

# Aprendiendo ciencias en la teoría y en la práctica: notas de una investigación autobiográfica

Raphael Alves Feitosa\*, Ana Maria Iorio Dias, Raimundo Nonato Moura  
Furtado, Ana Lúcia Ponte Freitas

Universidade Federal do Ceará (UFC), Brasil

Recibido: 22 junio 2015 Aceptado: 12 agosto 2015

**RESUMEN.** Se puede ver claramente que la Biología ha tomado una posición prominente en la historia de la ciencia. Por lo tanto, para ampliar los estudios en esta área, este artículo describe y analiza una experiencia educativa en el campo de las ciencias naturales, más específicamente la bioquímica. Asimismo, se pretende responder a una pregunta hecha en el desarrollo de un proyecto de investigación titulado “Viajando en la Ciencia y en los Cursos de Vacaciones para las Escuelas Públicas de Fortaleza–CE”: ¿Cómo participantes en un proyecto de este tipo conciben experiencias? El objetivo de este trabajo es analizar, con el apoyo en el proceso experimentado por un estudiante-investigador y acompañado por los investigadores-autores de este artículo, como son comprendidas las actividades desarrolladas en ese proyecto, así como investigar la contribución de este proyecto para su formación científica. También se utiliza en el proceso metodológico de la recopilación de datos, algunas sugerencias teóricas de la referencia de la investigación autobiográfica, dando más voz a uno de los participantes del proyecto, buscando una relación entre el aprendizaje de la bioquímica, la educación científica y la educación básica. Los resultados apuntan a una concepción de ciencia en la que sus actores/autores sociales son sujetos envueltos en redes del contexto histórico, social y político, y no seres apartados de esas.

**PALABRAS CLAVES:** Ciencias; Educación; Aprender y Enseñar; Teoría y Práctica; Investigación Autobiográfica.

## Learning science in theory and practice: a survey of an autobiographical search

**ABSTRACT.** *It can be seen clearly that Biology is taking a prominent position in the history of science. Thus, to expand studies in this area, this paper reports and analyzes a teaching experience in the field of natural sciences, specifically biochemistry. It also seeks to answer an inquiry made on the development of a research project entitled “Traveling in Science and Holiday courses for Public Schools Fortaleza-CE” as participants in such a project conceived the experiences?*

---

\* Correspondencia: **Raphael Alves Feitosa**, Universidade Federal do Ceará (UFC), Brasil. Correo electrónico: raphael.feitosa@ufc.br

*The objective of this paper is to analyze, with the support process experienced by a student-researcher and accompanied by the researchers-authors of this article, as are the activities included in this project, as well as investigate the contributions of this project to their scientific education. Used also in the methodological process of data collection, some theoretical suggestions of a research framework autobiographical, giving more voice to one of the project participants, seeking a link between the learning of biochemistry, science education and basic education. The results point to a conception of science in which his actors/authors subjects are wrapped in social networks of the historical, social and political, and not apart of these beings.*

**KEY WORDS:** *Science; Education; Learning and Teaching; Theory and Practice; Autobiographical Research.*

**RESUMO.** Percebe-se, claramente, que a Biologia vem tomando uma posição de destaque na história da ciência. Dessa forma, para ampliar estudos realizados nessa área, este artigo relata e analisa uma experiência pedagógica no campo das ciências da natureza, mais especificamente de bioquímica. Também se busca responder um questionamento feito por ocasião do desenvolvimento de um Projeto de Pesquisa intitulado “Viajando na Ciência e Cursos de Férias para Escolas Públicas de Fortaleza-CE”: como participantes de tal projeto concebem as experiências vivenciadas? Assim, o objetivo deste texto é analisar, com suporte no processo vivenciado por um estudante-pesquisador e acompanhado pelos pesquisadores-autores deste artigo, como são compreendidas as atividades desenvolvidas nesse projeto, bem como investigar as contribuições do referido projeto para a sua formação científica. Utiliza-se, também, no processo metodológico de coleta de dados, algumas sugestões teóricas do referencial da pesquisa autobiográfica, dando mais voz a um dos participantes do projeto, buscando uma articulação entre o aprendizado da bioquímica, a educação científica e a educação básica. Os resultados apontam para uma concepção de ciência em que seus atores/autores sociais são sujeitos envolvidos nas redes do contexto histórico, social e político, e não seres apartados dessas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ciências; Educação; Aprender e Ensinar; Teoria e prática; Pesquisa autobiográfica.

## 1. INTRODUCCIÓN

Este artículo aporta como generador de tonos una experiencia pedagógica en el área de bioquímica, con énfasis en los campos de la Genética, Biotecnología y de la Biología Molecular.

Con el fin de proporcionar a los estudiantes de las escuelas públicas de la ciudad de Fortaleza un aprendizaje de bioquímica, con base en una acción activa en el mundo científico, se estableció en el año 2011 el proyecto “Viajando en la Ciencia y Cursos de Vacaciones para las Escuelas Públicas de Fortaleza-CE”, elaborado dentro de la Red Nacional de Educación y Ciencia/UFC-CAPES, desarrollado en el Departamento de Bioquímica y Biología Molecular de la UFC.

La ciudad de Fortaleza está situada en el Nordeste de Brasil y cuenta con más de 2 millones 400 mil habitantes. Es una ciudad que, al igual que otras grandes ciudades brasileñas, tiene un crecimiento urbano desordenado causado por la rápida expansión inmobiliaria. De este modo, la ciudad también cuenta con una amplia desigualdad social, donde hay barrios centrales que concentran gran parte de la riqueza y la inversión en la región, mientras que los suburbios falta la

asistencia gubernamental. En cuanto a la educación de este municipio, el nivel socioeconómico también se refleja en las escuelas, pues las instituciones escolares de los suburbios presentan varios problemas como, por ejemplo, situaciones de violencia escolar, bajo rendimiento académico de sus alumnos y la alta evasión escolar.

Este proyecto tiene el objetivo general de buscar nuevas vías, de manera creativa y eficiente, para mejorar la enseñanza de las ciencias naturales (especialmente de Bioquímica) y ayudar en la formación y cualificación de los estudiantes y profesores de secundaria de las escuelas públicas. Entre las actividades desarrolladas, se encuentran los “cursos de vacaciones”, que es un programa de formación realizado durante el receso escolar, con una duración de dos semanas, en el que los participantes conviven con actividades experimentales de ciencias durante ocho horas diarias. El propósito de estos cursos es despertar el interés de los profesores y alumnos de estas escuelas para las ciencias.

El paso inicial de los cursos de vacaciones se produce a través de una encuesta cognitiva de los participantes a través de tempestad de ideas, que recoge los datos para generar situaciones problemáticas. A partir de ahí, todos los estudiantes son animados a formular hipótesis, crear experimentos, realizarlos, analizarlos y discutirlos. Ninguna información conceptual es proporcionado *a priori*, y después de cada pregunta, se responde con una nueva pregunta: ¿qué te parece?

En el desarrollo del curso, los alumnos realizan diversos experimentos científicos, con el fin de apoyar o refutar su hipótesis. En las clases con actividades experimentales estudiantes se enfrentan a los resultados no previstos, la interpretación de que desafía la imaginación y el razonamiento. Esto puede fomentar la comprensión de la experiencia, así como la propia ciencia es una construcción social, humano y esencia política.

En estos experimentos los participantes usan materiales de bajo costo, así, materiales que constituyen un tipo de recurso que tienen las siguientes características: son simples, baratos y fáciles de comprar. Los alumnos del curso llevan a cabo experimentos, tales como: extracción de ADN, usan modelos didácticos en la duplicación del ADN y la traducción de proteínas, analizan la composición química de los alimentos, entre otros experimentos.

Al final de esa fase, los participantes logran la publicación de sus trabajos en un mini-congreso científico abierto al público universitario. Así que durante las dos semanas, los profesores y alumnos de las escuelas públicas son estimulados a resolver los problemas generados en torno al tema del curso.

También participan de este proyecto profesores-investigadores de la Institución de Educación Superior, estudiantes de posgrado en Bioquímica, estudiantes de graduación en Biotecnología y Ciencias Biológicas. Estos actúan como monitores del curso, asistiendo en los experimentos propuestos por los profesores y alumnos de las escuelas públicas, pero intentando crear un ambiente de amplios debates, siempre se ha aventurado a crear momentos de reflexión y problematización de los experimentos desarrollados, realizando una especie de intercambio de ideas colaborativas, elaboradas a través de la construcción de un saber compartido.

A lo largo del curso de vacaciones, los monitores están atentos para observar a los participantes que se destacan por su interés, dedicación, curiosidad, espíritu de observación y capacidad de desarrollar y diseñar experimentos. Tras el final del curso de vacaciones, esos estudiantes, cariñosamente llamados *estudiantes-investigadores*, son invitados para realizar una pasantía en los laboratorios de investigación en Bioquímica, donde son orientados por estudiantes de posgrado en Bioquímica, o por profesores-investigadores del Departamento de Bioquímica y Biología Molecular de la UFC. Es importante destacar que cada *estudiante-investigador* recibe una beca, que dura ocho meses, para desarrollar su pasantía en un horario diferente del que estudia en la escu-

ela secundaria regular. Por lo tanto, los alumnos continúan sus estudios en la educación básica, además de eso, son iniciados en la investigación en Bioquímica.

Teniendo en cuenta esta perspectiva pedagógica, nos preguntamos: ¿cómo los participantes de tales proyectos conciben las experiencias? Este artículo trata de responder a esta pregunta.

De ese modo, el objetivo de este trabajo es analizar lo que uno de estos *estudiantes- investigadores* comprende acerca de las actividades realizadas durante el “Viajando en Ciencia y Cursos de Vacaciones para las Escuelas Públicas de Fortaleza-CE”, y para investigar las contribuciones de este proyecto a la formación científica del *estudiante-investigador*.

Con este fin, el presente trabajo presenta su marco teórico, basado en la relevancia de la enseñanza bioquímica, en la obra freiriana (Freire, 2005), en la historia de la ciencia (Leite et al., 2001) y en las asociaciones de compañeros de oficio (Feitosa y Leite, 2012). A continuación, presentamos el proceso metodológico de la recopilación de datos, y con algunas sugerencias teóricas de la referencia de la investigación autobiográfica, damos voz al *estudiante-investigador*, en busca de una relación entre el aprendizaje de la bioquímica, la educación científica y la educación básica.

## 2. REFERENCIALES TEÓRICOS

Llevando en cuenta que el “Viajando en Ciencia y Cursos de Vacaciones para las Escuelas Públicas de Fortaleza-CE” utiliza la enseñanza de Bioquímica como lema generador del aprendizaje de la ciencia, creemos que es importante destacar algunos párrafos al tema.

A partir de un análisis histórico, nos dimos cuenta de que, desde el descubrimiento de las leyes de la herencia en el siglo XIX, estos campos se han desarrollado como una rama de la Biología. Su patrón, Gregor Mendel, analizó, con precisión, el desarrollo de algunos caracteres del guisante, infiriendo si uno o muchos genes, llamados “factores” en la versión mendeliana, serían responsables por el desarrollo de estas características, como, por ejemplo, la fijación del color o aspereza de sus semillas (Leite *et al.*, 2001; Nunes, 2010).

Ya en el siglo pasado, con el desarrollo de la Biología Molecular catalizada por el descubrimiento, en 1953, de la estructura tridimensional del ADN por Francis Crick y James Watson. Cabe señalar que estos investigadores eran parte de un grupo más grande de científicos de la Universidad de Cambridge, Reino Unido. Para Masi (2007), las acciones y experiencias compartidas por los científicos que trabajan en las comunidades creativas traen muchos beneficios a los investigadores, a saber: la cooperación, la creatividad y la vitalidad.

Por lo tanto, la bioquímica y la Genética se han consolidado como campos importantes de investigación. En particular, podemos destacar sus relaciones con la Biotecnología, es decir, el uso de compuestos orgánicos, organismos o partes de ellas, para la producción tecnológica de los bienes y servicios, con aplicaciones en la salud, la agricultura y la alimentación (Peddrancini *et al.*, 2008).

Se muestra claramente que la Genética y la Biotecnología están “presentes en todos los sectores de la vida contemporánea y están causando profundas transformaciones económicas, sociales y culturales” (Peddrancini *et al.*, 2007, p. 300). Así que la Biología ha tomado posición de protagonismo sin precedentes en la historia de la ciencia. En este sentido, los temas polémicos, como el uso de las células madre, genoma humano, clonación de órganos y organismos, transgénicos, ahora se debaten dentro y fuera de la escuela (Loreto y Sepel, 2003).

Es importante indicar que a pesar de estar viviendo en una era de importantes descubrimientos en el campo de la ciencia, y de los intentos de acercamiento al contexto escolar, se observa que la mayoría de las personas se sienten preparadas para emitir opiniones fundamentales sobre temas polémicos (Pedrancini *et al.*, 2007). Esto indica que no siempre el conocimiento enseñado en la escuela permite a los estudiantes superar el conocimiento de sentido común. Por lo tanto, es importante proponer y analizar nuevas formas de desarrollar las actividades de enseñanza-aprendizaje en la Genética y de la Biotecnología.

Por otra parte, las instituciones de educación básica están sintiendo que la Genética se acerca más y más de las aulas. Con respecto a la legislación educativa brasileña, este tema se explica en los Parámetros Curriculares Nacionales - PCN (Brasil, 1999):

El desarrollo de la Genética y de la Biología Molecular, de las tecnologías de manipulación de ADN y la de la clonación plantea problemas éticos involucrados en la producción y aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos, llaman al estudio de los vínculos entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. Conocer la estructura molecular de la vida, los mecanismos de perpetuación, la diferenciación de las especies y la diversidad intraespecífica, la importancia de la biodiversidad para la vida en el planeta, son algunos de los elementos esenciales para un posicionamiento prudente en relación con todas las construcciones humanas y las intervenciones en el mundo contemporáneo (pp. 14-15).

Así que los PCN apuntan que debe desarrollarse un aprendizaje activo, que, sobre todo en la Biología, en realidad, trasciende el hecho de solamente memorizar. Según el documento, es importante que los temas biológicos se presenten como rompecabezas para ser resueltos con los estudiantes.

Además, hay que destacar la contribución de los temas transversales para el currículo de la educación básica. Los temas transversales (Brasil, 1997) tienen como objetivo establecer una práctica pedagógica comprometida con la construcción de ciudadanía, dirigida a la comprensión de la realidad social y los derechos y responsabilidades individuales y colectivas, de cada ciudadano.

En esta perspectiva, es que se incorporaron como Temas Transversales los temas de la Ética, la Pluralidad Cultural, Medio Ambiente, Salud y Orientación Sexual.

Eso no quiere decir que hayan creado nuevas áreas o disciplinas. (...) Los objetivos y el contenido de los Temas Transversales deben ser incorporados en las áreas existentes y la labor educativa de la escuela. (...) Lo suficientemente grande para traducir las preocupaciones de la sociedad brasileña de hoy, los Temas Transversales corresponden a asuntos importantes, urgentes y presentes en diversas formas en la vida cotidiana. El desafío que se presenta para las escuelas es abrirse a este debate. (Brasil, 1997, p. 15)

Dentro de la academia, específicamente en el área de enseñanza de Genética, en una encuesta reciente de Goldbach y sus colaboradores (2009), tenemos la producción académica sobre la temática Enseñanza de Genética y temas relacionados, publicada en disertaciones y tesis, señalan 52 títulos en Brasil. Sumado a estas obras los 12 (doce) artículos que tratan el mismo tema, y de éstos, "7 (siete) de ellos reflejan los resultados preliminares o finales de maestría o investigación doctoral de los autores" (p. 7). Por lo tanto, ya que consideramos que la publicación de tesis, disertaciones y artículos de revistas son formas de socializar ideas de campos académicos y que están legitimados por un cuerpo de evaluadores, lo que les da reconocimiento, nos damos cuenta de que el número de trabajos sobre Enseñanza de Genética es relevante para el campo de la enseñanza de las ciencias naturales.

A pesar de estos avances en la materia, Krasilchick (1987) establece que la enseñanza de la Biología es, según la tradición heredada de la enseñanza naturalista jesuita, que se caracteriza por ser enciclopédica, es decir, tiene un fuerte énfasis en la nomenclatura científica y en la memorización, fragmentada, es decir, no es capaz de establecer relaciones entre los diversos contenidos. Feitosa *et al.* (2011) también sostienen que la educación en esta área es tomada por un carácter descontextualizado, ahistórico y acrítico.

Analizando las críticas formuladas por Krasilchick (1987) y por Feitosa *et al.* (2011), entendemos que la enseñanza de Biología se ha caracterizado por una preocupación en (solamente) transmitir contenidos, conceptos e informaciones a los estudiantes de manera memorística, independientemente de su formación como ciudadano. En este sentido, inferimos que la enseñanza en esta área es hegemonícamente vista como una construcción neutra y apolítica. Sin embargo, el proceso de construcción del conocimiento científico no puede ser visto de manera simple, porque si tenemos en cuenta cómo funciona la ciencia, está claro que también se toman decisiones subjetivas y políticas<sup>1</sup>.

Considerando los aportes de Paulo Freire para la discusión acerca de la enseñanza de Genética, este diseño conservador puede ser comparado con lo que llamó educación bancaria. Para el autor, en esa forma de educación, “el maestro aparece como su agente indiscutible, como su sujeto real, cuya tarea ineludible es ‘llenar’ a los alumnos de los contenidos de su narración” (2005, p. 35).

Siguiendo esta idea freiriana, en el bancarismo, el profesor lleva a cabo una serie de acciones descontextualizadas, en las que los contenidos curriculares están separados del mundo concreto de los estudiantes, lo que crea un sentido de enseñanza vacía. Combinando esto, otra de las características de la educación bancaria es el énfasis en la memorización de los términos escolares, ya que, en este punto de vista, “cuanto más se va ‘llenando’ los recipientes con sus ‘depósitos’, será mucho mejor educador. Cuanto más deje mansamente ‘llenar’, mejores serán los estudiantes (*op. cit.*, p. 36).

Freire (2005) también señala que el concepto de educación bancaria está dominado por una actitud opresiva hacia los estudiantes, lo que crea una amputación traumática de la curiosidad de los jóvenes, limitándolos de ser epistémicos. En bancarismo, los estudiantes están acostumbrados a esta actitud pasiva frente a la realidad pedagógica opresiva, y “[...] le corresponde a la educación dejarlos más pasivos y adaptarlos al mundo. Cuanto más adaptados a la concepción “bancaria”, más “educados”, porque adecuados al mundo” (p. 37).

Utilizando esa concepción freiriana para la enseñanza de ciencias, creemos que es necesario enseñar la Genética en una visión opuesta a esa educación bancaria. Abrazando el legado de Freire, creemos que la educación debe ser dialógica, donde esa perspectiva debe basarse en cuatro pilares fundamentales: la colaboración, la unidad, la organización y la síntesis cultural.

En la educación dialógica, la enseñanza de Genética es a través del diálogo y el cuestionamiento colectivo del conocimiento, desde el contexto de la vida de los estudiantes. A diferencia de la educación bancaria, que conlleva un conjunto de ideas que se depositarían en los estudiantes, en la dialógica el contenido programático de la educación no es un regalo o una imposición, sino la restitución sistemática a los oprimidos de aquellos conocimientos que éstos entregaban, en forma estructurada, el educador. Por lo tanto, a partir de la obra de Freire y tratando de conectar el pensamiento dialógico de la enseñanza de las ciencias naturales, reflexionamos sobre lo que se despidе [...] Aparte de las relaciones de dominación del conocimiento en el que los investigadores universitarios son “titulares” de los conocimientos y de los beneficiarios encuestados de un “saber estático” para navegar por el océano dialógica, en la que el diálogo horizontal entre todos parti-

---

1. El término político es una referencia a la esencia de la palabra, en referencia a la noción de griego “polis”, es decir, el pleno ejercicio de la ciudadanía y no una visión partidista.

participantes en el proyecto es la fuente primaria para ampliar el desarrollo mutuo de ambas partes (Feitosa *et al.*, 2011, p. 308).

Tomamos nota de que la educación, siendo una construcción sociocultural humana, recibe la influencia de los hechos históricos. Teniendo en cuenta las ideas de Santos (2005), al analizar la actividad científica, nos damos cuenta de que la comunidad científica tiene en cuenta los medios sociales, económicos y políticos, además de las actividades conceptuales relacionadas con el proceso de desarrollo de la ciencia. En particular, estos aspectos influyen en la elección de determinada investigación por el investigador, por ejemplo, la financiación de estudios. La ciencia es vista como un proceso de construcción social para explicar el mundo, atravesada por los conflictos y los poderes inherentes a toda construcción social humana.

Para ilustrar este punto de vista, citamos el caso de la obra de Gregor Mendel en el estudio de la Herencia en guisantes. Analizando el contexto histórico-social que se produjo en el época, Leite *et al.* (2001, p. 97) apoyan la hipótesis de que “la obra de Mendel está en consonancia con la época en la que vivió y que es el resultado de sus relaciones con los diferentes estilos de pensamiento”. Es decir, hay varios aspectos sociales que se interrelacionan con las investigaciones de mendelianas.

Por lo tanto, el proceso de creación de la ciencia debe ser visto como un resultado de la suma de varios esfuerzos para comprender mejor el mundo natural. Debemos darnos cuenta de que un científico no está aislado de las circunstancias sociales, económicas y culturales de los tiempos en que vive.

Sin embargo, muchas veces, las instituciones educativas tienen un universo social separado del universo de la ciencia, la creación de verdaderos mitos que los científicos son “genios” que se encierran en los laboratorios y “descubren” los misterios del mundo. Como lo demuestran varios autores, la escuela tiende a separar la teoría y la práctica (Feitosa *et al.*, 2011; Krasilchick, 1987; Loreto y Sepel, 2003; Nunes, 2010; Silva, 2005), lo que conduce a dificultades de aprendizaje en el área de las ciencias naturales.

Tratando de proponer otro modelo educativo, que combina la teoría y la práctica a través de una praxis creadora y transformadora, tomamos como referencia la formación de artistas (actores, músicos, bailarines, escultores, etc.). En este campo, el aprendizaje de la profesión trae una novedad: “[...] la práctica se realiza junto con la teoría, en la que ambos se influyen mutuamente, no hay práctica sin teoría, y ninguna teoría sin la, práctica” (Feitosa y Leite, 2012, p. 38). Entendemos que esta es una manera muy interesante de pensar en la educación en Genética y en Biotecnología.

Siguiendo esta perspectiva, la formación humana se llevaría a cabo “en un espacio-tiempo marcado, principalmente por una inter-relación colectiva entre los sujetos participantes, lo que llamamos la Asociación de Compañeros de Oficio” (Feitosa y Leite, 2012, p. 40). Este modo de entrenamiento es una relectura crítica de las gildas, es decir, corporaciones medievales de oficio. Ella conjetura la existencia de diferentes niveles de este conocimiento entre los compañeros de la Asociación en la que los más experimentados tienen un montón de conocimientos que se construyen en la práctica diaria (así llamado conocimiento experiencial) y ya los novicios están buscando el desarrollo de estos saberes prácticos.

Feitosa y Leite (2012) sugieren que la formación y el trabajo científico en sí pueden funcionar en esta perspectiva, mostrando señales de que es posible vislumbrar el trabajo en las Ciencias como una educación artística de corporaciones de trabajo colaborativo. Para ilustrar esta posibilidad, los autores, basados en el trabajo de De Masi (2007), destacan una forma de colaboración exitosa que se produjo en el Círculo Matemático de Palermo, en la Estación Zoológica de Nápoles y en el Instituto Pasteur de París.

Defendemos la existencia de una interacción entre los aprendices-maestros y los maestros más experimentados (profesores colaboradores). Si esto sucede, es posible crear una

[...] asociación mutualista entre la Universidad y la Escuela, donde ambos se beneficiarían: aprendices-maestros (alumnos) pueden favorecer el conocimiento experiencial basado en la interacción humana con los docentes maestros (colaboradores); ya los docentes maestros (colaboradores) se beneficiarían de los conocimientos teórico-prácticos que los novatos llevan la Universidad, y este conocimiento se puede utilizar como una educación continua para los maestros (Feitosa y Leite, 2012, p 48.).

Esta forma de pensar sobre la formación humana parece ser de gran utilidad para la enseñanza de la Genética, ya que pone de relieve la importancia de compartir los saberes entre los profesionales más experimentados (maestro-artesano) y los artistas principiantes. Para entender cómo ocurre este proceso de aprendizaje entre las parejas, es necesario entrar en las esferas de la subjetividad de los sujetos involucrados (Souza, 2008). Al dar a la centralidad de esta investigación para el *estudiante-investigador*, hacemos hincapié en la importancia de la apropiación de la experiencia de vida y de la subjetividad como aspectos fundamentales de la formación de los futuros científicos, otorgando al sujeto el papel de actor/autor de su propia historia/biografía.

### 3. PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación es parte del paradigma de la investigación cualitativa, ya que reconocemos la dimensión subjetiva del conocimiento y del establecimiento de posibles inferencias acerca de las concepciones de un grupo de sujetos (Silverman, 2009). Elegimos como metodología base las Narrativas Autobiográficas (Frison y Simão, 2011), recuperando la Historia Oral de la formación del sujeto de investigación (Thomson, 2000), dado que la investigación busca una situación técnicamente única donde hay más variables de interés que destino de los datos.

En este artículo, utilizamos la expresión “narrativas autobiográficas orales”. Las narrativas, utilizadas en su forma oral de expresión, se refieren a la metodología de la investigación, y han sido utilizadas en el campo de la educación en la construcción de saberes para el desarrollo de la profesión docente, así como en el desarrollo personal y profesional de los investigadores y profesores de ciencias. La utilización de esta metodología es aplicable a la investigación, a medida que desarrollamos, en la búsqueda de los recuerdos de una persona que fue testigo de los acontecimientos de ese proyecto “Viajando en la Ciencia”.

Este *estudiante-investigador* fue elegido para ser el único representante del curso “Viajando en la Ciencia” que todavía continuaba como pasante en la Universidad. Estuvo de acuerdo en unirse a nuestra investigación autobiográfica para la que fue acompañado por los profesores-investigadores, autores de este artículo, por lo que podríamos tener una mejor comprensión y análisis de la relación/articulación/superposición de la Educación Superior con la Educación Básica, desde estos profesores-investigadores desarrollan sus actividades en los cursos de formación del profesorado para la Educación Básica.

Como herramienta, se optó por la entrevista, es decir, una técnica en la que el investigador se presenta frente al investigado, y le hace preguntas con el fin de obtener datos pertinentes a la investigación. Entrevistamos a un participante que continuó en la segunda etapa del programa “Viajando en la Ciencia”. Las entrevistas se llevaron a cabo en dos etapas, la búsqueda de la profundidad de los discursos, por un total de dos horas de grabaciones.

La elección de este participante se puede justificar cuando reconocemos la singularidad de su posición, ya que se convirtió en el único que puede proporcionar información sobre todas las etapas de este proyecto. Por lo tanto, creemos que la recuperación de las memorias a través del uso de la narrativa autobiográfica, para ser estudiado dentro de los contextos sociales y educativos de los participantes de este proyecto, permitió la captura de la historia oral del estudiante-investigador, proporcionando imágenes, reflexiones y metáforas que ampliarán y cambiarán nuestra comprensión sobre el proyecto “Viajando en la Ciencia” y su contribución a la formación de sus participantes.

El *estudiante-investigador*, que participó de este momento autobiográfico, es un joven de 19 años, que asiste al tercer año de la escuela secundaria en una escuela pública en la ciudad de Fortaleza-CE. Él participó del “Curso de Vacaciones” en 2011, y fue un investigador-pasante (segunda etapa del proyecto) entre los años 2011 y 2012. A él hemos llamado Rubí, una piedra preciosa, pulida por el trabajo realizado por el artista en su *atelier* con el apoyo instrumental de la reflexión, la tolerancia, del diálogo y del respeto a la diversidad cultural.

La metodología de la investigación, la narrativa autobiográfica oral, fue elegida porque permite el acceso a la experiencia que no está documentada, incluyendo las de las personas que no han escrito sus autobiografías (Frison y Simão, 2011). Narraciones orales también permiten la exploración de las formas de experiencia histórica, que rara vez se registran. Proporcionan evidencia de los verdaderos significados subjetivos de los acontecimientos pasados, que, a menudo, no pueden ser comprendidas mediante la lectura de los documentos escritos (Souza, 2008). El saber oral revela algo privado y personal, es decir, una serie de experiencias que rara vez aparecen en los documentos, ya sea porque se consideran irrelevantes en la cara de la historia, ya sea porque son inconfesables, o incluso debido al hecho de que no son prácticas para comunicarse a través de escribir.

Por lo tanto, creemos que a través de esta metodología pudimos captar con mayor precisión las verdaderas razones y los hechos que llevaron a la construcción del pensamiento del *estudiante-investigador* Rubí. Hacemos hincapié en que las narrativas autobiográficas orales son aspectos de la realidad tan eficientes como las estructuras reconocidas oficialmente, porque nos ponen sobre la base de representaciones de la realidad que cada uno de nosotros se hace (Souza, 2008; Thomson, 2000). Este tipo de investigación parte de la experiencia de los sujetos acerca de sí mismos, cuestionando el significado de sus experiencias y aprendizajes.

Para el análisis de los datos recogidos, después de la selección del material, seguimos las pautas metodológicas de Bardin (1977), a través del *Análisis de Contenido* de Bardin (1977) y Franco (2005). Esta perspectiva de análisis permite el análisis de datos en dos polos de discurso: el rigor y la necesidad de ir más allá de las apariencias contenidas en documentos y discursos de los participantes de la investigación. Esta técnica se aplica a todo lo que se dijo en testimonio o por escrito textos distintos de lo que está contenido en imágenes de la película, dibujos, pinturas, carteles, televisión y toda la comunicación no verbal: gestos, posturas, actitudes y otras expresiones culturales.

En el caso de esta investigación, se utilizó el Análisis de Contenido para profundizar en las percepciones alrededor de entrevistas. Siga los pasos mencionados por Bardin (1977) y Franco (2005), a saber: pre-análisis, exploración de materiales y tratamiento de los resultados.

#### 4. APRENDIENDO TANTO EN LA TEORÍA COMO EN LA PRÁCTICA

En la narrativa, como se subraya en la entrevista, Rubí informa que, al comienzo de las actividades del proyecto, sintió una especie de extrañeza inicial.

Al principio me pareció un poco extraño, parecía una cosa demasiado buena. Pero incluso entonces me fui a echar un vistazo<sup>2</sup>. Luego pasé una semana muy agradable, aprendí varias cosas. Intercambié experiencias con colegas de otras escuelas. Fue muy fructífera (Rubí).

Nos damos cuenta de que a este estudiante parece que le parecieran muy interesantes los objetivos del proyecto, por lo tanto, a primera vista, “parecía ser una cosa demasiado buena” para ser verdad. Quizás por eso, su primera reacción fue de sorpresa con el nuevo entorno. Sin embargo, este sentimiento parece haberse reducido con la ayuda de sus compañeros, con los cuales compartió “experiencias con colegas de otras escuelas.” La colaboración parece ser una característica importante para la buena marcha de las actividades del proyecto, “muy útil”, en la óptica de Rubí.

Teniendo en cuenta esta percepción, y considerando que en las Asociaciones de Compañeros de Oficio, la colaboración y el trabajo en equipo son la clave para el aprendizaje y la enseñanza (Feitosa y Leite, 2012), podemos inferir que este proyecto de enseñanza de Biotecnología conlleva rasgos de formación de artistas-reflectantes.

Otro problema mencionado por el entrevistado fueron las clases en su escuela secundaria: *son bastante estándar*. Él informa que los profesores *pasan la misma materia del libro. Escriben en la pizarra, pasan cuestiones del libro, incluso las cosas más ordinarias*. Rubí agregó que la dirección es “esforzada”, *siempre aceptando propuesta de talleres, cursos extracurriculares para la escuela*.

Por las declaraciones anteriores, vemos claramente que el aprendiz, al manejar sobre lo que ocurre en la escuela de educación básica en que estudia, se refiere a la educación “estándar”.

Analizando esta declaración, podemos relacionarla con lo que Freire (2005) llamó educación bancaria, es decir, un tipo de educación se basa en la transmisión de los conocimientos científicos y la experiencia del maestro para los estudiantes, que son vistos como meros oyentes.

Este tipo de educación concede suma importancia al contenido formal del currículo, con la esperanza de que los estudiantes absorban sin modificaciones y reproduzcan fielmente en los exámenes escolares. Esto hace que la enseñanza sea llena de “*cosas ordinarias aún más*”, como dijo Rubí. En el visón freiriana, el propósito de la educación bancaria es producir un aumento cuantitativo de “depósitos” de informaciones sobre el estudiante, sin tener que preocuparse con él como una persona que puede “ser más”.

Rubí dijo que siempre tuvo el deseo de seguir carrera científica. En sus palabras, informa que su anhelo es más debido a los logros profesionales y más para tratar de cambiar mi realidad. Siempre me gustó esa parte de la ciencia. Me cautiva suficiente. En otro momento de la entrevista, analizando más a fondo la historia de su vida, el estudiante indica que él fue influenciado por su hermana, que hizo el curso de Matemáticas. Y añade, afirmando que ella no es mucho de esta área, pero ella me animó. Sin embargo, Rubí indica que su interés por el área de ciencias y de Biotecnología se hizo más fuerte debido a su contacto con libros, informes, ya sabes, y yo siempre quería seguir.

Así, siguiendo su deseo, Rubí fue a asistir a las actividades del proyecto. Inicialmente, durante nuestra entrevista, dijo que lo que más le llamó la atención durante las primeras actividades fue

2. A lo largo del texto, la preservación de la forma en que los encuestados han expresado, como creemos, por tanto, también a preservar la veracidad y la intención de los discursos.

que dicho proyecto:

[...] abordaba cuestiones polémicas, cuestiones buenas. Eran temas interesantes, y que llevamos para nuestro día a día. Y si vamos a profundizar, son cuestiones que puedan caer incluso en el Enem<sup>3</sup>. [...] La gente siempre era muy receptiva. Me llevaba bien con todos (Rubí).

Tenga en cuenta que el alumno hace referencia a la relación entre la ciencia y la vida cotidiana, especialmente en lo que se refería a las “cuestiones polémicas”<sup>4</sup>. Los temas tratados durante el proyecto eran *interesantes, y que llevamos para nuestro día a día*. Así, vemos que Rubí considera que este aspecto fue muy importante para su aprendizaje y para su desarrollo como actor/autor científico.

En este sentido, el ejemplo que viene de Rubí se asocia con los argumentos defendidos por Freire (2005) en el campo de la educación, en la que el autor hace hincapié en que los actos de enseñanza-aprendizaje deben estar vinculados con el contexto de vida de los alumnos. Podemos notar la relación de la línea de habla del entrevistado con la visión freiriana de una educación contextual.

Hacer una lista de las contribuciones de Paulo Freire para la enseñanza de las ciencias naturales, Feitosa y Leite (2012) hacen hincapié en que una educación contextual y problematizadora trae buenos frutos para la formación humana. Esto se debe al hecho de que, a partir de la experiencia concreta de los estudiantes, la educación encuentra las puertas del edificio cognitivo-afectivo de los estudiantes abiertas, proporcionando oportunidades para (re)diseñar los conocimientos previos de los alumnos. Los autores señalan que, si bien reconoce la importancia del conocimiento popular, la educación contextualizada no puede reducirse al ámbito de sentido común, pero deben ampliar al ámbito científico, creando, así, un espacio para la construcción de otra forma de percibir el mundo y permitir la elección del alumno en los más variados desafíos de la vida social. El ir a cumplir con este punto de vista, Rubí reconoce que el potencial de la enseñanza contextualizada permite, del punto de vista académico, incluso que el estudiante aprenda temas que *puedan caer en el Enem*.

En cuanto a las actividades que tuvieron lugar durante el Curso de Vacaciones, el *estudiante-investigador* declaró que:

[...] eran bastante didácticas. Para demostrar que podemos aplicar la ciencia en la vida cotidiana. Para demostrar que podemos traer las novedades a las aulas, como una actividad que se tenía que hacer ADN de azufaífo. Me pareció muy interesante y me acuerdo bien. Es algo que toda la gente puede hacer, llevar a la escuela, ¿sabes?, hacer una clase muy interesante. Otro era una enseñanza de un seminario que hicimos, ¿sabes?, sobre el tema que el grupo llevó a abordar. Incluso mi equipo presentó como un noticiero hablando de los transgénicos (Rubí).

Teniendo en cuenta este relato, nos damos cuenta de que surgieron los recuerdos de ese aprendizaje, es decir, las construcciones intelectuales que conducen de hecho una representación selectiva del pasado. Como nos dice en Thomson (2000), la memoria no es sólo que el sujeto abstracto, pero la que se inserta en un individuo específico contexto dado. Por lo tanto, es importante analizar la relación entre la memoria y educación científica, porque lo que queremos no es sólo el rescate de las biografías de los científicos-aprendices, pero una intervención en la praxis actual de ese proyecto, ofreciendo un nuevo significado con más propiedad o, al menos, tener más consciencia de las influencias que culminaron en la elección de sus participantes.

---

3. Creado en 1998, el Examen Nacional de la Enseñanza Secundaria (Enem) tiene como objetivo evaluar el desempeño estudiantil al final de la enseñanza secundaria. El examen es utilizado como el principal criterio de selección de los estudiantes que desean ingresar a la educación superior.

4. Vale la pena destacar que Rubí no estaba claro en la entrevista sobre lo que son esas “cuestiones polémicas”.

Algo que llama la atención en la habla de Rubí, y se relaciona con su aparente insatisfacción con el medio de la enseñanza escolar en que estudia, que el aprendiz dijo que las clases eran “bastante estándar”: en su opinión, es posible transformar las clases Biología. Encontramos evidencia de esta hipótesis en “demostrar que podemos traer las novedades a las aulas”, es decir, para el alumno, el docente en el campo de las ciencias naturales pueden usar las actividades pedagógicas que son “didácticas”, es decir, que sean dinámicas, “donde toda la gente puede hacer, llevar a la escuela, ¿sabes?, hacer una clase muy interesante.”

También en el pasaje anterior, el estudiante sigue haciendo hincapié en que el trabajo en grupo fue relevante en la selección de sus memorias, como en el caso del grupo de seminario. Se pone de manifiesto la importancia de un “seminario que hicimos, ¿sabes?, sobre el tema que el grupo llevé a abordar. Incluso mi equipo presentó como un noticiero hablando de los transgénicos”.

En otro momento, el estudiante nos informa de su trabajo en el laboratorio que hace la pasantía. Consideremos su relato:

De hecho, yo apoyo las actividades de trabajo y de investigación de la gente de aquí, [...] Aquí el ambiente de trabajo es muy bueno. La gente siempre es paciente y amable. Por lo general, quien me pasa las cosas es el Diamante, que está en el posgrado, y el Topacio<sup>5</sup> que es de la graduación. Me siento más cerca de ellos. Mi relación con ellos es muy buena. En serio, ayudo un montón de cosas a Diamante, porque es algo urgente, cosas del posgrado. Investigamos bastante, hacemos recogida juntos, manejamos el material, separamos, identificamos, limpiamos las algas. Trabajamos en grupo mismo (Rubí).

La declaración anterior se reanuda la discusión de las relaciones de pareja en el aprendizaje se puede ver en las frases: “La gente siempre era muy receptiva. Me llevaba bien con todos” y “Aquí el ambiente de trabajo es muy bueno [...] la gente es siempre paciente y amable”. Esto indica que, además de haber servido para superar la falta de familiaridad inicial con el nuevo lugar de estudio y trabajo científico, los lazos de cooperación también actuaron como motor del desarrollo cognitivo, intra/interpersonal y afectivo, como se muestra en la hermosura freireana.

Reflexionando sobre este aspecto, nos damos cuenta de que este caso indica una formación colaborativa, donde los participantes intercambian experiencias que sirven de aprendizaje. Es un aprender-enseñar para y con el otro. Observando esta perspectiva, no podemos dejar de asociar este proyecto con la formación del artista-reflexivo a través de las asociaciones de compañeros de oficios, propuesta por Feitosa y Leite (2012). En ellas, la formación humana se produce desde la perspectiva de un taller creativo, como el “taller proporciona un acceso privilegiado a las reflexiones de los diseñadores (maestros y alumnos) sobre el proceso de reflexión” (p. 39).

Sin embargo, se nota explícitamente que Rubí elige como estudiantes-maestros algunos de sus colegas, esos más experimentados en el arte de los científicos-aprendices, como en este pasaje: “Por lo general, quien me pasa las cosas es el Diamante, que está en el posgrado, y el Topacio<sup>6</sup> que es de la graduación. Me siento más cerca de ellos. Mi relación con ellos es muy buena”. Una vez más, rescatamos la colaboración de los artistas-reflexivos, donde se produce la profesionalización como una acción conjunta, siendo que “[...] los artistas-reflexivos con más experiencia en la profesión deben compartir horizontalmente sus saberes con los principiantes en la asociación, rechazando los prejuicios entre las diferentes formas de conocimiento” (op. cit., 2012, p. 48).

---

5. “Diamante” y “Topacio” se refieren a los monitores del Proyecto; también son nombres ficticios, creados por los autores de este artículo, siguiendo la misma línea de razonamiento para dar el nombre de Rubí a nuestros estudiantes-investigador.

En los momentos finales de la entrevista, el informante habló de la relación entre la teoría-práctica y el aprendizaje de las ciencias:

Creo que es maravilloso [quedarme aquí en la pasantía], porque estoy aprendiendo tanto en la teoría como en la práctica. En la escuela no tenía muchas clases prácticas. Aquí a los descuentos por todo el tiempo que no tenía esa clase en la escuela. Tanto que no es sólo una clase en sí misma, porque estoy haciendo comprobaciones, aquí estoy haciendo la investigación con la gente de aquí. La parte teórica es un poco más rápida. Estoy leyendo los periódicos, protocolos, veo cómo los procedimientos son, cómo y por qué de ellos. Y luego nos separamos a la práctica. Aquí aprendo más con los demás. ¿Sabes? Fue una gran iniciativa (Rubí).

Basado en el relato de Rubí, podemos relacionarlo con el trabajo de Feitosa *et al.* (2011), en el que se analizaron las posibilidades de que las actividades experimentales tienen en las escuelas primarias. La observación de los autores es que fue ampliamente desarrollado en las últimas décadas, una variedad significativa de las tendencias de uso de esta estrategia de Enseñanza de la Ciencia, existiendo casi unánime, al menos a nivel conceptual entre los educadores del área, como la necesidad de adoptar métodos aprendizaje activo e interactivo. Sin embargo, son pocas las escuelas que realmente utilizan esta metodología como una forma de clase y profesores afirman que falta inversión financiera para la compra de material de práctica para las clases experimentales, no existe el tiempo necesario para la preparación de las lecciones y sus logros por los estudiantes.

Destacando el número de estudiantes que no se benefician de las lecciones prácticas, tenemos el aprendiz Rubí, quien dijo que “en la escuela no tenía muchas clases prácticas.” Teniendo en cuenta esta declaración, nos damos cuenta de que esta institución educativa acaba por establecer la diferencia entre la teoría y la práctica, lo que hace daño a la formación de los futuros docentes.

Por último, Rubí considera un diseño diferencial el hecho de que después de su incursión en la fase de laboratorio, también se ha convertido en un científico, que también lleva a cabo la investigación (lo que él llama “comprobaciones”) con sus compañeros de locus. “Tanto que no es sólo una clase en sí misma, porque estoy haciendo comprobaciones, aquí estoy haciendo la investigación con la gente de aquí”. También en este último pasaje, notamos que informa, una vez más, que es “Aquí aprendo más con los demás. ¿Sabes?”, es decir, en un proceso de colaboración. Esta percepción se aleja de las concepciones ordinarias estereotipados de que el científico es un “héroe genial”, y que trabaja por separado (Leite *et al.*, 2001).

## **5. POR ÚLTIMO, TEJIENDO CONSIDERACIONES**

El proyecto “Viajando en la Ciencia y en los Cursos de Vacaciones para las Escuelas Públicas de Fortaleza-CE”, se dirigió a la búsqueda de nuevas formas de mejorar la enseñanza de las ciencias naturales. Por lo tanto, el camino elegido fue la actividad experimental como una forma de superar la dicotomía teoría/práctica. Entre las actividades, ganarán importancia especialmente “Cursos de Vacaciones” y, a continuación, las actividades desarrolladas por los “estudiantes-investigadores” en los laboratorios de investigación en Bioquímica durante su pasantía.

Con base en el análisis de la narrativa autobiográfica oral investigada, nos dimos cuenta de que dicho participante en el proyecto concibe experiencias como muy importante para la formación humana, académica y profesional. En varias ocasiones, el narrador informó que los lazos de amistad y colaboración fueron importantes para el desarrollo de sus conocimientos. Así, vemos que la asociación es un gran motor para el aprendizaje, como lo indica Feitosa y Leite (2012) y De Masi (2007). Ante este hecho, al analizar las concepciones de estudiante-investigador en el “Viajando en la Ciencia”, creemos que es necesario el desarrollo de actividades de aprendizaje

colaborativo como una forma de mejorar la enseñanza en el área de la biología, en particular la enseñanza de Genética y Biotecnología. Esa necesidad refuerza la investigación realizada por algunos autores en el área de la enseñanza de las ciencias naturales (Feitosa *et al.*, 2011; Leite *et al.*, 2001; Loreto y Sepel, 2003; Nunes, 2010).

El narrador afirma que hay una fuerte separación entre la teoría y la práctica, con respecto a la escuela básica. En particular, Rubí, que es un estudiante en la escuela secundaria, informó que participó de pocas actividades experimentales en su escuela. Esta situación parece ser común en muchas escuelas, como se indica por la encuesta realizada por Feitosa *et al.* (2011). Esta dicotomía puede agravar las concepciones estereotipadas, es decir, la forma en que se percibe el trabajo de los científicos, a menudo sirve como estereotipo de “personas locas” (Leite *et al.*, 2001).

Creemos que es fundamental para aumentar el número de actividades prácticas en las escuelas primarias, para mejorar la calidad de la enseñanza de la biología. Por lo tanto, es necesario combinar una formación docente (inicial y continua) de calidad y el aumento de las inversiones estructurales-salariales en las escuelas públicas, porque sólo entonces podremos superar esta situación de falta de actividades experimentales que contribuye al bancarismo<sup>6</sup>.

Sin embargo, los diversos elementos que se encuentran en los discursos del participante de la investigación indican que el proyecto se desarrolla en el molde de Feitosa y Leite (2012) llamó a una “Asociación de Compañeros de Oficio”. Entre las características comunes que se encuentran tanto en el proyecto e investigados el modelo teórico de asociaciones, podemos mencionar: el aprendizaje entre los participantes, los lazos de cooperación, la interacción entre aprendices-maestros y los novatos en el espacio de enseñanza-aprendizaje, y por último, la simbiosis entre la universidad y la escuela. Como dijo el propio Rubí, el aprendizaje dentro del proyecto se llevó “tanto en la teoría como en la práctica”.

Tomamos nota de que el aprendizaje de la ciencia y del trabajo de los científicos llegó a su clímax cuando Rubí se dio cuenta de que él era un autor de ese campo, tal como se realizó la experiencia de “comprobaciones” dentro de su pasantía. Este diseño sirve para mostrar que la ciencia y sus actores/autores sociales son sujetos envueltos en las redes del contexto histórico, social y político y no aparte de estos. La escuela, en este sentido, debe ser consciente de estos problemas y estar preparada no sólo para hacer una fuerte conexión entre la teoría (resinificada) y práctica (contextual, basada en la realidad en la que el estudiante se cae), sino también para insertar reflexiones sobre temas emergentes, en las diversas disciplinas que componen el currículo escolar.

## REFERENCIAS

Barlin, L. (1977). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.

Brasil, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. (1997). *Parâmetros Curriculares Nacionais: apresentação dos temas transversais, ética*. Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF.

Brasil, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. (1999). *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Parte III, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica.

De Masi, D. (2007). *A emoção e a regra: os grupos criativos na Europa de 1850 a 1950*. Rio de Janeiro: José Olympio.

Franco, M. (2005). *Análise de conteúdo*. Brasília: Liber Livro Editora.

- Feitosa, R., Leite, R., y Freitas, A. (2011). Projeto Aprendiz: interação universidade-escola para realização de atividades experimentais no ensino médio. *Ciência & Educação*, Bauru, (50) 301-320.
- Feitosa, R., y Leiter, R. (2012). A formação de professores de ciências baseada numa associação de companheiros de ofício. *Revista Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, Rio de Janeiro, 40.
- Freire, P. (2005). *Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Frison, L., y Simão, A. (2011). *Abordagem (auto)biográfica – narrativas de formação e de autorregulação da aprendizagem reveladas em portfólios reflexivos*. Educação, Porto Alegre, (101).
- Goldbach, T., Sardinha, R., Dyzars, F., y Fonseca, M. (2009). Problemas e desafios para o ensino de genética e temas afins no ensino médio: dos levantamentos aos resultados de um grupo focal *Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências, VII, 2009*. Florianópolis. 9 a 13 de novembro de 2009. In: *Anais...* Florianópolis, SC: Editora da ABRAPEC.
- Krasilchik, M. (1987). *O professor e o currículo das Ciências*. São Paulo: Editora da USP.
- Leite, R., Ferrari, N., y Delizoicov, D. (2001). A história das leis de Mendel na perspectiva fleckiana. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Rio de Janeiro, 2.
- Loreto, E., y Sepel, L. (2003). *Atividades Experimentais e Didáticas de Biologia Molecular e Celular*. São Paulo: SBG.
- Nunes, F. (2010). *Do laboratório à sala de aula: os recentes avanços da Genética*. Genética na Escola, Ribeirão Preto, 9.
- Pedrancini, V., Corazza, M., Galuch, M., Moreira, A., y Ribeiro, A. (2007). Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vigo, 17.
- Pedrancini, V., Corazza, M., Galuch, T., Moreira, A., y Nunes, W. (2008). Saber científico e conhecimento espontâneo: opiniões de alunos do ensino médio sobre transgênicos. *Ciência & Educação*, Bauru, 40.
- Santos, C. (2005). *Ensino de Ciências: abordagem histórico-crítica*. Campinas: Autores Associados.
- Silva, R. (2005). Entre “artes” e “ciências”: a noção de performance e drama no campo das Ciências Sociais. Porto Alegre. *Horizontes Antropológicos*, 11 (24).
- Silverman, D. (2009). *Interpretação de dados qualitativos: métodos para análise de entrevistas, textos e interações*. Porto Alegre, RS: Artmed.
- Souza, E. (2008). Memoriais autobiográficos, profissionalização docente e identidade: histórias de vida e formação na pós-graduação. En M. Passeggi y T. Barboza (ed.) *Memórias, Memoriais: pesquisa e formação docente*. Natal: EDUFERN / São Paulo: Paulus (pp. 85-102.)
- Thomson, A. (2000). Aos cinquenta anos: uma perspectiva internacional da história oral. En M. Ferreira, T. Fernandes y V. Alberti (ed.). *História oral: desafios para o século XXI*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz - Casa de Oswaldo Cruz / CPDOC - Fundação Getúlio Vargas (pp. 47-66)