
 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 4	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de Grado.
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central.
Título del documento	La Propagación del Impulso Nervioso, su Explicación y Comprensión a Través de Modelos y Analogías.
Autor(es)	Ramírez Acosta, María Helena.
Director	Méndez Hincapié, Néstor Fernando.
Publicación	Bogotá, D.C. Universidad Pedagógica Nacional, 2013.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional.
Palabras Claves	Propagación del Impulso Nervioso, Modelos, Analogías, Neurona, Modelo H.H. Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, Construcción de Explicaciones, Práctica Experimental, Simulaciones Virtuales.

2. Descripción
<p>Este trabajo de grado presenta una investigación realizada en torno al fenómeno de la Propagación del Impulso Nervioso (PIN), haciendo énfasis en el análisis de los modelos pioneros que desde el ámbito disciplinar de la Biología y la Física intentan caracterizarlo y formalizarlo. De acuerdo a ello se hace necesario estudiar algunos aspectos importantes atinentes a la estructura morfológica de la Neurona, es decir, de la entidad biológica en la que tiene lugar el fenómeno mencionado, así, se ahonda en el estudio de modelos como el de <i>Mosaico Fluido</i> de la Biología y el <i>Modelo H.H.</i> de la Biofísica, los cuales buscan <i>Describir, Explicar</i> y <i>Predecir</i> la dinámica que subyace a la <i>Conducción Eléctrica en las Células Nerviosas</i>. Este trabajo no se centra únicamente en la exposición de los Modelos que desde la instancia de la producción científica se han originado para dar cuenta del fenómeno en cuestión, sino que además hace alusión a una propuesta de aula, en la que se presenta una secuencia de actividades que involucra a dos grupos de estudiantes de la Universidad Pedagógica Nacional (Licenciaturas en Física y Biología) en la construcción de explicaciones frente al fenómeno, privilegiando el uso de <i>Modelos</i> y <i>Analogías</i>, herramientas que se construyen y contrastan desde la práctica experimental y desde la interacción con simulaciones virtuales que permiten un acercamiento con el fenómeno, dado su difícil acceso o manipulación directa. Por lo anterior, se presentan además algunas consideraciones y reflexiones alrededor del papel de los <i>Modelos</i> y las <i>Analogías</i> en la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales, fungiendo como mecanismos que procuran la comprensión de fenómenos naturales diversos.</p>

3. Fuentes
<p>Buceta, J., Koroutcheva, E., & Pastor, J. M. (2006). <i>Temas de Biofísica</i>. Madrid: UNED.</p> <p>Carrillo, N. (2010). <i>Modelación de la Actividad Neuroeléctrica</i>. México: UNAM.</p> <p>Concari, S. B. (2001). <i>Las Teorías y Modelos en la Explicación Científica: Implicancia Para la Enseñanza de las Ciencias</i>. Ciencia y Educación, 7(1), 85-94.</p> <p>González, J. F., Jiménez, T. M., & González, B. M. (2003). <i>Las Analogías Como Modelo y Recurso en la Enseñanza de las Ciencias</i>. Alambique (35), 82-89.</p> <p>Hodgkin, A., & Huxley, A. (1952). <i>A Quantitative Description of Membrane Current and its Application to Conduction and Excitation in Nerve</i>. J. Physiol, 500-544.</p>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE
Código: FOR020GIB	Versión: 01
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 2 de 4

Izhikevich, E. M. (2007). *Dynamical Systems in Neuroscience: The Geometry of Excitability and Bursting*. Massachusetts: The MIT Press.

4. Contenidos


El presente trabajo está estructurado de tal forma que el lector pueda llegar a una mejor comprensión del fenómeno de la PIN, a través de la presentación de los *Modelos* pioneros instaurados en el ámbito disciplinar de la *Biología* y la *Física*, los cuales hacen hincapié en la *Descripción*, *Explicación* y *Predicción* de aquellas características que están a la base de dicho fenómeno, además de éstos *Modelos* se presentan grosso modo aquellas *Analogías* que desde el entorno científico y escolar son construidas tanto por científicos, como docentes y estudiantes, para permitir de alguna u otra forma la caracterización de un evento natural de difícil acceso como el ya mencionado, propendiendo por la construcción de explicaciones cada vez más elaboradas. En este sentido, esta monografía se ha organizado en cinco capítulos, los cuales son descritos a continuación:

El **Primer Capítulo** versa sobre los Modelos y las Analogías y el papel que estos recursos del lenguaje desempeñan tanto en el ámbito de producción de las Ciencias Naturales como en el de su Enseñanza y Aprendizaje. En el **Segundo Capítulo** se profundiza en la estructura morfológica y funcional de la *Neurona*, como la entidad biológica sobre la que recae en gran parte el fenómeno objeto de estudio, de esta forma se presentan los *Modelos* que desde el punto de vista del Transporte a Través de Membranas configuran los dos estados principales de la PIN, a saber; el *Potencial de Reposo* (PR) y el *Potencial de Acción* (PA). En el **Tercer Capítulo** se analiza uno de los *Modelos* que mayor influencia ha tenido sobre el estudio de células excitables como las Neuronas y que por tanto ofrece un panorama amplio frente al fenómeno de la PIN, este *Modelo* se posiciona en el ámbito de la Biofísica y también permite dar cuenta del PR y del PA, pero recurriendo en primera instancia, al establecimiento de *Analogías* que se centran en la teoría eléctrica, más concretamente en lo que respecta a los circuitos, dichas analogías recrean suficientemente el comportamiento dinámico de algunas estructuras biológicas que son cruciales para que tenga lugar la PIN. En el **Cuarto Capítulo** se presenta una propuesta de aula que privilegia el uso de *Modelos* y *Analogías*, con el fin de establecer criterios que relacionen o integren con suficiente claridad, los elementos disciplinares tanto biológicos como físicos que subyacen a la explicación del fenómeno de la PIN, de tal forma que éstos cobren significado para todo aquel que los use, al posibilitar la generación de explicaciones propias. El **Quinto y Último Capítulo** recoge, interpreta y expone las diferentes reflexiones que emergieron como consecuencia de la contrastación de los resultados obtenidos en torno a la propuesta de aula antes mencionada, la cual fue desarrollada con dos grupos de estudiantes de la Universidad Pedagógica Nacional (Licenciaturas en Biología y Física). Finalmente se expresan las conclusiones producto de esta investigación y se profundiza en los aspectos abordados a lo largo de los capítulos por medio de una serie de Anexos.

5. Metodología

El trabajo presentado aquí tenía como objetivo generar *Construir una ruta explicativa en torno a la Propagación del Impulso Nervioso, con la que se propiciara su acercamiento y comprensión*. En este sentido, el trabajo se fundamentó en dos tipos de investigación:

1. *Investigación Disciplinar*: Por medio de esta investigación se indagó a través de diferentes fuentes de información (artículos, libros, páginas en internet) los trabajos realizados en la comunidad científica acerca del problema de estudio, ello con el fin de formular una interpretación y explicación propia frente al fenómeno.
2. *Investigación de Aula*: La investigación de aula contribuyó a la construcción de una propuesta de aula en la que se integraron algunas analogías que derivaron de la investigación disciplinar, más concretamente de los modelos Físicos y Biológicos estudiados, gracias a la implementación de esta

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 3 de 4	

propuesta se pudo acercar a dos grupos de estudiantes de la *Universidad Pedagógica Nacional*, específicamente un grupo de estudiantes de *Licenciatura en Biología* y *Licenciatura en Física* a la interacción con el fenómeno de la PIN, con el fin de que adquirieran suficiente experiencia con dicho fenómeno, para arribar a la construcción de explicaciones propias y por tanto a la comprensión del objeto de estudio en cuestión.

De esta manera, el estudio *Disciplinar* y de *Aula*, fue realizado a lo largo de las siguientes fases:


- *Fase de Documentación.* Se realizó la búsqueda de antecedentes bibliográficos con el fin de obtener las bases teóricas para entender los modelos biológicos y físicos que intentan dar una explicación sobre el fenómeno de la PIN, esto con el fin de generar una explicación y comprensión propia frente al fenómeno.
- *Fase de Diseño y Construcción.* Se diseñó una propuesta de aula centrada en una secuencia de actividades a través de las cuales se privilegia el uso de Modelos y Analogías, herramientas que se construyen pensando en relacionar aspectos tanto físicos como biológicos del fenómeno. En esta fase se hizo uso además de prototipos experimentales y animaciones o simulaciones virtuales respecto al fenómeno de PIN.
- *Fase de Ejecución.* Esta fase se refiere al desarrollo de la propuesta de aula diseñada, con dos grupos de estudiantes de los departamentos de Física y Biología de la Universidad Pedagógica Nacional.
- *Fase de Sistematización y Análisis.* Durante esta fase se llevó a cabo la sistematización de los resultados obtenidos mediante la propuesta de aula, para ello se escogieron algunas categorías de análisis, con las cuales fue posible destacar diferentes instancias del proceso llevado a cabo, en torno a la implementación de Modelos, Analogías, Experimentos y Simulaciones que permitieron la visualización e interacción con el fenómeno, lo cual desembocó en la construcción de diferentes explicaciones por parte de los estudiantes.

Así, los dos tipos de investigación se complementaron de tal forma que fue posible por un lado identificar las relaciones existentes entre los elementos físicos y biológicos que entraban en juego a propósito del fenómeno estudiado, y por el otro involucrar *Modelos* y *Analogías* en la propuesta de aula, todo ello con el fin de contribuir al enriquecimiento de las explicaciones del fenómeno por parte de los estudiantes y por ende a la comprensión sobre el mismo.

6. Conclusiones

Sobre los Modelos. Por medio de este trabajo se llegó a reconocer a los modelos como recursos representacionales de gran valía tanto en el ámbito de producción científica como en el de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, ya que posibilitan la descripción, explicación y predicción sobre multiplicidad de fenómenos que se someten a estudio, además del acercamiento hacia su comprensión. Con el desarrollo de la propuesta de aula se identificó que los estudiantes asumen los modelos como un método aproximativo sobre aquello que se intenta modelar, de ahí que múltiples modelos puedan coexistir sobre un mismo fenómeno aunque haciendo énfasis en diferentes aspectos y/o características del mismo.

Sobre las Analogías. A lo largo de esta investigación pudo apreciarse que las analogías al igual que los modelos adquieren un estatus importante, así se encontró que tanto científicos, como docentes y estudiantes recurren al uso de las analogías en sus contextos específicos como un mecanismo que permite establecer correspondencias entre una instancia conocida y otra instancia que se desea conocer. La principal ventaja de las Analogías propuestas, estriba en que permitieron a los estudiantes establecer correspondencias de carácter tanto estructural como funcional, deduciendo de los análogos propuestos, consecuencias sobre el objetivo (fenómeno de la PIN), en este sentido las analogías posibilitaron la inferencia sobre algo desconocido a partir de algo conocido.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 4 de 4	

Sobre el Modelo H.H. Las analogías diseñadas, en especial la que se presenta en el momento 2 de la propuesta de aula, están estrechamente relacionadas con el Modelo H.H. ya que a través de estas se privilegia fundamentalmente el papel que desempeña la membrana en el fenómeno de la PIN y las variaciones en el potencial como consecuencia del flujo de iones en el medio intra y extra celular. Las principales correspondencias y limitaciones de la analogía entre la membrana física y biológica fueron las siguientes:

- **Correspondencias:** Es posible asociar un aumento en la concentración de sodio en uno de los compartimentos de la membrana con un aumento en la diferencia de potencial del sistema, se puede caracterizar el electrolito como un mecanismo que posibilita el flujo de corriente (movimiento de iones) de un compartimento a otro, entre otras.
- **Limitaciones:** Las Membranas Biológicas poseen ciertos elementos que hacen parte de su estructura y que la hacen altamente regulables bajo ciertas condiciones mientras que en las Membranas Físicas la autorregulación no tiene lugar, en la Membrana Física se dan procesos de Transporte Pasivo, en contraposición al Transporte Activo que tiene lugar en las Membranas Biológicas, entre otras.

Sobre la Propuesta de Aula. Con el desarrollo de la propuesta de aula se pudo acercar a los estudiantes a la visualización del fenómeno, a través de una representación a nivel macro. La construcción de los dispositivos experimentales análogos se hizo necesaria ya que el acceso al material biológico (axones) e instrumental (microscopios de barrido electrónico, electrodos especiales etc.) requerido donde se desarrolló la propuesta (UPN) resultaron restringidos. Así, los modelos y las analogías diseñadas se convirtieron en un mecanismo adecuado para que los estudiantes pudieran interactuar con el fenómeno e iniciar a construir sus propias descripciones, explicaciones y predicciones respecto al mismo. Se destaca el hecho de que los materiales empleados en los diseños experimentales son fáciles de conseguir y si se desea se pueden construir en casa sin tener que hacer una alta inversión.

Sobre el Desarrollo de la Secuencia de Actividades. La ruta experimental que se diseñó está pensada para un lapso de tiempo considerable, como consecuencia de ello algunas actividades no pudieron desarrollarse plenamente, entre ellas los momentos planeados para la contrastación de los modelos ideados por los grupos de trabajo, tal contrastación se limitó a estos grupos, pero no pudo extrapolarse al resto de la clase. Por tal razón sería pertinente llevar esta propuesta a cursos especializados, donde se aborden tópicos puntuales relacionados con la temática que se presenta en este trabajo, como tópicos de análisis de sistemas complejos, electrofisiología, neurobiología, entre otros.

Sobre las Explicaciones Construidas Por los Estudiantes Alrededor del Fenómeno de la PIN. En las explicaciones de los estudiantes frente a la PIN, se destacan: La organización de la información percibida a través de la experiencia sensible, el empleo de instrumentos de medida y de los modelos y las analogías como una forma de ampliar la experiencia frente a un fenómeno desconocido, la experiencia como un modo de acotar el fenómeno y de enfocarse en tan sólo una porción del mismo. El empleo de un vocabulario más técnico al referirse al fenómeno, involucrando términos o conceptos cada vez más elaborados y su relación paulatina, la implementación de formas de hablar sobre el fenómeno diferentes a las escritas y orales, principalmente los diagramas. La consulta en diversas fuentes de información sobre aspectos generales del fenómeno y su significación y apropiación con el paso del tiempo.

Para complementar estas conclusiones, se sugiere ver los anexos presentados en el trabajo de grado: *La Propagación del Impulso Nervioso, su Explicación y Comprensión a través de Modelos y Analogías.*

Elaborado por:	Ramírez Acosta, María Helena.
Revisado por:	Méndez Hincapié, Néstor Fernando.