

# Física de partículas en la enseñanza secundaria: análisis de elementos de alfabetización científica y técnica

Particle Physics in High School: analysis of scientific and technical literacy elements

REVISTA  
DE  
ENSEÑANZA  
DE LA  
FÍSICA

Sebastião Rodrigues-Moura

## Tesis de Maestría

Director: Prof. Dr. Licurgo Peixoto de Brito

Codirector: Prof. Dr. Alexandre Guimarães Rodrigues

Programa de Posgrado en Enseñanza de la Educación en Ciencias y Matemáticas del Instituto de Educación Matemática y Científica de la Universidad Federal de Pará (UFPA), Brasil.

Fecha de defensa: 14 de diciembre de 2016

**E-mail:** sebastiao.fisica@gmail.com / sebastiao.moura@ifpa.edu.br

## Resumen

Este estudio tiene como objetivo contribuir a la mejora de la enseñanza de la física en la escuela secundaria, presentando la producción y aplicación de una secuencia didáctica con seis lecciones, pretendiendo insertar la física moderna y contemporánea en la enseñanza secundaria, observando los elementos de la alfabetización científica y técnica (ACT) según Fourez (1994). Las lecciones se hicieron por un equipo de profesores-investigadores, enfocándose en la física de partículas y en el contexto histórico de la creación de la *World Wide Web* (WWW), basándose en los fundamentos de la Investigación Basada en el Diseño (IBD), establecida por Brown (1992) y Collins (1992), y en las Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje (SEA), de acuerdo con Lijnse (1995) y Mèheut y Psillos (2004). Ambos incluyen la gestión de todo el proceso que implica la aplicación y la reaplicación de los ciclos en los que se evalúan y reformulan los procedimientos de la propuesta. En relación con esta secuencia de enseñanza y aprendizaje específicos, se prestó especial atención a los aspectos de coherencia interna que están relacionados con la percepción de intención didáctica por parte de todos los participantes en este estudio. Para este propósito, se propone un conjunto de elementos articuladores y cuestionamientos como recursos para proporcionar soporte perceptible en la SEA. Además de la secuencia didáctica, se realizó una guía didáctica para los docentes, la cual contiene los contenidos mínimos, pautas para actividades educativas, tiempo estimado para cada actividad y observaciones relevantes para apoyar la discusión, orientación y práctica pedagógica durante las clases. También se desarrollaron un juego de mesa y un mini-congreso escolar que pueden usarse como una herramienta potencial para la educación científica y técnica. Este conjunto, que consiste en la secuencia didáctica y en la guía didáctica (juego tutorial y mini-congreso), se constituye como un producto y subproductos obtenidos durante la investigación. La experiencia pedagógica de la aplicación de este conjunto se llevó a cabo en una escuela pública estatal en un municipio ubicado a unos 150 km de Belém (la capital del estado), en el noreste de Pará, Brasil, y contó con aproximadamente 30 estudiantes del tercer año de la enseñanza secundaria, de enero a marzo de 2016. Durante esta experiencia, las ocurrencias relevantes se registraron en el libro de registro del profesor y los estudiantes, divididos en seis grupos, produjeron *webfolios* bajo mi orientación docente. Estos dos instrumentos compusieron el material empírico, que se analizó basado en el referencial de la ACT y en las directrices del Análisis Textual Discursivo (ATD) de acuerdo con Moraes y Galiazzi (2011). Por lo tanto, se pretendió responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿cómo la implementación de una secuencia didáctica en la física de partículas puede estimular la alfabetización científica y técnica? A partir del material empírico de la investigación con un enfoque cualitativo, especialmente el libro de registro del profesor, los *webfolios* y también las referencias de la ACT, se identificaron cinco ejes de análisis: (1) La *World Wide Web* y la Internet son aplicaciones técnicas con funcionalidades distintas; (2) Las "verdades absolutas" en la ciencia; (3) Toda inversión financiera en investigación científica es necesaria para la sociedad; (4) Brasil e intereses en torno al CERN/LHC; y (5) Inversiones, nuevas partículas y desafíos en descubrimientos científicos. El análisis de la producción de los estudiantes, en el que fue particularmente aplicado el método de la ATD, reveló elementos técnico-científicos, etimológicos, históricos, epistemológicos, mediáticos, científico-tecnológicos, sociales, financieros, tecnológicos, económicos y socio-políticos, según las características del enfoque de la ACT, las cuales se constituyeron en categorías de análisis vinculadas a los cinco ejes ya mencionados. En este sentido, se identificaron al menos diez elementos de la ACT en el discurso de los estudiantes ante la motivación de la secuencia didáctica

propuesta. Además, estos elementos fueron recurrentes en los *webfolios* de varios grupos, lo que refuerza la expectativa de que una secuencia didáctica planeada adecuadamente puede contribuir a los aspectos de la ACT. Solamente el aspecto etimológico fue identificado en un solo grupo, lo que se justifica por el hecho de que es un elemento más elaborado. Por lo tanto, las preguntas presentadas en cada lección, los momentos de cuestionamiento y la creación de un blog, como espacio para discusión y colaboración, demostraron ser estrategias apropiadas para el desarrollo de la ACT y contribuyen para que se conteste a la pregunta de investigación. Las actividades desarrolladas en este estudio estimulan la producción y el uso de secuencias didácticas en la enseñanza secundaria buscando cumplir con las expectativas de eficiencia y diversificación de estrategias para el mejoramiento de este nivel de enseñanza.

**Palabras clave:** Secuencia Didáctica; ACT; Física de Partículas; Enseñanza Secundaria; Método IBD-SEA.

### Abstract

This study aims to contribute to the improvement of physics teaching in high school, by presenting the production and application of a didactic sequence with six lessons aimed to insert the Modern and Contemporary Physics in high school, observing the elements of Scientific and Technical Literacy (STL) according to Fourez (1994). The lessons were made by a team of professors-researchers, focusing on particle physics and the historical context of the creation of the World Wide Web (WWW), basing on the foundations of the Design-Based Research (DBR), as established by Brown (1992) and Collins (1992), and on the Teaching-Learning Sequences (TLS), according to Lijnse (1995) and Mèheut and Psillos (2004). Both of them include the management of the whole process that involves the application and reapplication of cycles in which the proposal procedures are evaluated and reformulated. In relation to this sequence of specific teaching and learning, special attention was given to the aspects of internal coherence that are related to the perception of didactic intention by all participants in this study. For this purpose, a set of articulating elements and questioning are proposed as resources to provide support noticeable in the TLS. In addition to the didactic sequence, it was made for the teachers a "Didactic Guide", containing the minimum contents, guidelines for educational activities, estimated time for each activity, and relevant observations to support the discussion, orientation, and pedagogical practice during the classes. A board game and a school mini-congress that can be used as a potential tool for scientific and technical education were developed. This set, consisting of the didactic sequence and didactic guide (game tutorial and mini-congress), is constituted as a product and by-products developed during the research. The pedagogical experience of the application of this set took place in a state public school in a municipality located about 150 km from Belém (State Capital), in northeastern Pará, Brazil, and involved approximately 30 students of the third year of High School, from January to March 2016. During this experience, relevant occurrences were recorded in a record book and the students, divided into six groups, produced webfolios under my guidance. These two instruments composed the empirical material, which was analyzed based on the STL reference and the guidelines of the Discursive Textual Analysis (DTA) based on Moraes and Galiazzi (2011). Thus, it was intended to answer the following research question: How the implementation of a didactic sequence on particle physics can stimulate scientific and technical literacy? From the empirical material of the research with a qualitative approach, notably the record book, webfolios, and also the STL references, five axes of analysis were identified: (1) The World Wide Web and the Internet are technical applications with distinct functionality; (2) The "absolute truths" in science; (3) All financial investment in scientific research are necessary for society; (4) Brazil and interests around the CERN/LHC; and (5) Investments, new particles and challenges in scientific discoveries. The analysis of the students' production, in which the DTA method was particularly applied, showed technical and scientific, etymological, historical, epistemological, mediatic, scientific-technological, financial, technological, social, economic, and socio-political elements, according to the STL characteristics, which constituted in categories of analysis related to the five abovementioned axes. The analysis showed good quality in the students' production and their involvement in the proposal, beyond expected in this level of education. In this sense, at least ten STL elements were identified in the students' speech faced the motivation of the proposed didactic sequence. In addition, these elements were recurrent in the webfolios of various groups, which reinforces the expectation that a didactic sequence properly planned can contribute to the STL aspects. Only the etymological aspect was identified in one group, which is justified by the fact that it is a more elaborate element. Therefore, the questions presented in each lesson, the moments of questioning and the creation of a blog as a space for discussion and collaboration prove to be appropriate strategies for the development of the STL and contribute to finding an answer to the research question. The activities carried out in this study stimulate the production and the use of didactic sequences in High School seeking to meet the expectations of efficiency and diversification of strategies for the improvement of this education level.

**Keywords:** Didactic Sequence; STL; Particle Physics; High School; DBR-TLS Method.