación del IIEDFI: 2.1 Ficha de información 2.2 Entrevista (videograbada o grabación de voz) 2.3 Cuestionario	Identificación de las categorías de análisis de las entrevistas realizadas

En la subfase 2.3, que consistió en la aplicación del Cuestionario, cada participante debía elegir entre cuatro opciones correspondientes a cuatro tipos de entrenamiento identificados por Padilla (2008, comunicación personal): Entrenamiento por Dogma, Entrenamiento Directo, Entrenamiento por Referencia y Entrenamiento por Fe (ver Cuadro 4), aquella estrategia que utilizara con mayor frecuencia al formar a un investigador. La fase 3 correspondió al análisis de los resultados. Dicho análisis se llevó a cabo ajustándose a los criterios estipulados por el sistema de análisis de contenido conceptual o temático (Benoy 2008). Se realizó una identificación y agrupación de las estrategias de entrenamiento empleadas por cada participante al formar investigadores, o bien, las que habían sido empleadas para formarlo a él, según correspondiera. Posteriormente se realizó la comparación de los resultados obtenidos en cada área.

Cuadro 4. Tipos de entrenamiento.

Cuestionario	
Tipos de Entrenamiento	**Descripción**
Dogma	Se le da al aprendiz de forma oral o escrita un listado de las reglas, en forma de prescripciones, a las cuales deberá ajustar su comportamiento para poder cumplir con los requerimientos de una tarea determinada.
Directo	Se enfrenta al aprendiz a la tarea sin información previa, y conforme va exponiéndose a la situación se le va informando acerca de sus aciertos y errores, para que con base en dicha información vaya modulando su desempeño hasta que logre ajustarse a los requerimientos de una tarea determinada.
Referencia	Se le comenta al aprendiz cómo otros antes que él se han enfrentado a situaciones similares, especificándole qué estrategias han empleado para lograr ajustarse a los requerimientos de la tarea, o se le expone a situaciones en las que éste pueda observar cómo otros han enfrentado o enfrentan tareas con requerimientos similares.
Fe	Se deja que el aprendiz se enfrente a la situación como considere conveniente, y se le exhorta a que persista en la tarea, a partir del supuesto de que si persevera tarde o temprano logrará ajustarse a los requerimientos de la tarea.

Resultados

Confiabilidad

Dos calificadores, de forma independiente, realizaron la identificación de las estrategias y de los tipos de entrenamiento mencionados por los participantes en cada una de las entrevistas realizadas. Posteriormente, los calificadores corregían los

desacuerdos respecto a las estrategias y tipos de entrenamiento identificados, discutiendo cada uno de éstos y reclasificándolos de acuerdo con las categorías de análisis establecidas. Por lo tanto, el análisis de las respuestas de los participantes tuvo un 100% de confiabilidad.

Cabe aclarar que los resultados expuestos a continuación corresponden sólo a datos preliminares, dado que actualmente se está ampliando la muestra de los participantes. Al analizar los datos se identificaron dieciséis categorías de análisis de las estrategias de entrenamiento empleadas por los investigadores del área de Física y Matemáticas, al formar a sus aprendices. Con el fin de facilitar la identificación de estrategias, las categorías de análisis se dividieron en dos grupos: el de "Estrategias" y el de tipos "Entrenamiento". En el grupo de "Estrategias" se incluyeron las categorías de análisis que hacían referencia a acciones específicas que el formador realizaba para que su aprendiz llevara a cabo una tarea dada. En el grupo de "Entrenamiento" se incluyeron las categorías de análisis referentes al conjunto de acciones que el formador realizaba con el objetivo de que su aprendiz desempeñara adecuadamente alguna de las actividades requeridas en su práctica científica. Cabe destacar que los datos obtenidos corresponden sólo a lo que los investigadores reportaron que hacen. No se han hecho análisis de correspondencia de si en su práctica docente efectivamente hacen lo que dicen.

Las categorías identificadas en las áreas de Física y Matemáticas fueron las siguientes:

Estrategias

Aprendizaje por Descubrimiento. Aprender haciendo. Es cuando el aprendiz aprende a realizar investigación llevando a cabo las actividades propias de su área.

Llegar a Acuerdos. Establecer criterios con base en las discusiones entre un investigador y su aprendiz, para la ejecución de una tarea dada.

Orientación Metodológica y Conceptual. Apoyar en la realización de un proyecto guiando metodológica o conceptualmente a los aprendices. Guiarlos para que logren estructurar proyectos debidamente fundamentados.

Disciplina. Trabajo sistemático y riguroso que implica cumplir con los criterios establecidos o acordados.

Señalar Errores Cometidos. Situaciones en que el tutor señala de forma puntual los errores teóricos o metodológicos cometidos por el aprendiz, con la finalidad de que éste último los corrija.

Divulgación. Dar a conocer los resultados producto de una investigación a otros miembros de la comunidad académica y al público en general.

Explicitar Criterios. Clarificar los criterios de las tareas a realizar, tanto por parte del formador como por parte del aprendiz, de forma oral o escrita.

Respeto por el aprendiz. Cuando el investigador no establece diferencias de estatus académico en la interacción con su aprendiz y reconoce sus logros.

Explorar Intereses. Permitir que los aprendices externen sus puntos de vista acerca de su propia práctica científica, dándoles libertad respecto de lo que desean hacer y cómo hacerlo.

Cuestionar Inconsistencias. Cuando el tutor cuestiona a su aprendiz explícita o implícitamente alguna inconsistencia en el desarrollo de su trabajo de acuerdo a los principios teórico-conceptuales o metodológicos de su disciplina, con la finalidad de que éste los corrija.

Ambiente de trabajo relajado. Cuando el tutor no fija fechas específicas al aprendiz para la entrega de trabajos y/o avances.

Entrenamiento

Entrenamiento en Escritura Técnica. Entrenar en la escritura de artículos científicos empleando el lenguaje técnico propio de la disciplina.

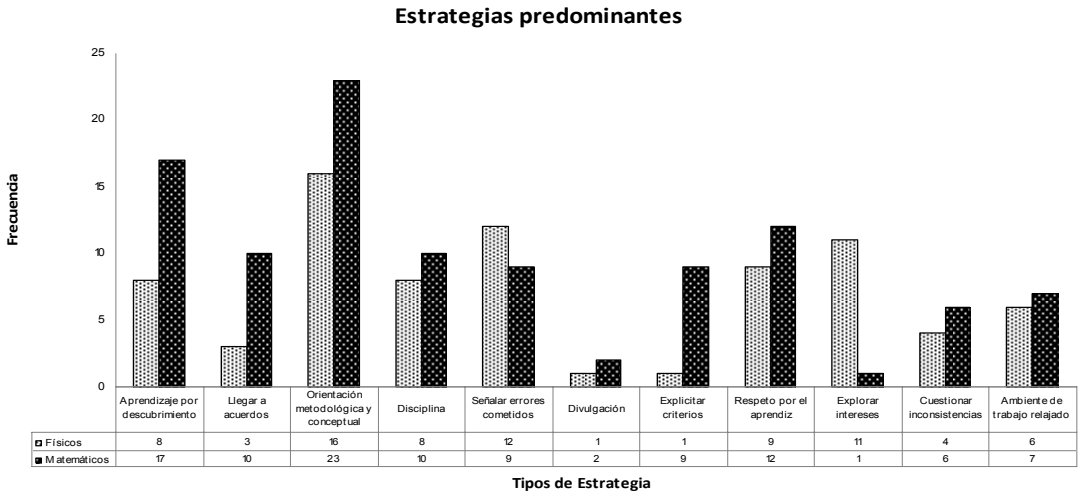
Entrenamiento Metodológico. Entrenamiento en los aspectos metodológicos de la disciplina para un trabajo efectivo.

Entrenamiento en Procesos de Pensamiento Lógico. Estimular al aprendiz para que piense por cuenta propia para lograr mayor autonomía en su trabajo de investigación. Así como para que realice actividades de análisis, síntesis, reflexión, planeación, entre otras. Incitar al aprendiz para que argumente y defienda su postura congruentemente.

Entrenamiento Conceptual. Entrenamiento en los aspectos teórico-conceptuales de la disciplina para un trabajo efectivo.

Formación Ética. Entrenamiento en valores y actitudes para el desempeño óptimo del aprendiz en ámbitos intra y extradisciplinares.

En la Figura 1 se muestran las estrategias de entrenamiento empleadas con mayor frecuencia en las áreas de Física y Matemáticas. Las similitudes identificadas se encontraron en la estrategia de: "Orientación metodológica y conceptual" (Físicos=16 < Matemáticos=23), ya que fue la más mencionada en ambas áreas; seguida por las de: "Ambiente de trabajo relajado" (Físicos=6 < Matemáticos=7); "Disciplina" (Físicos=8 < Matemáticos=10); "Cuestionar inconsistencias" (Físicos=4 < Matemáticos=6); "Señalar errores cometidos" (Físicos=12 > Matemáticos=9) y "Respeto por el aprendiz" (Físicos= 9 < Matemáticos=12). Mientras que las diferencias se encontraron en las estrategias: "Explorar intereses" (Físicos=11 > Matemáticos=1); "Explicitar criterios" (Físicos=1 < Matemáticos=9); "Llegar a acuerdos" (Físicos=3 < Matemáticos=10) y "Aprendizaje por descubrimiento" (Físicos=8 < Matemáticos=17). Cabe destacar que aún cuando la estrategia de "Divulgación" (Físicos=1 < Matemáticos=2) no fue mencionada con alta frecuencia, se incluyó en el análisis, dado que en ambas áreas se mencionó.



	Aprendizaje por descubrimiento	Llegar a acuerdos	Orientación metodológica y conceptual	Disciplina	Señalar errores cometidos	Divulgación	Explicitar criterios	Respeto por el aprendiz	Explorar intereses	Cuestionar inconsistencias	Ambiente de trabajo relajado
Físicos	8	3	16	8	12	1	1	9	11	4	6
Matemáticos	17	10	23	10	9	2	9	12	1	6	7

Figura 1. Frecuencia de las estrategias predominantes en Física y Matemáticas.

En la Figura 2 se muestra el tipo de entrenamiento empleado con mayor frecuencia en las áreas de Física y Matemáticas. Las similitudes se encontraron en el entrenamiento en: “Procesos de pensamiento lógico” (Físicos=4 < Matemáticos=6) y “Formación Ética” (Físicos=3 > Matemáticos=2). Mientras que las diferencias se identificaron en el entrenamiento “Metodológico”, ya que si bien fue el mencionado con mayor frecuencia por los investigadores de ambas áreas, como puede verse en la Figura 2, lo hicieron con frecuencias diferentes (Físicos=13 > Matemáticos=7); seguido del entrenamiento en “Escritura técnica” (Físicos=10 > Matemáticos=5) y “Conceptual” (Físicos=6 > Matemáticos=3).

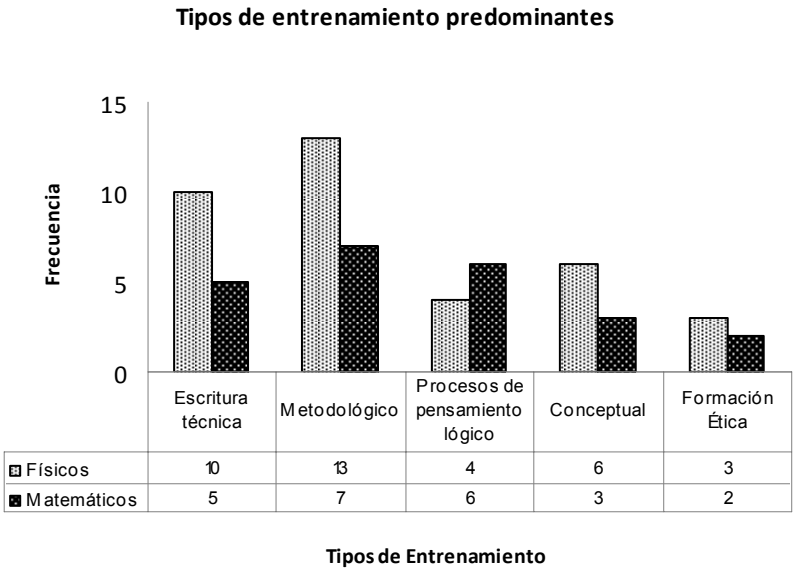


Figura 2. Frecuencia del tipo de entrenamiento predominante en Física y Matemáticas.

En la Figura 3 se muestra la frecuencia de empleo de los cuatro tipos de entrenamiento propuestos por Padilla (2008, comunicación personal) descritos anteriormente. En el área de Física los tipos de entrenamiento se mencionaron en el siguiente orden de frecuencia, de mayor a menor: “Referencia” (n=23); “Directo” (n=11); “Dogma” (n=3) y “Fe” (n=2). Mientras que en el área de Matemáticas los tipos de entrenamiento se mencionaron en el siguiente orden de frecuencia, de mayor a menor: “Directo” (n=16); “Dogma” (n=11); “Referencia” (n=10) y “Fe” (n=2). Los investigadores de ambas áreas coincidieron en el hecho de considerar al “Entrenamiento por Fe” como el menos empleado.

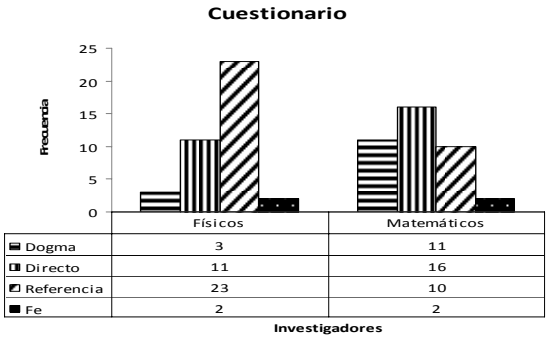


Figura 3. Frecuencia de los tipos de entrenamiento identificados en el Cuestionario.

Discusión

Los resultados obtenidos en el presente estudio mostraron que en las áreas de Física y Matemáticas hubo un mayor número de similitudes que de diferencias en las categorías de análisis correspondientes al grupo de Estrategias de: "Orientación metodológica y conceptual", "Ambiente de trabajo relajado", "Disciplina", "Cuestionar inconsistencias", "Señalar errores cometidos" y "Respeto por el aprendiz". Mientras que en las categorías de análisis correspondientes a los tipos de Entrenamiento no se identificaron similitudes significativas, siendo mayores las diferencias encontradas, en el: "Metodológico", "Escritura técnica" y "Conceptual". Respecto a los cuestionarios, sólo coincidieron en la elección, como última opción, del "Entrenamiento por Fe". En los tipos de entrenamiento restantes difirieron en la frecuencia con que mencionaron que los empleaban.

En ambas áreas la estrategia más mencionada fue la de "Orientación metodológica y conceptual". Se supone que en el caso de la Física la elección de esta estrategia probablemente se deba a que la práctica de dicha disciplina requiere aprender a escribir en el lenguaje técnico del área, así como manejar aparatos computacionales especializados. Es importante señalar que los participantes del área de Física entrevistados se dedicaban a la realización de investigaciones en Astronomía, área que se caracteriza por el empleo de aparatos computacionales avanzados, contrario a otras áreas de la misma disciplina, como el caso de la Física Teórica, en la cual el uso de programas computacionales no es tan frecuente. En el caso de los matemáticos, el empleo predominante de esa estrategia puede deberse a que las actividades que realizaban los participantes, por ejemplo, la resolución de problemas matemáticos, requería el seguimiento de instrucciones muy precisas para obtener los resultados esperados. Por ello, el formador solía guiar durante todo el proceso a sus aprendices, apoyándolos para que adquirieran el dominio de los aspectos metodológicos y conceptuales que les resultaran poco claros.

También en ambas áreas, el entrenamiento más mencionado fue el "Metodológico". En el área de Física, el predominio de dicho entrenamiento parece deberse a que dentro de las actividades de investigación que desempeñan los físicos se requiere del uso y dominio de programas computacionales específicos que es necesario que el aprendiz aprenda a usar. Respecto a los matemáticos, el empleo frecuente de ese entrenamiento pudiera deberse a lo planteado en el párrafo anterior, es decir, dado que las actividades que realizan los matemáticos requieren suma precisión, para los formadores resulta de especial importancia entrenar a los aprendices en aspectos metodológicos.

Por último, en los cuestionarios no hubo concordancia entre los físicos y matemáticos acerca del tipo de entrenamiento empleado con mayor frecuencia. Los físicos mencionaron utilizar con mayor frecuencia el entrenamiento por "Referencia". Sin embargo, este estudio no proporciona datos suficientes que permitan suponer que dicha preferencia sea debida a un estilo particular de los formadores entrevistados o que se trate más bien de un patrón distintivo de la enseñanza en el área de la Física. Mientras que los matemáticos reportaron emplear con mayor frecuencia el entrenamiento "Directo". La elección de este tipo de entrenamiento pudiera deberse a lo mencionado previamente, al hecho de que uno de los requerimientos del área es el seguimiento de instrucciones precisas, por lo que los formadores guían a sus aprendices durante todo el

proceso de entrenamiento, retroalimentándolos constantemente, señalándoles tanto sus aciertos como sus errores.

Aún cuando podría asumirse que ambas áreas podrían emplear estrategias y tipos de entrenamiento similares para formar a sus aprendices, por el hecho de que pertenecen a las ciencias exactas, los resultados aquí obtenidos parecen indicar que cada disciplina tiene sus propios criterios para regular su práctica docente, según lo señalado por Ribes (2004) y Padilla (2006). Aunque sí se observaron similitudes en las estrategias y tipos de entrenamiento empleados, ya que en ambas áreas se utilizan algunas comunes, aunque con diferentes frecuencias de empleo.

Agradecimientos

Se agradece a CONACYT por el financiamiento otorgado para la realización de este proyecto (Referencia 46262-H), así como por las becas otorgadas a las dos primeras autoras del presente trabajo (Becas 11129 y 11142, respectivamente).

Referencias

Benoy, J. 2008. Análisis del contenido como herramienta de la investigación. *Revista Articles gratuits*. Recuperado el 28 de abril de 2008, de http://www.en.articlesgratuits.com/es/writer-BenoyJacob-694.php

Moreno, M. G. 2007. Experiencias de formación y formadores en programas de doctorado en educación. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, **12** (33): 561-580.

Padilla, M. A. 2006. *Entrenamiento de competencias de investigación en estudiantes de educación media y superior*. Colección: Producción académica de los miembros del Sistema Nacional de Investigadores. Universidad de Guadalajara, México. 230 pp.

Ribes, E. 2004. La enseñanza de las competencias de investigación: ¿Un asunto meramente metodológico o un problema de modulación teórica? *Revista Mexicana de Psicología*, **21** (1): 5-14.