

La Educación en Ciencias y la Perspectiva de Paulo Freire

DEMÉTRIO DELIZOICOV

Centro de Ciências da Educação e Programa de Pós Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina (demetrio@ced.ufsc.br)

Resumo. É realizada uma revisão crítica da transposição da concepção de Paulo Freire para a educação escolar tendo como referência três projetos de educação em ciências, um desenvolvido na África, na Guiné Bissau, e dois no Brasil, um na região nordeste e outro na cidade de São Paulo. A meta principal destes projetos foi a elaboração de currículos escolares e programas de ensino de ciências considerando os contextos regionais e locais, fazendo uso dos conceitos freirianos de temas geradores e de investigação temática. Os projetos organizados em torno de um programa de pesquisa possibilitaram também realizar intervenção em escolas do sistema público destas três regiões geográficas, articulando formação continuada de professores, proposição de práticas docentes e elaboração de material didático, tendo em vista as necessidades originadas na implantação de currículos e programas de ensino a partir de temas geradores.

Abstract. A critical review of the transposition of Paulo Freire's concepts to school education is presented, taking as reference three science education projects: one was undertaken in Guiné Bisseau, Africa and two in Brazil – one in the northeast region and the other in São Paulo. The main goal of these projects was the elaboration of school curricula and programmes for science education considering the regional and local contexts and using the Freirian concepts of generative themes and thematic investigation. The projects, which were part of a research programme, allowed for intervention in state schools in these three geographic regions, by articulating the professional development of teachers, the proposal of pedagogical practices and the development of didactic materials, and considering the needs related to the implementation of curricula and programmes based on the themes generated.

Palavras-chave: Paulo Freire, temas geradores, investigação temática, ensino de ciências, formação de professores em serviço

Keywords: Paulo Freire, generative themes, thematic investigation, science education, in-service professional development

Introducción

Mundialmente conocido, el educador Paulo Freire tiene sus libros traducidos a las más diversas lenguas y alfabetos en decenas de países. Su concepción de la educación, originada a partir de 1960, presupone la liberación de los seres humanos y la superación de la opresión, como sugieren los títulos de dos de sus libros: *Educación como Práctica de Libertad* (FREIRE, 1968) y *Pedagogía del Oprimido* (FREIRE, 1975). Freire argumenta que la educación tiene que desempeñar un papel importante para elevar el nivel de conciencia de los educandos respecto a sus condiciones de vida. Tiene como meta darles instrumentos para que tengan más comprensión de estas condiciones de modo que puedan actuar con la perspectiva de transformarlas.

Para la comprensión y la adopción de prácticas educativas freirianas, constituyen elementos claves el concepto de *tema generador* y el concepto de *investigación temática* (FREIRE, 1975), que es el proceso por el cual Freire estructura la búsqueda, realizada por un equipo de profesores y especialistas, de situaciones significativas para los alumnos que las viven y que en ellas están inmersos. Uno de los parámetros definidores de “significativas” es la relación de estas situaciones con las

contradicciones sociales y económicas más grandes de la sociedad. Freire se refiere a estas situaciones, detectadas por la investigación, como contenidas en los temas generadores. Por otro lado, el conocimiento del alumno sobre estas situaciones y los temas generadores que las contienen, es el otro objetivo de la investigación temática. El fenómeno de la seca, que sucede en larga escala en el nordeste brasileño, región natal de Paulo Freire, es un ejemplo de tema generador, entre otros, para la población de esta región de Brasil, ya que el problema de la seca es crucial para el desarrollo económico de la región, con consecuencias directas en el modo de vida de las personas. Los modelos explicativos de los campesinos para este fenómeno tienen un perfil que oscila entre el realismo ingenuo y el misticismo religioso.

El artículo, a través de un *review*, explora los conceptos de tema generador e investigación temática y da ejemplos de su empleo en sistemas escolares, cuando están articulados con la formación de docentes de ciencias naturales, con la elaboración de programas escolares, con la producción de materiales didácticos y con la propuesta de prácticas docentes. Como se sabe, la génesis de la concepción educacional de Freire se encuentra en su reflexión y práctica de la alfabetización de adultos en la educación informal, y no en la educación escolar. Por lo tanto, el empleo de los conceptos freirianos referidos, como también los demás aspectos de su concepción de educación, en sistemas educacionales formales, como son las escuelas, no es inmediato ni trivial, exigiendo un proceso de transposición que requiere investigación. En el próximo ítem será dada una visión de iniciativas que tuvieron como meta la implementación de prácticas educacionales a partir del referencial freiriano, destacándose algunos de sus resultados. En los demás ítems serán presentados algunos detalles de los ejes que estructuran la transposición realizada.

Transposición de la concepción freiriana a la educación escolar

Un equipo de investigadores de educación en ciencias vinculados a la Universidad de San Pablo (USP), a la Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC) y a la Universidad Federal de Río Grande del Norte (UFRN) cuya trayectoria es caracterizada por Menezes (1988, 1996), desarrolla desde 1979, proyectos en sistemas de enseñanza pública con el objetivo de enfrentar problemas de investigación, oriundos de la transposición de la concepción de educación de Paulo Freire a la enseñanza formal de ciencias en las escuelas. La producción de este equipo ha sido objeto de análisis de algunos trabajos. Lemgruber (2000) hace un levantamiento cuali/cuantitativo de las tesis y las disertaciones defendidas y orientadas por el grupo – algunas referidas en este artículo - argumentando sobre la necesidad e

importancia de las aproximaciones de la educación en ciencias a la concepción freiriana. Severino (1999) destaca que, además de la concepción freiriana, que es uno de los fundamentos teóricos empleados, la perspectiva epistemológica que funda las acciones y reflexiones del grupo se identifica con las posiciones epistemológicas post empirismo-lógico. Pierson (1997) analiza los principales aspectos que caracterizan las iniciativas del equipo al enfrentar problemas que exigen articulación entre el conocimiento de los estudiantes y los conocimientos científicos, presentes en las situaciones de lo cotidiano vivenciadas por los alumnos y que forman parte de la programación de enseñanza originada a partir de los temas. Villani (1987), al hacer un estudio comparativo entre las opciones curriculares que originaron proyectos de enseñanza de ciencias y física, analiza la perspectiva de abordaje temático adoptado por el grupo.

Empleando procedimientos de la investigación-acción (CARR & KEMMIS, 1986; KEMMIS & MCTAGGART, 1988), junto con una profundización teórica, tomando como referencia las prácticas realizadas, cuatro cuestiones básicas dirigieron fundamentalmente las investigaciones hechas por el programa de investigación (PERNAMBUCO, DELIZOICOV Y ANGOTTI, 1988, 1990) definido por el grupo:

1-¿Cómo se obtienen temas generadores para una determinada escuela?

2-¿Qué factores y variables deben ser considerados para estructurar un programa de enseñanza de ciencias que tenga los temas generadores como referencia central?

3-¿Cuál es la metodología de enseñanza adecuada para la sala de clase que contempla las dimensiones dialógica y problematizadora (FREIRE, 1975; 1977) del proceso educativo propuesto por Freire?

4- ¿Cuáles son las modificaciones estructurales en las prácticas docentes y en lo cotidiano de la escuela que ocurren por la implementación de una perspectiva educativa basada en la concepción freiriana?

La reflexión educacional de Paulo Freire lo lleva a proponer una práctica educativa que privilegia la dialogicidad y la problematización (FREIRE, 1975; 1977). El diálogo en cuestión no se refiere sólo al que es necesario que suceda entre alumnos y profesores, sino que es, sobre todo, un diálogo entre conocimientos cuyos portadores son cada uno de estos sujetos, el educando y el educador. Esto implica una concepción de la educación que, entre otras características, tiene como meta planear que suceda la dimensión dialógica entre conocimientos que tienen distintas génesis. A pesar de

que las concepciones alternativas (PFUNDT & DUIT, 1994) de los estudiantes sean tomadas en cuenta, no son éstas las que dan la dirección al planeamiento de las actividades educativas, ya que el comienzo del proceso educativo está en los temas generadores identificados y no en conceptos científicos determinados ni en las concepciones que los alumnos tienen de éstos, aunque los conceptos científicos pertinentes formen parte del programa de enseñanza, y las concepciones alternativas puedan ser problematizadas.

En otros términos, es necesaria la elección y definición de objetos de conocimiento en torno de los cuales girará el diálogo entre el conocimiento científico del profesor y el conocimiento previo del alumno. Tales objetos, al ser objetos de estudio en el proceso educativo, hacen la mediación del diálogo propuesto por Freire (1968: 1975; 1977). Es necesario que las *palabras generadoras* (FREIRE, 1968) y los *temas generadores* (FREIRE, 1975) sean comprendidos desde esta perspectiva. Éstos son objetos de conocimiento y estudio que deben ser entendidos mejor por los alumnos y los profesores durante el proceso educativo. La dimensión problematizadora que Freire atribuye a su concepción de educación se caracteriza así por el hecho de que es necesario identificar tales temas generadores a través de una investigación que él denomina *investigación temática* (FREIRE, 1975). El problema, entonces, se refiere a la identificación de los temas así como también al planeamiento y la apropiación del propio contenido de lo que será estudiado. A los educadores les exige la comprensión de las situaciones encontradas, relacionadas a los temas. La elaboración del programa de enseñanza, teniéndolos como punto de partida, también es un desafío. Pero, los temas, ya definidos y explícitos a través de la investigación temática, también constituyen problemas que serán entendidos mejor por los alumnos y a través de los cuales el profesor planea el proceso de enseñanza-aprendizaje, con el objetivo de posibilitar a al alumno ganancias cognoscitivas mediante la comprensión de los temas.

Las distintas visiones sobre el tema, ya sea la de los alumnos o la de los profesores, que en último análisis se relacionan a los conocimientos que van siendo explícitos en el diálogo son, entonces, problematizadas en el proceso educativo. Esta dimensión dialógica-problematizadora puede hacerse efectiva a través de lo que Freire (1975) denomina y caracteriza como *codificación-problematización-descodificación* y tiene como finalidad promover la superación del nivel de conciencia (FREIRE, 1968; 1975) de los alumnos, en la medida en que otros conocimientos, los científicos, que es necesario que sean abordados por el profesor, tienen un papel en la concientización de las personas. Ésta es la cualidad que torna la concepción de educación de Paulo Freire potencialmente libertadora: los conocimientos problematizados en el proceso dialógico en torno de los temas generadores son

instrumentos de comprensión y actuación con la perspectiva de transformar situaciones que son significativas para los alumnos y que están relacionadas a los temas. Freire argumenta que los temas generadores identificados durante la investigación temática contienen las contradicciones, y son manifestación de éstas, que precisan ser superadas teniendo como finalidad la emancipación de los seres humanos.

El primero de los proyectos mencionados que posibilitó enfrentar las cuestiones de investigación formuladas por el grupo y aproximarse a una práctica educativa orientada por las proposiciones freirianas, fue el proyecto *Formación de profesores de Ciencias Naturales de Guinea Bissau*, coordinado por Delizoicov (1980; 1980a; 1982; 1983) y por Angotti (1981, 1982), desarrollado en cooperación con el Institut de Recherche, Formation, Education et Developpment (IRFED, París) y el Ministerio de Educación de Guinea Bissau (África), con financiamiento del Fondo Europeo de Desarrollo (FED) e implantado de 1979 a 1981. El proyecto tuvo como meta formar profesores de ciencias naturales para 5° y 6° grado de la enseñanza primaria y envolvió cerca de una centena de profesores de ciencias en formación, que enseñaban en dos decenas de escuelas por todo el país.

Este país africano, una ex-colonia portuguesa que se independizó en 1974, contaba, en la época de implantación del proyecto, con 800.000 habitantes distribuidos en cerca de 20 etnias con culturas y lenguas distintas, no codificadas, que tenían una lengua popular común, el criollo, apenas usada. La población, eminentemente rural, se caracterizaba por sus medios de producción totalmente manuales, con herramientas de fabricación artesanal. El proyecto se insertaba en un plan gubernamental estratégico más amplio de “Reconstrucción Nacional” y, con relación a la educación, buscaba crear condiciones materiales e intelectuales para desarrollar una enseñanza pública obligatoria de seis años. En este contexto, existía el interés explícito del Ministerio de Educación de Guinea Bissau en promover una educación donde la estructuración y el planeamiento del currículo, del material didáctico y de la formación de profesores fuesen dictados por una constante y sistemática aproximación a la realidad guineana, pero que garantizase la universalidad necesaria. Esta opción dirigía las intenciones de los coordinadores del proyecto, miembros del grupo de investigación de educación en ciencias referido, ya que pretendían desarrollar una enseñanza escolar de ciencias naturales tomando como referencia la concepción de Freire. Este proyecto (DELIZOICOV, 1980; ANGOTTI, 1981) posteriormente analizado en trabajos académicos (DELIZOICOV, 1982, 1983; ANGOTTI, 1982) representó algún avance en la búsqueda de repuestas a las cuestiones de investigación formuladas. Aspectos más específicos serán retomados en los próximos ítems del artículo.

El segundo proyecto, *Enseñanza de Ciencias a Partir de Problemas de la Comunidad*, coordinado por Pernambuco (1983), también miembro del grupo de investigación mencionado, destinado a la educación primaria de 1° a 4° grado, fue implantado de 1984 a 1987 en un municipio rural y en una escuela de la capital del estado de Río Grande del Norte, nordeste de Brasil, en convenio con la Universidad Federal de Río Grande del Norte, el Ministerio de Educación de Brasil, a través del financiamiento de la investigación, y la secretaría de educación del municipio responsable de las escuelas en las que el proyecto fue desarrollado. Destinado también a la formación de profesores, manteniendo fundamentalmente la dinámica del proyecto anterior y adecuándola a las características de este espacio geopolítico, este proyecto fue objeto de análisis en trabajos académicos (PERNAMBUCO, DELIZOICOV Y ANGOTTI, 1988; PERNAMBUCO, 1994) y algunos de sus aspectos serán abordados en los próximos ítems.

El tercero, el *Proyecto de la Interdisciplinariedad vía Tema Generador* (SÃO PAULO, 1989a; 1989b; 1992), con dimensiones tanto operacionales como conceptuales mucho más desafiantes que los anteriores, fue implantado en las escuelas públicas de San Pablo de 1989 a 1992, cuando el propio educador Paulo Freire fue secretario municipal de la educación (FREIRE, 1995). El proyecto, destinado a los ocho grados de la enseñanza primaria, fue desarrollado en conjunto entre profesores de la red municipal de escuelas, técnicos de órganos de la Secretaría Municipal de la Educación de San Pablo y la asesoría de profesores e investigadores universitarios, y establecido a través de convenios realizados por la prefectura de la ciudad de San Pablo con tres universidades. La asesoría de ciencias (ZANETIC & DELIZOICOV, 1993; PERNAMBUCO, 1993a; 1993b) quedó a cargo del grupo de pesquisa de educación en ciencias antes referido. Este proyecto fue objeto de varios estudios y análisis, tales como: el de Pontuschka (org.) (1993), que hace un balance crítico de la interacción de los especialistas, asesores de las universidades, con los profesores y con la Secretaría Municipal de la Educación; el de Brasil/Inep (1994) que, en la investigación realizada por el órgano del Ministerio de Educación de Brasil, se propone registrar, evaluar y divulgar el proyecto; y el de Torres, Cadiz y Wong (2002) que, al divulgar datos de la investigación realizada por tres investigadores relacionados a universidades norteamericanas, hace un análisis crítico del empleo de las ideas de Freire y del desempeño de la administración educacional encabezada por él como secretario de educación de la ciudad de San Pablo entre 1989-1991.

Si en los dos proyectos anteriores el foco era la enseñanza de ciencias y su abordaje a través de la propuesta freiriana, este último se ocupó de la enseñanza de las diferentes disciplinas escolares y de la

elaboración del currículo de las escuelas, envolviendo a los profesores y a los programas de todas las disciplinas, en la perspectiva educacional de Paulo Freire. Otra diferencia es que este proyecto, que ocurrió en una de las mayores ciudades de América Latina, envolvió a decenas de millares de alumnos, cerca de tres centenas de escuelas y los profesores de éstas, localizadas en un medio urbano industrializado y caracterizado por complejas relaciones económicas y socioculturales con sus reflejos en lo cotidiano vivido por la población. En cambio, los otros dos proyectos, además de ser realizados en escuelas localizadas, esencialmente, en un medio rural, trabajaron con profesores y escuelas en un número menor.

Las sistematizaciones y reflexiones oriundas de estos proyectos permiten presentar síntesis procesales que han sido recurrentes, como las siguientes:

1 – *investigación temática continua*: el inicio de la *investigación temática* sucede el año anterior, con lo mínimo un semestre de anticipación al desarrollo del programa de enseñanza en sala de clase, y se caracteriza como un proceso continuo integrado a las demás actividades escolares, o sea, está siempre aportando datos para los planes de enseñanza y de clase. El equipo que la realiza incluye socio-antropólogos, además de los profesores/educadores de la escuela, contando también, dependiendo de las características de los posibles temas que van definiéndose, con la consultoría de otros especialistas. Prácticamente, procedimientos de recolección de datos oriundos de investigaciones de campo de la sociología/antropología orientan la fase inicial de la investigación temática. Esta dinámica de búsqueda y comprensión de las situaciones significativas en que vive la población de la cual el alumno es originario, aporta parámetros para planear la formación continua de los profesores para que éstos emprendan esta tarea. Propicia, también, una interacción dialógica de los profesores de escuela con los especialistas responsables por la formación. Por ejemplo, exige un esfuerzo de los sociólogos del equipo tanto en su interacción formativa con los profesores como en la comprensión de que el análisis de los datos tiene como meta contribuir con acciones educativas en la escuela, sobre todo en la elaboración y planeamiento curricular. De modo semejante y cuando sea el caso, otros especialistas en temas que van apareciendo tienen la función de preparar las actividades formadoras, con la finalidad de abordar conocimientos específicos que posibiliten a los profesores la comprensión de los temas y el planeamiento de su abordaje en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos.

2 – *temas originan el abordaje de conceptos científicos*: la lógica de la programación de los contenidos se quiebra ya que el abordaje temático no sólo introduce estructuralmente otras variantes, sino que también dirige la selección de la conceptualización científica que será abordada. Así, aún cuando

los conocimientos científicos se mantengan como uno de los ejes de la estructura del programa de enseñanza, los temas generadores son el punto de partida de la elaboración del programa y del planeamiento. Es diferente de una programación que tiene como base el abordaje conceptual, o sea, que se origina tomando como referencia exclusiva la estructura conceptual de las ciencias. Esta característica ha exigido desafíos tanto teóricos como prácticos en el planeamiento de la formación continua de profesores. La introducción de parámetros históricamente no presentes, tales como los temas generadores, en la selección de contenidos que componen el programa escolar no se resume a los aspectos técnicos de programación, aunque éstos demanden un relativo empeño del equipo de educadores. Es necesario problematizar las concepciones de conocimiento, de Ciencia y sobre todo, las concepciones sobre las finalidades de la educación en ciencia que son presentadas por los profesores.

3 – *problematización del conocimiento de los alumnos*: las actividades de enseñanza-aprendizaje envuelven estrategias didácticas que no sólo posibilitan que los alumnos expresen sus ideas, sino que necesitan desafiarlos a expresarlas, ya que lo que se desea es problematizarlas. El uso sistemático de datos de la localidad obtenidos en la investigación temática ha demostrado ser de fundamental importancia para estructurar las actividades de enseñanza que son planeadas por el equipo de profesores.

4 – *formación continua es parte del trabajo del profesor*: el proceso de formación de profesores está orgánicamente articulado a la organización y funcionamiento de la escuela. Es necesario crear condiciones para que la formación continua y la actuación docente, fuera y dentro de la sala de clase, constituyan momentos integrados del trabajo educativo en la escuela. En términos prácticos, la formación continua es parte integrante del horario de trabajo del profesor.

5 - *trabajo colectivo en la escuela*: de acuerdo a lo que se puede deducir, el trabajo es colectivo y envuelve prácticamente todas las actividades docentes fuera de la sala de clase y ha constituido un aspecto de importancia fundamental tanto por la implantación de un proceso educativo que tiene premisas freirianas como base, como por la ayuda a cada uno de los profesores empeñados en esta tarea y en la superación de las dificultades que se presentan.

6 – *alteración organizacional y funcional de la escuela*: al tenerse la concepción de Freire como meta, es necesario hacer una recomposición organizativa y funcional de la escuela, lo que implica el apoyo explícito de los órganos gubernamentales responsables de la educación, cuando no sea de estos órganos la coordinación del proceso. El trabajo en conjunto con la universidad, sobre todo en la formación continua, ha dado contribuciones relevantes.

Como en cualquier proyecto educativo que envuelve cambios, en estos también hubo problemas de varios tipos y originados por distintas causas, dependiendo de las condiciones en que se desarrollaron los proyectos, cada uno con sus características peculiares. De cualquier forma, la implantación de las proposiciones freirianas en las escuelas, relacionadas a cada uno de los proyectos, no fue un proceso homogéneo. Hay una heterogeneidad de comportamientos y compromisos de los equipos de formadores y profesores envueltos. La diferenciación que ocurre, de escuela a escuela, en la apropiación y desarrollo de las premisas freirianas para una educación a través de temas generadores, está presente también entre los profesores de una misma escuela.

Hay indicadores (DELIZOICOV, N., 1995) de que los profesores, cuando se iniciaba la implantación de los proyectos y con relación a su encaje, podían ser encuadrados, a grosso modo, en tres tendencias, que podríamos denominar tendencia *aliada*, tendencia *indiferente* y tendencia *no-alineada*. Cada una de ellas tiene profesores con diferentes intereses, intenciones, motivaciones, historias de vida y de profesión cuyo resultado final es el distinto nivel de involucramiento con el proyecto. Una de las señalizaciones para la coordinación del proyecto en cuanto a su marcha es dada por las manifestaciones y el nivel de adhesión de los profesores de la tendencia *indiferente*, en general la mayor representante. Cuando ellos se organizan en el trabajo colectivo de la escuela, compartiendo y potenciando las prácticas de los profesores de tendencia *aliada*, se notan avances. Los profesores de la tendencia *aliada* también se tornan casi siempre auxiliares en el proceso de coordinación y de investigación que se implanta. Por otro lado, es preciso comprender que los profesores de la tendencia *no-alineada*, a pesar de tener como característica esencial no involucrarse en el proyecto, tienen distintos motivos para mantenerse distantes. Por ejemplo, aquellos que creen que tienen buenos resultados con los alumnos con lo que ya hacen, tienen justificados argumentos para no cambiar la práctica docente, u otros que por inseguridad profesional tampoco se alinean. Es diferente de aquellos que por razones ideológicas no se envuelven, o se oponen a los cambios.

Este tipo de problemas, que está relacionado más directamente a la pregunta cuatro del programa de investigación, depende de las condiciones locales de cómo se establecen las dinámicas del proceso enumeradas en los puntos 4, 5 y 6 anteriormente presentados, respectivamente: la formación continua es parte del trabajo del profesor, el trabajo colectivo en la escuela y la alteración organizacional y funcional, de la escuela, que a su vez dependen de la voluntad política de los gestores educacionales y del relativo aumento de los recursos financieros.

Mientras tanto, hay problemas de otro tipo, los cuales serán abordados en secuencia en este artículo, que se originan en las propuestas freirianas y que envolverían una dimensión teórico-práctica relacionada más directamente a las preguntas 1, 2 y 3 del programa de investigación. Así, en el primer proyecto, el de Guinea Bissau, la investigación temática sucedió en un contexto geopolítico con características bien demarcadas: población mayoritariamente rural, convivencia cotidiana marcadamente determinada por dos culturas humanas, la tradicional africana y la occidental europeizada, y un país casi con ningún proceso de industrialización significativo. En otro contexto, con relaciones socio-culturales, históricas y económicas diferentes de las de Guinea, como es el caso de Brasil, por ejemplo, ¿cómo realizar la investigación temática, obtener los temas generadores pertinentes y elaborar currículos escolares y programas de ciencias naturales? Brasil es un país continental, con grandes disparidades regionales ocasionadas por distintos factores, tales como climáticos, industrialización en polos privilegiados, concentración de la población en grandes centros urbanos, alta concentración de renta y de propiedad privada de la tierra (latifundios). Se trata de actuar en un escenario cuyos niveles de complejidad relacionados a los problemas de investigación no serían resueltos con la simple transposición de algunos resultados conseguidos en el desarrollo del proyecto Guinea Bissau.

Considérese también que, si el enfrentamiento empírico de las cuestiones de investigación en las prácticas establecidas y analizadas en los proyectos propició algunas respuestas, por otro lado llevó a la concientización y formulación de otras, que exigieron una profundización teórica. Aspectos teóricos envueltos en el programa de investigación del grupo fueron presentados en tesis defendidas en la Universidad de San Pablo. Menezes (1988), que en 1975 ya había comenzado a coordinar en el Instituto de Física de la Universidad de San Pablo un grupo de investigación, buscando aproximaciones de la enseñanza de física con las proposiciones freirianas, analiza y fundamenta una concepción de educación, en sintonía con la de Freire, que ayuda a establecer el papel de la educación en ciencias, particularmente en países del hemisferio sur, dadas sus características socio-económicas que determinan peculiaridades de los sistemas educacionales que no siempre tienen correspondencia con países del hemisferio norte. Zanetic (1989) profundiza una interpretación de Ciencia como actividad humana, cultural e históricamente determinada, de acuerdo con premisas epistemológicas freirianas, analizando el papel que la historia y la filosofía de la ciencia deben tener en la educación de ciencias, destacando el carácter cultural de la Ciencia, más allá de sus aspectos instrumentales. Angotti (1991) fundamenta tanto epistemológica como pedagógicamente una perspectiva conceptual que estructura la

inserción de contenidos de las ciencias en la articulación con los temas generadores que originan la programación escolar. Delizoicov (1991) fundamenta, epistemológica y pedagógicamente, estrategias didácticas empleadas en la sala de clase que contemplan la dialogicidad y la problematización de los conocimientos – previos de los alumnos y de los científicos – presentes en la programación a partir de los temas generadores, destacando procesos relacionados de continuidad y rupturas. Pernambuco (1994) analiza transformaciones en la organización de lo cotidiano escolar y en las prácticas docentes como resultado de la adopción de un currículo y programas escolares elaborados cuya génesis son los temas generadores. Pierson (1997) analiza la concepción y el papel de lo cotidiano en las investigaciones y proyectos educacionales desarrollados por el equipo.

Establecer relaciones entre partes

A partir de las situaciones localmente vividas por la población y contenidas en los temas generadores, se buscan relaciones estructurales para comprenderlas mejor, en un trabajo de equipo interdisciplinario, que envuelve profesores de varias disciplinas y la asesoría de especialistas, cuando se elabora la programación. Esas relaciones, que tienen origen en la detección y comprensión de los temas por el equipo de educadores son representadas en *redes temáticas*¹ (SILVA, 1996; 2004) que sintetizan la visión general del tema en estudio, construida en la búsqueda de las relaciones parte-todo, particular-general. La necesidad de percibir la presencia de aspectos más generales y globales a partir de sus manifestaciones locales requiere estudio, reflexión y discusión en la interacción dialógica de profesores de varios campos de conocimientos que contribuyen a la interpretación del tema. Se trata de una síntesis estructurada por parámetros universales contenidos en las teorías de referencia de las áreas y que orientan la selección de los contenidos escolares que constarán en los programas, tal como las redes temáticas construidas para los temas Polución, AIDS (SIDA) y Producción, distribución y consumo de energía eléctrica (DELIZOICOV, ANGOTTI Y PERNAMBUCO, 2002b).

Los datos sobre la localidad obtenidos y siempre alimentados por la investigación temática constituyen también referencias, además de aquellas contenidas en la red temática que dan significado universal a los datos locales. Tales datos, sistemáticamente presentes en el material didáctico empleado en la sala de clase, son problematizados a través de estrategias didácticas dialógicas que serán caracterizadas más adelante.

¹ Las redes temáticas se asemejan gráficamente a los conocidos mapas conceptuales, a pesar de que no se reducen solamente a explicitar conceptos y sus relaciones.

Estos procedimientos teórico-metodológicos tienen su génesis en una interpretación de la dinámica de la educación problematizadora de la forma sistematizada por Freire en el capítulo III del libro *Pedagogía del Oprimido* (FREIRE, 1975), dando una referencia fundamental para que el grupo de educación en ciencias mencionado promueva la transposición realizada para la educación escolar a través de los proyectos. Constituye, tal vez, la parte relativamente menos conocida y explorada de la obra del educador, donde él presenta y analiza una línea de acción, tanto para que se aprehendan los temas generadores, como para que se trabajen, dialécticamente, durante todo el proceso educativo. Freire, en este capítulo del libro, habla sobre cinco etapas destinadas a la investigación temática, siendo la **última** la que puede ser caracterizada por las actividades en sala de clase como una consecuencia de las cuatro anteriores.

A continuación son presentadas, resumidamente, las etapas consideradas por Freire (1975), recordando que el educador tiene como objeto la alfabetización de adultos en la educación informal, teniéndola, por lo tanto, como referencia para caracterizar las etapas:

1ª - denominada *levantamiento preliminar* (FREIRE, 1975, p.122), es el momento en que se realiza un levantamiento de las condiciones de la localidad. A través de datos escritos y conversaciones informales con los individuos (alumnos, padres, representantes de asociaciones, entre otros), visitas y observación de órganos públicos (tales como centros asistenciales de salud, hospitales, comisarías, mercados, etc.) y el uso de cuestionarios, se realiza una recolección de datos;

2ª - denominada *análisis de las situaciones y elección de las codificaciones* (FREIRE, 1975, p.126), es la etapa donde, en función del análisis de los datos aprehendidos, se hace la elección de situaciones que contienen las contradicciones vividas y la preparación de sus codificaciones que serán presentadas en la etapa siguiente;

3ª - denominada *diálogos descodificadores* (FREIRE, 1975, p.131), es la etapa donde:

*“Preparadas las codificaciones, estudiados por el **equipo interdisciplinario** todos los posibles ángulos temáticos contenidos en éstas, los investigadores inician la tercera fase de la investigación. En ésta, vuelven al área para inaugurar los diálogos descodificadores, en los círculos de investigación temática”* (FREIRE, 1975, p. 131; negrita del autor del trabajo).

4ª - denominada *reducción temática* (FREIRE, 1975, p.134), se transformó en un desafío para la comprensión de los temas, con el fin de planear su abordaje en el proceso educativo:

*“Su última etapa [de la investigación temática] se inicia cuando los investigadores, terminadas las descodificaciones en los círculos, dan comienzo al estudio **sistemático e interdisciplinario** de sus hallazgos...”*

*“Estos temas deben ser clasificados en un cuadro general de ciencias, sin que esto signifique, aún así, que sean vistos en la **futura elaboración del programa**, formando parte de departamentos aislados.*

*“Significa, solamente, que hay una visión más específica, central, de un tema, de acuerdo a su situación en un **dominio** cualquiera de las **especializaciones**” (FREIRE, 1975, p.134-135; negrita del autor del trabajo).*

Es en esta etapa, por lo tanto, anterior a la situación “sala de clase”, que se inicia la programación, en lo que se refiere a contenidos específicos.

La función del especialista en esta etapa no es despreciable y el hecho de colocarse en una postura dialógica no implica necesariamente, que no mantenga el control del proceso, sobre todo con respecto al establecimiento y desarrollo de conocimientos universales.

El papel atribuido por Freire al especialista es el siguiente:

*“Hecha la delimitación temática, cabrá a cada **especialista**, dentro de su campo, presentar al equipo interdisciplinario el proyecto de “reducción” de su tema. En el proceso de “reducción” de éste, el **especialista** busca sus núcleos fundamentales que, constituyéndose en **unidades de aprendizaje y estableciendo una secuencia entre sí**, dan una visión general del tema “reducido” (FREIRE, 1975, p.135; negrita del autor del trabajo);*

5ª - es la etapa realizada en los *círculos de cultura* (FREIRE, 1975) en el caso de la alfabetización de adultos, en la educación informal, y caracteriza el *trabajo en sala de clase*, si nos referimos a la educación escolar. Es solamente después de las cuatro etapas anteriores, destinadas a la obtención, estudio y planeamiento de los temas por el equipo interdisciplinario, que se retoma la acción educativa, en una etapa más ampliada, con el programa establecido y el material didáctico a ser usado con los alumnos ya sistematizado, según explica el educador:

*“**Elaborado el programa**, con la temática ya reducida y codificada, se confecciona el material didáctico... Con todo este material preparado al que se juntarían pre-libros sobre esta temática, el equipo de educadores estará apto para devolverla al pueblo, sistematizada y ampliada. Temática que, siendo de él, vuelve ahora a él, **como problemas a ser descifrados**, jamás como contenidos a ser depositados” (FREIRE, 1975, p. 137-139; negrita del autor del trabajo).*

La investigación temática (DELIZOICOV, 1980, 1982; ANGOTTI, 1981, 1982) realizada en el proyecto desarrollado en Guinea Bissau permitió estructurar la programación de ciencias naturales de 5º grado (DELIZOICOV Y CASTILHO, 1980a, 1980b) de los siguientes temas: *el agua en la agricultura, los instrumentos agrícolas y el suelo*, originarios de un análisis de las condiciones de la

producción agrícola del país. El punto de partida fueron los datos obtenidos con la investigación temática (que contó con la asesoría de un agrónomo y un economista) sobre los medios de producción tradicional de los agricultores y su relación con la necesidad del aumento de producción de alimentos -una de las metas gubernamentales-, así como con los fenómenos naturales de los que depende la agricultura. Además de la lluvia, que en Guinea Bissau determina una época característica, el fenómeno de las mareas es relevante para el cultivo del arroz (mayor fuente de producción agrícola). Todo el país es atravesado por grandes ríos que presentan profundos estuarios, abriéndose en grandes deltas en el océano, cuyas aguas en la marea alta pueden penetrar en los ríos hasta cien kilómetros de distancia del delta, ocasionando la inundación de zonas donde se localizan los mayores arrozales (cerca del 20% del área total del país). La programación de ciencias naturales de 6° grado (ANGOTTI Y SIMÕES, 1981a, 1981b) se estructuró a partir de los siguientes temas: *enfermedades infecto-contagiosas, cuerpo humano y medio ambiente y costumbres* considerando datos obtenidos con la investigación temática sobre aspectos de la salud colectiva de la población, particularmente los relativos a la malaria y la filariosis, que por ser endémicas exigían grandes esfuerzos de los órganos gubernamentales en planear su erradicación, cabiéndole a la educación escolar su parte de contribución. En aquel período todavía no había datos referentes al AIDS (SIDA).

El proyecto (PERNAMBUCO, 1983) implantado en la región nordeste de Brasil en conjunto entre la Universidad Federal de Río Grande del Norte y dos Secretarías de Educación Municipal, una de la capital del estado, Natal, y la otra del municipio de San Pablo de Potengi, localizada a 80 Km. de Natal, tiene también, un contexto más definido por el medio rural y la economía rural. Con los datos obtenidos en la investigación temática se elaboraron programas de enseñanza para 3° y 4° grado de las escuelas del municipio a partir de los temas *seca, salud y agricultura* (PERNAMBUCO ET AL. 1985, DALPIAN et al, 1985). Un nuevo tema fue incluido en el tercer año del proyecto: *terremotos*. Como se sabe, en Brasil los terremotos son relativamente raros en la historia reciente. Sin embargo, estremecimientos sísmicos de intensidades medias de 4,0 y 5,1 en la escala Richter fueron sentidos en 1986 en la ciudad y la región en que ocurría el proyecto. Por solicitud de padres de alumnos y profesores el tema terremotos pasó a formar parte de la programación. La investigación temática, realizada en otro segmento del proyecto desarrollado en la capital del estado, Natal, en una escuela localizada en un contexto marcadamente urbano, barrio de clase media baja, compartiendo un conjunto urbanístico de viviendas populares de más de 20 años, posibilitó estructurar la programación de 1° a 4° grado con el tema *habitación*, tomando en cuenta los datos de la investigación temática.

En el proyecto “Interdisciplinaridad vía Tema Generador”, en las escuelas públicas del municipio de San Pablo durante la gestión de Paulo Freire como secretario de la educación, se establecieron convenios entre la prefectura y la Universidad de San Pablo, la Universidad de Campinas y la Pontificia Universidad Católica de San Pablo. Profesores e investigadores de estas tres universidades, en conjunto con técnicos y profesores del sistema público de educación de la ciudad de San Pablo, al realizar la investigación temática en un contexto de relaciones complejas, como es el de una ciudad con las características de San Pablo definieron, entre otros criterios y procedimientos, el levantamiento de variables relativas a los siguientes aspectos: *vivienda, salud, recreación, transporte, educación, trabajo, seguridad, saneamiento básico, ecología y participación popular* (BRASIL/INEP, 1994). Los datos obtenidos se cruzan originando una matriz de 10x10 a partir de la doble entrada de estos aspectos, que entonces es sometida a un análisis por un equipo interdisciplinario. Cada una de las cerca de tres centenas de escuelas, considerando la investigación temática realizada por sus profesores, analizaba los datos para obtener los temas generadores particulares y para elaborar las redes temáticas que darían origen a los programas de enseñanza, tomando como referencia principal la matriz obtenida con los datos de la escuela. Ya adelantado, este proceso exigió la formación continua en servicio de profesores y la adecuación del funcionamiento y organización de las escuelas, además de la preparación de decenas de textos, referidos en Brasil/Inep (1994), Pontuschka (1993) y Torres, Cadiz y Wong (2002), elaborados por técnicos de la secretaría y especialistas de las universidades para subsidiar la acción de los profesores.

Silva (2004) profundiza aspectos teóricos relativos a la red temática y su uso en la elaboración del currículo y, según se puede constatar, la construcción de esta red temática es un desafío para un trabajo de equipo interdisciplinario y caracteriza el inicio de lo que Freire denominó proceso de reducción temática. La meta pretendida es: con los datos obtenidos determinar las situaciones locales que son significativas para la población y alumnos que las viven y tratar de comprenderlas de forma relacional e incluyente con el empleo de teorías y modelos teóricos. Su punto culminante es la obtención y el planeamiento de los programas de enseñanza de las disciplinas que componen el currículo escolar teniendo los temas generadores encontrados como una de las referencias. Esta característica hace que no se quede restricto a los aspectos locales y a los conocimientos del sentido común que los interpretan. Se pretende la superación de éstos, a través de ganancias cognoscitivas posibilitadas por conocimientos universalizados que puedan colaborar en la ejecución de acciones transformadoras de las situaciones locales. En este sentido, el concepto de tema generador puede ser

comprendido también como generador de programas escolares, ya que aporta criterios para la selección de conocimientos, oriundos de teorías científicas, que serán abordados en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Programa de ciencias naturales y estrategias didácticas

El desafío en la elaboración de programas escolares de ciencias que se originan en las relaciones establecidas con la *red temática* es la inserción sistemática y estructurada de la conceptualización científica. Por esta causa, el problema fue explicitar una visión estructurada del conocimiento científico con doble finalidad: 1 – establecer parámetros para una selección no fragmentada de contenidos científicos durante el proceso de reducción temática, que tiene como una de las metas la proposición de una programación escolar orgánica y articulada; 2 - posibilitar su apropiación por el alumno, durante los años de escolaridad, para tomarla como referencia para la interpretación de los fenómenos de la naturaleza bruta y de la naturaleza transformada. La opción ha sido el uso de conceptos *supradisciplinarios* que pueden constituir anclas, tanto para las adquisiciones del saber científico como para minimizar el exceso de fragmentación del pensamiento de los estudiantes y también de los profesores. La búsqueda y la identificación de estos conceptos han sido dirigidas por parámetros epistemológicos y pedagógicos. Angotti (1991, 1993) los denomina *conceptos unificadores* y al fundamentarlos a través de estos dos parámetros busca caracterizarlos: - 1 - son pocos, densos y determinados, tanto por la naturaleza epistémica del conocimiento en ciencia y tecnología, como por las complejas relaciones de diseminación y transformación del saber que ocurren en la esfera educacional; 2 – dirigen la búsqueda de totalidades, sin descaracterizar las fragmentaciones necesarias; 3 – son unificadores porque, aplicados en gran escala en los diferentes ámbitos de las ciencias naturales, llegan a construir puentes o, por lo menos, eslabones para el conocimiento en ciencias sociales; 4 – son complementarios a los temas generadores y llevan la tendencia epistémica al proceso de enseñanza y aprendizaje, en la medida en que identifican los aspectos más compartidos (en cada época) por las comunidades de ciencia y tecnología.

Los conceptos así caracterizados y fundamentados (ANGOTTI, 1991, 1993), que han sido referencia básica y sistemática para la preparación de los programas de enseñanza en ciencias en los proyectos citados en el artículo, son cuatro, teniendo cada uno de ellos su fundamento específico (ANGOTTI, 1991): *transformaciones, regularidades, energía y escalas*.

Así, por ejemplo, en el proyecto de Guinea Bissau, a partir de los temas generadores citados, de la red temática elaborada y del uso de estos conceptos unificadores, se elaboró una programación de ciencias que originó los textos para alumnos (DELIZOICOV Y CASTILHO, 1980A; ANGOTTI Y SIMOES, 1981a) y profesores (DELIZOICOV Y CASTILHO, 1980B; ANGOTTI Y SIMOES, 1981b). De manera semejante el uso de conceptos unificadores en el proyecto de la Universidad Federal de Río Grande del Norte posibilitó la programación de actividades para la sala de clase y orientaciones didáctico-pedagógicas (PERNAMBUCO ET AL. 1985; DAL PIAN ET AL, 1985), parcialmente reproducidas en Delizoicov y Angotti (1990). Ya en el proyecto de la ciudad de San Pablo, el uso sistemático de los conceptos unificadores estuvo articulado con el proceso de formación continua de profesores y con el uso de textos (SÃO PAULO, 1989a, 1989b, 1991, 1992) de orientación especialmente elaborados, pues cada escuela produjo su programación originada en la red temática obtenida de las situaciones significativas locales. Se destaca el papel de los conceptos unificadores en la diversidad de programas originados, que tienen las características locales como origen del programa, posibilitando: 1 – la aprehensión de la universalidad del conocimiento en ciencia a partir de lo que es trabajado en cada escuela y 2 – la regularidad existente en la selección de contenidos específicos, aunque la programación esté originada en los temas generadores de cada escuela, aspectos analizados y ejemplificados en Delizoicov, Angotti y Pernambuco (2002b).

A pesar de que el empleo articulado de la matriz 10x10 referida, con la red temática y con los conceptos unificadores haya, por un lado, representado un avance teórico-práctico para la realización de la transposición de propuestas freirianas a la educación escolar, por otro lado ha originado problemas que requieren investigación. Por ejemplo, es necesario responder a la pregunta, de cuño teórico: ¿es necesario considerar otros conceptos unificadores? En cuanto al uso empírico de estas estrategias se debe comprender mejor, por ejemplo, sus limitaciones, e igualmente, cómo ocurre la dinámica de las soluciones encontradas por los equipos de profesores y formadores en la elaboración de currículos y programas escolares. Y también, investigar cuáles han sido las principales dificultades encontradas por los equipos en la adopción teórico-práctica de estas tres estrategias.

En cuanto a la dinámica de las clases, es preciso destacar, que en la concepción freiriana de educación, la necesidad de articular los temas generadores con la programación de los contenidos de enseñanza es la consecuencia de dos presupuestos fundamentales e íntimamente relacionados: 1 – la educación debe contribuir a la liberación de los hombres a través de la actuación transformadora y crítica en su medio físico y socio-cultural y 2 – la necesidad de concientización ya que hay “*una*

limitación en la posibilidad de percibir más allá” (FREIRE, 1975, p. 126) de los sujetos inmersos en las contradicciones contenidas en los temas generadores. Es por eso el énfasis del educador en la dimensión dialógica y problematizadora del acto educativo. El proceso de *codificación-problematización-descodificación* propuesto y analizado por Freire (1975) estructura la dinámica de la interacción en la sala de clase. Basándose en un código que representa, mediante cualquiera de los múltiples canales de comunicación, las situaciones relacionadas a los temas, ese proceso debe ser planeado de modo que de un lado sean obtenidas y problematizadas las comprensiones de los alumnos sobre las situaciones y, de otro, permita la inserción sistemática de los conocimientos científicos con los que se analizan las situaciones.

La interpretación de Freire (1975) es que los pronunciamientos del educando, relativos a los temas, reflejarían su *conciencia real efectiva* (GOLDMANN, 1980) de la situación representada en la codificación. Esa conciencia real efectiva que Freire considera, es una categoría de análisis que Goldmann (1980) conceptúa y se refiere a una conciencia de clase. Freire la emplea para analizar e interpretar que hay pronunciamientos sobre la situación que no se refieren solamente a los alumnos particulares que se expresaron, sino que también son representativos del medio sociocultural con el que los alumnos más frecuente y predominantemente mantienen relaciones. Sería, por tanto, una situación significativa que es vivida y aprehendida según sus padrones de interacción, tanto con el medio físico como con el sociocultural. Freire cita a Goldmann para corroborar un análisis: *“La conciencia real efectiva resulta de múltiples obstáculos y desvíos que los factores de la realidad empírica imponen e infligen a la realización de la conciencia posible”* (GOLDMANN APUD FREIRE, 1975, p. 126). Su superación, entonces, ocurriría a través de una *conciencia máxima posible* (Goldmann, 1980), envolviendo rupturas de las que el proceso de codificación-problematización-descodificación debe ocuparse.

El problema a ser enfrentado en la sala de clase al abordar los temas tiene, por lo tanto, dos características fundamentales: 1 - la aprehensión por parte del profesor del significado que el sujeto-alumno atribuye a las situaciones, como una interpretación oriunda de la inmersión del alumno en sus relaciones cotidianas, para que pueda ser problematizado sistemáticamente: 2 – la aprehensión por el alumno, vía problematización, de una interpretación oriunda de conocimientos científicos, la cual será introducida por el profesor en el proceso de problematización y que ya fue previamente planeada y estructurada en unidades de enseñanza.

Se trata de organizar la práctica docente de forma que explícitamente se consideren rupturas que es necesario que ocurran, para que el alumno se apropie de conocimientos científicos que le permiten reinterpretar las situaciones contenidas en los temas. Una dinámica didáctico-pedagógica estructurada en tres *momentos pedagógicos* (DELIZOICOV, 2001; DELIZOICOV, ANGOTTI Y PERNAMBUCO, 2002a) bien caracterizados, organizó la práctica pedagógica de los profesores de ciencias que adoptaron la perspectiva freiriana durante la implantación de los proyectos mencionados. En un proceso articulado con la formación continua y con el uso crítico de estos momentos, los profesores dieron contribuciones relevantes para la construcción de esta dinámica, cuyo eje estructurante es la problematización de los conocimientos. Se problematiza, por un lado, el conocimiento que es explicitado por los alumnos, sobre las situaciones significativas. Por otro, se identifican y formulan adecuadamente los problemas que llevan a la conciencia y a la necesidad de introducir, abordar y apropiarse conocimientos científicos.

Delizoicov (1991; 1996) fundamenta esta dinámica didáctica a través de parámetros epistemológicos y pedagógicos. Además de Freire, toma como referencia a Kuhn (1975, 1987), Bachelard (1976, 1977, 1980) y Piaget (1975, 1984), teniendo en cuenta los argumentos de estos autores sobre discontinuidades y rupturas en la producción de conocimiento científico. Delizoicov (1991) argumenta que una de las características de la ruptura se refiere a lo que debe ocurrir entre el *proceso-producto* –indisociables-, construido por el alumno en sus interacciones con el medio físico y sociocultural de referencia cotidiana y su aprehensión del conocimiento científico abordado en la escuela, siendo que éste posee una estructura que también implica el *proceso-producto* –indisociables-, construido durante la producción de este conocimiento. Los tres momentos pedagógicos, con los cuales se estructuran unidades de enseñanza, tales como en Angotti y Delizoicov (1990), Delizoicov (2001) y Pernambuco et. al. (1985), son caracterizados así (DELIZOICOV, ANGOTTI Y PERNAMBUCO, 2002a):

Problematización inicial: se presentan situaciones reales especialmente seleccionadas de los datos de la investigación temática, que los alumnos conocen y presencian, que están relacionadas a los temas y que también exigen la introducción de los conocimientos contenidos en las teorías científicas para interpretarlas. Se desea desafiar a los alumnos para: 1- obtener y 2 – problematizar el conocimiento que ellos van exponiendo. Se proponen pocas cuestiones, en torno de las situaciones y hechos de la investigación, inicialmente discutidas en un pequeño grupo, para después explorar las posiciones de los diferentes grupos con toda la clase, en el gran grupo. La función coordinadora del profesor se dirige más a cuestionar posicionamientos, inclusive fomentando la discusión de las distintas

respuestas de los alumnos y lanzando dudas sobre el asunto, que a responder o dar explicaciones. En síntesis, la finalidad de este momento es propiciar un distanciamiento crítico del alumno, al encontrarse con las interpretaciones de las situaciones que están siendo discutidas.

El punto culminante de esta problematización es hacer que el alumno sienta la necesidad de adquirir otros conocimientos que todavía no tiene, o sea, se busca configurar la situación en discusión como un problema que puede originar nuevos conocimientos.

Organización del Conocimiento: los conocimientos seleccionados en el proceso de reducción temática articulados con la problematización inicial, son sistemáticamente estudiados en este momento sobre la orientación del profesor. Las más variadas actividades son planeadas y empleadas con los alumnos de modo que el profesor pueda desarrollar la conceptualización científica identificada como fundamental, para una comprensión científica de las situaciones que están siendo problematizadas.

Aplicación del Conocimiento: se destina, sobre todo, a abordar sistemáticamente el conocimiento que viene siendo incorporado por el alumno para analizar e interpretar tanto las situaciones significativas iniciales que determinaron su estudio, como otras situaciones, que aunque no estén directamente ligadas a ellas y a los temas, pueden ser comprendidas por el mismo conocimiento. Del mismo modo que en el momento anterior, las más diversas actividades deben ser desarrolladas, buscando la generalización de la conceptualización que ya fue abordada. La meta pretendida con este momento es mucho más capacitar a los alumnos para que vayan empleando los conocimientos, con la perspectiva de formarlos para articular constante y rutinariamente la conceptualización científica con situaciones reales, que simplemente encontrar una solución al emplear algoritmos matemáticos que relacionan números, o cualquier otro problema típico de los libros de texto. Independientemente del empleo del aparato matemático disponible para enfrentar esta clase de problemas, la identificación y empleo de la conceptualización relacionada, o sea, el soporte teórico dado por la Ciencia es que está en pauta en este momento. Es un uso articulado de la estructura del conocimiento científico con las situaciones significativas, relacionadas a los temas, para entenderlas mejor, ya que ésta es una de las metas a ser conseguida con el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. El potencial explicativo y concientizador de las teorías científicas es el que necesita ser explorado.

Debe ser resaltado que el empleo en sala de clase de los tres momentos así caracterizados no puede ser comprendido como un modelo didáctico que va a hacer efectivas las rupturas de los alumnos, ya que éstas no dependen solamente de abordajes didácticos en sala de clase. Sin embargo, la dinámica de interacciones que puede ser planeada propicia la inclusión de elementos que pueden potenciar

desequilibrios en las certezas de los alumnos, desestabilizaciones de modelos explicativos y conciencia de lagunas y de necesidades cognoscitivas. Por otro lado, el uso mecánico de estos momentos como un “método de enseñanza” para organizar las clases de modo que el primer momento sea un simple pretexto y justificativa para introducir la conceptualización científica a ser abordada en el segundo momento, ha sido uno de los problemas que requieren el empeño efectivo y los cuidados de los equipos de formadores de profesores en la implementación de las prácticas freirianas. Es fundamental la presencia constante y sistematizada de datos obtenidos en la investigación temática para que, a partir de ellos, sean sistemáticas las problematizaciones del “habla” de los alumnos.

Consideraciones finales

La dimensión político-ideológica de la concepción de educación de Paulo Freire contemplada, particularmente, en sus análisis sobre el papel de la concientización en la liberación de los seres humanos, así como en el énfasis dado a la necesidad de esta liberación, es, de modo general, la que más se destaca en cuanto a Freire se refiere. Sin embargo, según lo expuesto en este artículo, la concepción freiriana también fundamenta procedimientos e instrumentaliza prácticas educativas, aunque haya requerido investigación para implementarla en la educación escolar, ya que originalmente fue concebida para espacios educativos informales.

En sintonía con los presupuestos defendidos por Freire, y como consecuencia de propuestas y acciones coordinadas por secretarías de educación, desde 1993 más de una decena de ciudades brasileñas, de pequeño, mediano y gran porte, localizadas en las diversas regiones del país, inclusive capitales de estados, han tomado como referencia la iniciativa implantada de 1989 a 1992 en las escuelas públicas de San Pablo para implementar currículos escolares según la concepción de Paulo Freire, contando para ello con la asesoría de algunos educadores que actuaron en el proyecto de San Pablo. Silva (2004) analiza este proceso de diseminación de la concepción freiriana que está ocurriendo en estas ciudades y Brandão (2003) enfoca particularmente algunos de sus aspectos en las ciudades del sur de Brasil.

Además, investigadores que se dedican a la temática CTS, tales como Auler (2003), Auler y Delizoicov (2006), Nascimento y Von Linsengen (2006) y Santos (2008) han establecido relaciones con la concepción freiriana, argumentando que Freire consistentemente da fundamentos a una perspectiva de actuación en la educación escolar cuando ésta aborda cuestiones relativas a las relaciones entre

Ciencia, Tecnología, Sociedad. En estos casos, hay una opción político-ideológica explícita, con referencia a premisas freirianas, que orienta la argumentación sobre el papel de la perspectiva CTS en la educación escolar.

Esta opción político-ideológica parece ser una de las condiciones presentes en que se encuentra una cantidad expresiva de profesores en Brasil que, autónomamente, implementan prácticas educacionales freirianas. Formados directamente o no, por las administraciones que adoptaron la perspectiva freiriana como directriz para la educación pública, hay profesores que, aisladamente o en grupos, tienen como meta establecer currículos y prácticas docentes que se orientan por las características educacionales aquí expuestas, aún en las administraciones públicas que no se organizan para fomentar explícitamente estas iniciativas. Será necesario, entonces, realizar un estudio de estos casos con el sentido de comprender mejor cómo están sucediendo y detectar las adecuaciones y novedades, advenidas de la actuación de estos profesores en un contexto funcional, administrativo y de organización diferente de aquellos que fueron objeto de consideración en este artículo.

Referencias bibliográficas

ANGOTTI, J.A.P. *Rapport sur le projet de formation des professeurs de sciences naturelles en Guinée Bissau – Bilan 1979-1981*. Paris: IRFED, 1981.

ANGOTTI, J.A.P. *Solução alternativa para a formação de professores de ciências*. Disertacion de Maestria - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

ANGOTTI, J.A.P. *Fragments e totalidades no conhecimento científico e no ensino de ciências*. Tesis de Doctorado – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

ANGOTTI, J.A.P. Conceitos unificadores e ensino de física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 15, n.1 a 4, p. 191-198, dez. 1993.

ANGOTTI, J.A.P. e SIMÕES I. *Ciências Naturais – Livro do Aluno – 6ª Classe*. Bissau: Imprensa Nacional da Guiné Bissau, 1981a.

ANGOTTI, J.A.P. e SIMÕES I. *Ciências Naturais – Guia do Professor – 6ª Classe*. Bissau: Ministério da Educação da Guiné Bissau, 1981b.

ANGOTTI, J.A.P. e DELIZOICOV, D. *Física*. São Paulo: Ed. Cortez, 1991.

AULER, D. Alfabetização científico-tecnológica: um novo “paradigma”? *Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, v. 5, n. 1, p. 1-16, mar. 2003. Disponible en: <http://www.fae.ufmg.br/ensaio>. Último acceso: 14 fev. 2008.

AULER, D. ; DELIZOICOV, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, v. 05, n2, n. 02, p. 337-355, 2006. Disponível em: http://saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen5/ART8_Vol5_N2.pdf. Último acceso: 18 fev. 2008.

BACHELARD, G. *El materialismo racional*. Buenos Aires: Paidós, 1976.

BACHELARD, G. *O materialismo aplicado*. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

BACHELARD, G. *La formation de l'esprit scientifique*. Paris: J. Vrin, 1980.

BRANDÃO, C.R. *A pergunta a várias mãos*. São Paulo: Ed. Cortez, 2003.

BRASIL *Interdisciplinaridade no Município de São Paulo*. Série Inovações Educacionais. Brasília: INEP/MEC, 1994.

CARR, W. e KEMMIS, S. *Becoming Critical: Education, Knowledge and Action Research*. Brighton, UK: Falmer Press, 1986.

DAL PIAN et al, *Seca e água – material de apoio*. Natal: Editora Universitária UFRN, 1985.

DELIZOICOV, D. *Rapport sur le projet de formation des professeurs de sciences naturelles en Guinée Bissau – Bilan 1979-1980*. Paris: IRFED, 1980.

DELIZOICOV, D. Uma experiência em ensino de ciências na Guiné Bissau - Depoimento. *Revista de Ensino de Física*, v. 2, n. 4, p. 57-72, dez. 1980a.

DELIZOICOV, D. *Concepção problematizadora do ensino de ciências na educação formal*. Dissertação de Maestria - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

DELIZOICOV, D. O ensino de física e a concepção freiriana da educação. *Revista de Ensino de Física*, v. 5, n. 2, p. 85-98, dez. 1983.

DELIZOICOV, D. *Conhecimento, tensões e transições*. Tesis de Doctorado - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

DELIZOICOV, D. Interacionismo na construção dos paradigmas. *Pró-Posições*, v.7, n.1[19], p.84-94, mar. 1996.

DELIZOICOV, D. Problemas e Problematizações. In: PIETROCOLA, M. (org.). *Ensino de Física – conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Ed.da UFSC, 2001. p. 125-150.

DELIZOICOV, D. Práticas freirianas no ensino de ciências. In: MATOS, C. (org.) *Conhecimento Científico e Vida Cotidiano*. São Paulo: Terceira Margem/Estação Ciência, 2003. p. 133-144.

DELIZOICOV, N.C. *O professor de ciências naturais e o livro didático – no ensino de programas de saúde*. Dissertação de Maestria – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

DELIZOICOV, D e CASTILHO, N. *Ciências Naturais – Livro do Aluno – 5ª Classe*. Bissau: Imprensa Nacional da Guiné Bissau, 1980a.

DELIZOICOV, D. e CASTILHO, N. *Ciências Naturais – Guia do Professor – 5ª Classe*. Bissau: Ministério da Educação da Guiné Bissau, 1980b.

DELIZOICOV, D. e ANGOTTI, J.A.P. Um programa de Ciências para as 4 séries iniciais. In: _____ *Metodologia do ensino de ciências*. São Paulo: Ed. Cortez, 1990.

DELIZOICOV, D., ANGOTTI, P.A.J. e PERNAMBUCO, M.M.C. Abordagem de temas em sala de aula. In: _____ *Ensino de ciências – fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2002a. p. 173-239.

DELIZOICOV, D., ANGOTTI, P.A.J. e PERNAMBUCO, M.M.C. Temas de ensino e escola. In: _____. *Ensino de ciências – fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2002b. p. 251-294.

FREIRE, P. *Educação como prática de liberdade*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1968.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1975.

FREIRE, P. *Extensão ou comunicação?*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977.

FREIRE, P. *Cartas à Guiné Bissau*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1978.

FREIRE, P. *Educação na cidade*. São Paulo: Cortez, 1995.

GOLDMANN, L. *Ciências humanas e filosofia*. S. Paulo, Cortez, 1980.

KEMMIS, S. e McTAGGART, R. *Como planificar la investigación-ación*. Barcelona: Editorial Laerts, 1988.

KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. S. Paulo: Perspectiva, 1975.

KUHN, T. S. *La tension esencial*. México: Fondo de Cultura Económica, 1987.

LEMGRUBER, M. Um panorama da educação em ciências. *Educação em Foco*, v. 5, n. 1, p. 13-28, ago. 2000.

MENEZEZ, L.C. *Crise, cosmos, vida humana: Física para uma educação humanista*. Tesis de Livre-docência - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1988.

MENEZEZ, L.C. Paulo Freire e os físicos. In: GADOTTI, M. (org.) *Paulo Freire uma biobibliografia*. São Paulo: Ed. Cortez: Instituto Paulo Freire; Brasília, DF: UNESCO. 1996.

MENEZES, L. C. Paulo Freire e os físicos. *Obra de Paulo Freire*, 1996. Disponible en: http://www.paulofreire.org/Paulo_Freire/Vida_e_Obra/vida_obra_textos.htm#36 . Último acceso: 18 fev. 2008.

NACIMENTO, Tatiana G.; VON LINSINGEN, Irlan. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. *Convergencia* , v.13, p. 95-116, nov. 2006.

PERNAMBUCO, M.M.C. *Projeto ensino de ciências a partir de problemas da comunidade: uma experiência no Rio Grande do Norte*. Natal: UFRN, Brasília: CAPES/MEC/SPEC, 1983.

PERNAMBUCO, M.M.C. Quando a troca se estabelece – a relação dialógica. In: PONTUSCHKA, N. (org.). *Ousadia no diálogo – Interdisciplinaridade na escola pública*. São Paulo: Edições Loyola, 1993a. p. 19-36.

PERNAMBUCO, M.M.C. Significações e realidade: conhecimento. In: PONTUSCHKA, N. (org.). *Ousadia no diálogo – Interdisciplinaridade na escola pública*. São Paulo: Edições Loyola, 1993b. p. 67-92.

PERNAMBUCO, M.M.C. *Educação e escola como movimento*. Tesis de Doctorado - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

PERNAMBUCO et alii. *Saúde – material de apoio*. Natal: Editora Universitária UFRN, 1985.

PERNAMBUCO, M.M.C., DELIZOICOV, D. e ANGOTTI, J. A. Projeto ensino de ciências a partir de problemas da comunidade. In: SEMINÁRIO CIÊNCIA INTEGRADA E/OU INTEGRAÇÃO ENTRE AS CIÊNCIAS: TEORIA E PRÁTICA, Rio de Janeiro. Atas ... Rio de Janeiro, 1988.

PERNAMBUCO, M.M.C., DELIZOICOV, D. e ANGOTTI, J. A. Pesquisa em ensino de ciências – Uma posição: interdisciplinaridade, totalidades e rupturas. In: III ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, Porto Alegre. Atas ... Porto Alegre, 1990.

PIAGET, J. *A equilibração das estruturas cognitivas*. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

PIAGET, J. e GARCIA, R. *Psicogenesis y História de la Ciencia*. México: Siglo XXI, 1984.

PIERSON, A.H.C. *O cotidiano e a busca de sentido para o ensino de física*. São Paulo. Tesis de Doctorado - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

PONTUSCHKA, N. (org.) *Ousadia no diálogo – Interdisciplinaridade na escola pública*. São Paulo: Edições Loyola, 1993.

PFUNDT, H.; DUIT, R. *Bibliography students' alternative frameworks and Science Education*. Kiel: Institute for Science Education, 1994.

SÃO PAULO *Ação Pedagógica da Escola pela Via da Interdisciplinaridade*. São Paulo: Secretaria Municipal de Educação . Cadernos 1, 2 e 3, 1989a.

SÃO PAULO *Movimento de Reorientação Curricular*. São Paulo: Secretaria Municipal de Educação. Documentos 1 e 2, 1989b.

SÃO PAULO *Temas geradores e a construção do programa*. São Paulo: Secretaria Municipal de Educação. Caderno de Formação, n. 3, 1991.

SÃO PAULO *Movimento de Reorientação Curricular – Ciências: Visão de Área*. São Paulo: Secretaria Municipal de Educação, 1992.

SANTOS, W.L.P. Educação científica humanista em uma perspectiva freireana: resgatando a Função do ensino de CTS. *Alexandria*, v.1, n.1, p. 109-131, mar. 2008. Disponível em: http://www.ppgect.ufsc.br/alexandriarevista/numero_1/artigos/WILDSON.pdf. Último acesso: 18 fev. 2008.

SEVERINO, A.J. O transpositivismo: reavaliando a ciência. In: _____. *A filosofia contemporânea no Brasil – Conhecimento, política e educação*. Petrópolis: Vozes, 1999. p. 79-102.

SILVA, A. F. G. Política educacional e construção da cidadania. In: SILVA, L. H. e AZEVEDO, J. C. *Reestruturação Curricular: novos mapas culturais, novas perspectivas educacionais*. Porto Alegre: Sulina, 1996. p. 204-236.

SILVA, A. F. G. *Das falas significativas às práticas contextualizadas: a construção do currículo na perspectiva crítica e popular*. Tesis de Doctorado – Pontifícia Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

TORRES, C. A. ,O’ CADIZ, M. P. e WONG, P.L. *Educação e democracia – a práxis de Paulo Freire em São Paulo*. São Paulo: Cortez: Instituto Paulo Freire, 2002.

VILLANI, A. *Conteúdo científico e problemática educacional na formação de professores de ciências*. Tesis de Livre Docência - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

ZANETIC, J. *Física também é cultura*. Tesis de Doctorado - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

ZANETIC, J. e DELIZOICOV, D (1993) A proposta de interdisciplinaridade e o seu impacto no ensino municipal de 1º grau. In: PONTUSCHKA, N. (org.). *Ousadia no diálogo – Interdisciplinaridade na escola pública*. São Paulo: Edições Loyola, 1993. p. 9 -18.

DEMÉTRIO DELIZOICOV: es Profesor Asociado al Centro de Ciencias de la Educación y del Programa de Postgrado en Educación Científica y Tecnológica de la Universidad Federal de Santa Catarina. Licenciado en Física, Universidad de San Pablo (USP), Maestría en Enseñanza de Ciencias, Instituto de Física y Facultad de Educación de la USP y Doctor en Didáctica, Facultad de Educación de la USP coordina el Grupo de Estudio e Investigación en Enseñanza de Ciencias de Santa Catarina (GEPECISC).