

ENSINO DA GENÉTICA CONTEMPORÂNEA: CONTRIBUIÇÕES DA EPISTEMOLOGIA DE FLECK

CONTEMPORARY GENETICS TEACHING: CONTRIBUTIONS OF FLECK'S EPISTEMOLOGY

Neusa Maria John Scheid¹
Nadir Ferrari², Demétrio Delizoicov³

1 Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões/ Departamento de Ciências Biológicas/ Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina (PPGECT),

scheidade@terra.com.br

2. Universidade Federal de Santa Catarina/ Núcleo de Estudos em Genética Humana / PPGECT,

naferrari@ccb.ufsc.br

3. Universidade Federal de Santa Catarina/ Departamento de Metodologia e Ensino / PPGECT,

demetrio@ced.ufsc.br

Resumo

No trabalho apresenta-se um instrumento elaborado com o objetivo de identificar as concepções que estudantes de Ciências Biológicas possuem sobre a natureza da ciência. Tem-se como pressuposto que a concepção de ciência do professor tem repercussões na forma de ensinar temas contemporâneos polêmicos como os relacionados à Genética Molecular. A partir da perspectiva epistemológica de Fleck, estruturou-se a produção dos materiais para avaliar as concepções sobre a natureza da ciência desses futuros professores e verificar o conhecimento que possuem da história da Genética, bem como a importância que atribuem às suas aplicações tecnológicas e às implicações éticas do uso das novas biotecnologias. Foram elaboradas situações que nortearam o questionário e as entrevistas semi-estruturadas realizadas com os estudantes. Os resultados indicaram que, para que se proporcione uma educação científica atenta às exigências decorrentes do estado atual do conhecimento científico e suas aplicações tecnológicas, torna-se imprescindível uma formação epistemológica do professor.

Palavras-chave: concepção de ciência, Fleck, formação de professores de Biologia

Abstract

In this study, investigative instruments were elaborated in order to identify what conceptions biological science students have about the nature of science. It was presumed that the teacher's conceptions of science have influences on the way he/she teaches controversial contemporary themes related to molecular genetics. Based on Fleck's epistemological perspective, material was structured to evaluate these future teachers' conceptions on the nature of science and also to verify the knowledge they had about the history of genetics, as well as the importance they gave to their technological applications and to the ethical implications of the use of new biotechnologies. Situations were set up in order to guide the questionnaire and the semi-structured interviews conducted with the students. The results show that in order to achieve a scientific education which properly takes account of the present state of scientific knowledge and its technological applications, a firm grounding in epistemology on the part of the teachers is indispensable.

Keywords: conception of science, Fleck, Biology teachers' education

INTRODUÇÃO

A concepção que o professor de Biologia apresenta quanto à natureza do conhecimento científico, incluindo o papel que atribui às aulas experimentais e à abstração na apropriação do conhecimento pelo aluno, constitui-se num importante fator quando se pretende criar condições para conduzir um processo que proporcione uma educação científica adequada às necessidades da sociedade contemporânea. Isto envolve compreender o funcionamento interno e externo da ciência, como se constrói e se desenvolve o conhecimento que ela produz, os métodos utilizados para validar este conhecimento, os valores implícitos ou explícitos nas atividades da comunidade científica, os vínculos com a tecnologia, as relações com a sociedade e com o sistema técnico-científico e as contribuições deste conhecimento para a cultura e o progresso da sociedade (ACEVEDO DÍAZ, 2004). Esta visão ampla e considerada adequada pressupõe a existência de uma discussão epistemológica que permita compreender a complexidade da construção de fatos científicos, e não apenas a concepção de que os fundamentos da ciência são comuns e imutáveis. Dessa forma, acredita-se estar contribuindo para a melhoria da educação científica, especialmente na formação de professores de ciências.

O objetivo do trabalho, desenvolvido durante o ano de 2004, foi investigar as concepções de ciência apresentadas pelos estudantes do curso de Ciências Biológicas, de forma a proporcionar condições para a exploração de uma visão mais adequada da natureza, da produção e da evolução do conhecimento científico. Ao provocar uma reflexão sobre a natureza da ciência, o professor influencia positivamente o estudante e esta influência repercute sobre o comportamento que este irá assumir no futuro como docente.

O QUE DIZEM AS PESQUISAS

A relação entre as concepções sobre a natureza das ciências e a educação em ciências tem sido temática de trabalhos de pesquisa realizados com o objetivo de investigar a importância da inserção histórico-epistemológica como solução para os problemas detectados nessa área. Como professores de ciências temos, enquanto sujeitos epistêmicos, o conhecimento como objeto de estudo; e, enquanto sujeitos educadores, a educação. Portanto, ao discutir epistemologia, nosso objeto de estudo é o processo de conhecimento e por isso temos que entender a natureza do conhecimento científico, isto é tentar entender melhor o que e como faz o cientista para que possamos melhor ensinar a ciência aos estudantes, de forma que eles possam melhor aprender seus processos e conteúdos. Dito de outra forma, a aprendizagem das ciências deve ser acompanhada por uma aprendizagem sobre as ciências, isto é, sobre as dimensões históricas, filosóficas e culturais da ciência (MISGELD *et al*, 2000).

Harres (1999), realizou uma ampla revisão de pesquisas sobre concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino, pesquisas estas realizadas em contextos não brasileiros. Na primeira parte de seu artigo, comenta a revisão feita anteriormente por Lederman (1992), contendo mais de vinte pesquisas relacionadas com a concepção sobre a natureza da ciência de estudantes. Entre outros aspectos, ele apresenta como concepções inadequadas mais comuns as seguintes: - a consideração do conhecimento científico como absoluto; - a idéia de que o principal objetivo dos cientistas é descobrir leis naturais e verdades; - a existência de lacunas no entendimento do papel da criatividade na produção do conhecimento;

- as lacunas para entender o papel das teorias e sua relação com a pesquisa; - a incompreensão da relação entre experiência, modelos e teorias.

A partir das revisões de pesquisas sobre concepções de ciência de professores, Harres (1999), afirma que, entre os anos 60 e 80, independentemente do contexto cultural, da experiência docente e do nível de atuação e formação, os resultados mostram, de modo geral, uma aproximação da concepção indutivista-empirista, com escores nas escalas não muito diferentes daqueles obtidos por estudantes, conforme dados de pesquisas apresentados por outros investigadores, como Petrucci e Dibar Ure (2001).

No Brasil, os dados obtidos por Borges (1991), que corroboraram os de trabalhos anteriores, revelaram que, entre os formandos dos cursos de Licenciatura em Ciências, Química, Física e Biologia, no estado do Rio Grande do Sul, predominava a concepção indutivista-empirista. Recentemente, Gastal e Rezende (2004) apresentaram no IX Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia os resultados de uma pesquisa realizada com estudantes de graduação em Ciências Biológicas da Universidade de Brasília com o objetivo de identificar concepções sobre a natureza da ciência. Os dados obtidos indicam que o curso de graduação não tem rompido com velhas concepções sobre ciência, e que a maioria dos formandos apresenta uma concepção puramente indutivista-empirista da ciência.

As constatações acima provocam inquietações porque essa forma de conceber a ciência, como neutra, a-histórica, constituída de teorias como verdades absolutas e o ato de aprender como passivo, pode trazer significativas implicações para o ensino-aprendizagem das disciplinas científicas. Hoje, principalmente na área da Genética, influências políticas, econômicas, morais e religiosas balizam muitas pesquisas, em meio a um cenário de incertezas e verdades provisórias. A participação do cidadão nas decisões que envolvem a aplicação ou não desses conhecimentos recentes torna-se indispensável, pois nem sempre está presente o objetivo de proporcionar o bem estar da humanidade. Depreende-se disso que o ato de aprender já não pode ser entendido como algo passivo, sendo necessário proporcionar aos estudantes a oportunidade de opinar sobre o processo de pesquisa e de construção do conhecimento científico.

A visão de ciência que os professores têm depende em boa medida do que lhes foi ou é oferecido através dos cursos de formação, tanto na formação inicial quanto na continuada, e é reforçada pela concepção de ciência presente nos materiais didáticos que utilizam, em especial os livros didáticos. Mesmo não havendo um tratamento explícito e sistemático de aspectos epistemológicos nos cursos de formação, alguma visão histórico-epistemológica é transmitida durante o ensino, nas várias disciplinas (SLONGO, 1996).

Leite (2004), em sua tese de doutoramento, realizou uma análise das concepções de ciência presentes em manuais (livros-texto) utilizados em cursos de formação inicial de professores de Biologia. Cabe ressaltar que esses manuais também são utilizados pelos estudantes do curso de Ciências Biológicas envolvidos no presente trabalho. A autora utilizou as seguintes categorias para analisar essas concepções:

- i) Idéia de continuidade, acumulação de conhecimento; história linear;
- ii) História centrada em heróis; descobertas apresentadas como resultado de trabalho individual;
- iii) Presença de anedotas e descobertas sem contextualização e sem realizar a ligação entre ciência e sociedade;
- iv) Visão indutivista-empirista de ciência ou que conduziria ao realismo ingênuo.

Durante o IV Encontro de Filosofia e História da Ciência, Borges e colaboradores (2004), apresentaram resultados de uma pesquisa com professores que lecionam disciplinas sobre Filosofia e História das Ciências em cursos de pós-graduação, relacionando-as à Educação em Ciências. A análise textual dos seus depoimentos foi organizada, inicialmente, em três categorias: trajetória de vida profissional, concepções sobre a natureza das ciências e relações dessas concepções com a educação em ciências. As conclusões apontaram para a importância das reflexões epistemológicas no ensino de ciências, pois estas concepções, transmitidas a seus estudantes, contribuirão para melhorar, ou para entravar, o processo ensino-aprendizagem, já que elas nortearão: a maneira como o professor introduz conceitos novos; a forma como irá dinamizar as aulas de laboratório; a proposição de problemas aos estudantes; entre outras.

É preciso considerar que:

Numerosas pesquisas têm demonstrado que as concepções do professor sobre o que é Ciência influenciam não só o que ele ensina, mas também como ensina, não só o desenvolvimento de estratégias de ensino, mas também a imagem que o aluno adquire (readquire) da Ciência e dos cientistas (SANTOS, 1991, p.38).

Por outro lado, tem-se presente que ainda são poucos os livros e projetos que tratam sobre esse assunto, particularmente na área de conhecimento da Biologia, bem como são restritos os trabalhos de intervenção realizados, tanto no ensino básico quanto nos cursos de formação de professores, com a finalidade de realizar uma avaliação no sentido de buscar soluções para os problemas detectados. No entanto, essas limitações transformam-se em desafios, num privilegiado campo de pesquisa na educação em ciências neste início do século XXI.

ELABORAÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE PESQUISA

Para produzir os materiais que visavam fornecer dados para avaliar as concepções sobre a natureza da ciência de futuros professores e verificar o conhecimento que possuem da história da Genética, bem como a importância que atribuem às suas aplicações tecnológicas e às implicações éticas do uso das novas biotecnologias, foram elaboradas quatro situações que nortearam o questionário e as entrevistas semi-estruturadas realizadas com os estudantes do sexto semestre do curso de Ciências Biológicas.

Um roteiro básico de questões foi elaborado para discutir as situações e os textos, as citações e falas contidos nessas questões buscaram contemplar aspectos referentes à concepção sobre a natureza da ciência, por meio de questionamentos que envolviam conhecimentos de Genética. Outro cuidado que se teve ao organizar os instrumentos de pesquisa foi que ficassem próximos do cotidiano desses professores em formação inicial. Por isso, os textos, as citações e as falas foram extraídos de livros-texto utilizados por eles durante o curso, bem como de revistas e de jornais que costumam ler regularmente.

Algumas dessas questões foram elaboradas tendo como orientação a teoria geral do conhecimento de Juan Hessen (1994).

A concepção de ciência que se entende como adequada está em sintonia com a visão epistemológica de Ludwik Fleck (1896-1961) que apresenta o conhecimento como construção pelo indivíduo, em interação sócio-cultural, significando que idéias prévias cultural e historicamente formuladas influenciam observações e experimentos. Para Fleck (1986) não há observáveis puros e nem observadores neutros. O conhecimento científico novo que é instituído

depende da relação do sujeito com o objeto em questão, mediatizada por conhecimentos e práticas historicamente constituídas e compartilhadas sócio-culturalmente no processo de formação do cientista. Desse modo, Fleck propõe que o processo de conhecimento se dá na interação do sujeito com o objeto, mediada por um estilo de pensamento, ou seja, conhecimentos e práticas compartilhados por um coletivo de pensamento que forma o sujeito.

O autor também considera que tanto o estilo de pensamento quanto o coletivo de pensamento são influenciados, na medida em que há circulação de conhecimento e práticas entre distintos coletivos de pensamento, por fatores como: i) o peso da formação; ii) a carga da tradição; iii) a repercussão da sucessão do conhecimento. Esses fatores podem influenciar os indivíduos e sofrer transformação quando há interlocução entre dois coletivos distintos no enfrentamento das complicações (problemas de investigação) não resolvidas pelos estilos de pensamento.

Não obstante esta compreensão do processo de produção do conhecimento, Fleck afirma que: *“Sem dúvida, sempre se encontram no conhecimento cognoscitivo outras conexões que não são explicáveis nem pela história e nem pela psicologia (seja a individual ou coletiva). Justamente por isto parecem relações ‘reais’, ‘objetivas’ e verdadeiras’. Denominaremos estas conexões de passivas, em oposição às que qualificamos de ativas”* (Fleck, 1986, p. 56). Em outros termos, apesar da ênfase na dependência do conhecimento na relação epistemológica estabelecida entre sujeito e objeto, há uma caracterização segundo a qual a perspectiva do realismo faz-se presente, através de conexões que Fleck chama de passivas, sendo as ativas resultado da elaboração cognoscitiva do sujeito no processo mediatizado pelas interações dele com o objeto e com o estilo de pensamento.

Na educação em ciências, como afirma Borges (1996, p. 67) “existe certa consciência quanto aos aspectos sócio-políticos da educação científica, entre esses alunos, mas talvez convenha aprofundar mais a questão epistemológica de como o conhecimento se processa”. Os estudantes do sexto semestre do curso de Ciências Biológicas, sujeitos da pesquisa, não cursaram qualquer disciplina ligada a um debate epistemológico, durante o curso que estão realizando.

Durante a realização das entrevistas o “DNA” foi o tema central nas discussões. Essa escolha não foi aleatória. Inicialmente, a proposição do modelo de dupla hélice para a estrutura do DNA foi um marco na história da Genética, pois *“a espiral dupla foi convertida em ícone da nova biologia”* (Almeida, 2004, p.1), possibilitando a abertura de portas que conduziram à genômica, à proteômica e à biologia computacional.

Desde 2003, por ocasião dos 50 anos da publicação de Watson e Crick na *Nature* muitos livros, artigos e reportagens têm sido escritos. A mídia, desde então, tem utilizado o DNA como um símbolo da ciência no século XXI. Além das revistas de divulgação científica e páginas de ciência em jornais apresentarem frequentemente matérias relacionadas ao fato científico, em eventos relacionados a outras áreas, como na artística, na cultural e na esportiva, também se tem buscado inspiração na dupla hélice. No Carnaval de 2004, quando a Escola de Samba Unidos da Tijuca, do Rio de Janeiro, desfilou, o carro mais comentado pela mídia e pelo público foi o da criação da vida, no qual 123 bailarinos, formando uma pirâmide azul, movimentavam-se como hélices da cadeia do DNA. Também em agosto de 2004, durante a cerimônia de abertura dos Jogos Olímpicos, na Grécia, no dia 13 de agosto, uma das coreografias apresentava a molécula do DNA como símbolo da evolução do esporte. Existe ainda, na propaganda, o “DNA da Shell”, os “shampoos com DNA”... Portanto, no cotidiano dos estudantes do curso de Ciências Biológicas o DNA está muito presente.

Outro motivo que levou à escolha do assunto DNA para balizar as entrevistas está relacionado ao sentido atribuído pelos estudantes ao termo modelo. Embora este modelo tenha sido proposto com decisivas contribuições de dados empíricos, Almeida (2004), lembra que Watson e Crick não realizaram qualquer trabalho experimental com DNA e utilizaram os dados obtidos por outros cientistas ao criarem o modelo. Nesse sentido, é importante que se tenham presentes outros fatores a serem considerados na construção e na aceitação de modelos, e que encontram na epistemologia de Fleck uma importante contribuição.

A seguir, são apresentadas as bases teóricas que fundamentaram a elaboração do instrumento e os objetivos das questões propostas.

Para verificar como os graduandos interpretam a existência de conexões ativas e passivas na construção de um fato científico importante para a Biologia Molecular, foi proposta a **situação 1**.

Fleck (1986) considera que o estilo de pensamento é formado a partir de uma rede intrincada de idéias, conhecimentos e práticas estruturadas sistematicamente contendo relações ricas em detalhes que garantiriam a homogeneidade de opiniões, na medida em que o coletivo de pensamento as compartilha, representando papel fundamental as conexões passivas e ativas caracterizadas anteriormente. O conhecimento dessas relações possibilita a compreensão do uso de modelos no ensino, pois: 1) quanto mais se distancia do pensamento comum, mais se acentuam as conexões ativas originárias de um coletivo de pensamento científico, e em seguida as passivas se tornam potencialmente mais explicitadas e percebidas, isto é, o objeto se revela mais para o sujeito; 2) as diferenças de opinião em um coletivo de pensamento são tanto menores quanto mais diferenciado for o sistema de conexões ativas e passivas, isto é, quando uma quantidade cada vez maior de conexões passivas são estabelecidas tendo como referência poucas conexões ativas, manifestadas no estilo de pensamento por modelos e teorias. Logo, “a descrição de um fato científico depende não somente do comportamento do cientista, mas também do modo como ele compreende a relação entre teoria e prática” (BOMBASSARO, 1995, p.21).

Na **situação 2** o aspecto a ser identificado relaciona-se com o sentido atribuído pelos alunos ao termo **modelo**.

No processo ensino-aprendizagem em Ciências Biológicas, quando se faz experimentação ou observação da natureza, durante as aulas de Biologia, e de outras ciências, estamos todo o tempo recorrendo a modelos. Não só o ensino, mas a própria produção do conhecimento científico se faz por meio de modelos, produzidos dentro de um coletivo e de um estilo de pensamento. A objetividade, na ciência e no ensino, resulta da aceitação do modelo pelo coletivo: por exemplo, todos os biólogos hoje aceitam a estrutura da dupla hélice, assim como aceitam o fato da evolução, a estrutura das proteínas, dos lipídeos, etc., pois todos os dados empíricos obtidos até o momento corroboram estes modelos, inseridos numa teoria que explica satisfatoriamente os fenômenos que observamos. No presente trabalho, o interesse foi verificar até onde os estudantes conseguem compreender que os modelos são construções da ciência que possibilitam interpretar a natureza, mas não são cópias da natureza, conforme concebe o realismo ingênuo e fortemente presente em concepções indutivistas-empiristas.

Procurando identificar a imagem que os graduandos têm do conhecimento científico, foi proposta a **situação 3**. Para o indivíduo portador de uma visão estática, o objetivo da ciência deve ser a busca de evidências científicas consideradas verdades inquestionáveis. Nesta visão, o

cientista é considerado um agente passivo de uma ciência cuja natureza é estática, imparcial e desvinculada do contexto histórico. Por outro lado, a visão da ciência como uma construção humana, provisória, suscetível de reformulação e reconstrução (Oliveira, 1993), identifica a visão dinâmica do conhecimento científico. Segundo esta visão, as teorias, as hipóteses e as leis científicas são provisórias e passíveis de questionamentos por serem construções individuais ou coletivas, dependentes das concepções do pesquisador ou dos pesquisadores.

A situação 4 foi organizada a partir da leitura de Salzano (1999, p. 76), de que *“a palavra Ciência pode ter diferentes significados. Ela pode transmitir a idéia de seus métodos, os fatos e as teorias que considera, ou a sua instituição social (isto é, as pessoas e organizações que ‘fazem ciência’)”*, e considerando a noção de “ciência” que, conforme Fourez (1995, p. 21), na maior parte dos cursos de ciências é utilizada no código restrito, isto é, *“supõe-se saber do que se fala, e não se exige reflexão ulterior”*.

Nesta situação se pretendeu identificar a visão que os estudantes têm sobre a forma como é construída a ciência, pois:

A compreensão das Ciências Naturais como um projeto histórico, um conhecimento não acabado, dependente de um trabalho que dá oportunidade de expressão para indivíduos, mas cujo acervo é resultado selecionado de uma produção coletiva, além de dar um significado para as informações aprendidas isoladamente, desmistifica a ciência como um conhecimento para poucos eleitos, com perfis e capacidades muito diferenciadas (DELIZOICOV *et al.*, 2002, p. 145).

Entende-se que essa forma de compreender a atividade científica é fundamental para que se possa, através da educação científica, contribuir para a formação de cidadãos críticos e reflexivos, isto é, indivíduos que não aceitem tudo como está, mas que busquem construir uma sociedade mais justa e digna para todos. Um primeiro passo é *“não aceitar que a ciência e a sua aplicação tecnológica é fruto, apenas, de abnegados cientistas que ‘descobrem’ verdades provadas que já estão ‘escritas’ na natureza”* (MALDANER, 2000, p. 59). Além disso, considera-se importante que se tenha presente que a ciência é feita por homens e mulheres que, assim como influenciam, também são influenciados pelo contexto físico e sócio-histórico onde se encontram inseridos. Para Fleck (1986) o fato científico é resultado de um contexto histórico mediado por um estilo de pensamento como fruto do trabalho de um coletivo.

Esta visão possibilita uma nova abordagem para o ensino de ciências. A memorização de fatos científicos se torna menos significativa, pois eles são mutáveis e não contribuem isoladamente para a compreensão dos fenômenos científicos. Nessa perspectiva, o papel do educador ganha outra dimensão, tornando-se necessário identificar as concepções que seus estudantes trazem para a sala de aula e, deste modo, abrir espaço ao debate que poderá proporcionar a possibilidade de construção coletiva e individual de conhecimentos.

A importância desta discussão está no fato de que o ensino de ciências não deve se restringir aos conteúdos científicos, sob pena dos estudantes adquirirem a concepção de que a ciência é apenas um corpo organizado de conhecimentos. É fundamental que se perceba que os conhecimentos são produtos de um processo dinâmico de construção, influenciado por vários fatores, porque *“...a palavra ‘ciência’ pode por vezes ‘aprisionar’, por exemplo, quando alguns passam a impressão de que, uma vez que se falou de cientificidade, não há nada mais a fazer senão se submeter a ela, sem dizer ou pensar mais nada a respeito”* (FOUREZ, 1995, p.21).

Objetivando ampliar a idéia de ciência como uma instituição social, na **situação 4** pretendeu-se problematizar o trabalho do cientista. Por ser uma instituição social, a ciência sofre pressões da sociedade em que se insere, pois nela ocorrem relações de hierarquia e poder, propícias ao aparecimento de um ambiente de grande competitividade que, aliado a certas características pessoais de alguns cientistas, como a ambição desmedida, poderão levá-lo a tomar decisões que nem sempre são consideradas as mais adequadas para o benefício da humanidade (SILVA *et al*, 1994).

Para a obtenção dos resultados houve a aplicação de um questionário com questões abertas e fechadas, que foi respondido por 31 estudantes, que consentiram em participar do trabalho após terem sido informados sobre seus objetivos e metodologia. Além disso, houve a realização de um total de 17 entrevistas, além de três denominadas entrevistas-piloto, as quais tiveram a finalidade de fazer os ajustes necessários no instrumento de pesquisa, mas que também foram consideradas para efeitos de análise e discussão. A entrevista semi-estruturada foi realizada com os estudantes que se dispuseram a participar e que apresentavam as condições básicas: a) ter cursado a disciplina de Citogenética e Genética Humana, cuja ementa prevê o estudo sobre a estrutura do DNA; b) não ter cursado ainda a disciplina de Introdução à Filosofia da Ciência. Estes critérios foram estabelecidos para que todos os entrevistados tivessem as mesmas condições básicas. Os entrevistados foram identificados pelo sistema alfanumérico A1, A2, ... An, resguardando a identidade dos mesmos. As entrevistas tiveram uma duração média de 40 minutos, sendo todas gravadas e posteriormente transcritas. A gravação somente ocorria com o consentimento livre e esclarecido do entrevistado. No entanto, por problemas técnicos ocorridos no processo de gravação, a entrevista com o aluno denominado A7, não pode ser transcrita e, conseqüentemente não integrou o conjunto de entrevistas que foram utilizadas no processo de análise e discussão. Desse modo, o conjunto de estudantes entrevistados ficou restrito a dezesseis. As dezesseis entrevistas foram transcritas pela própria pesquisadora para garantir que não se perdessem expressões e gestos, não captados pelo gravador.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Perceber o conhecimento científico como historicamente situado, produzido por um coletivo e não como obra individual de alguns iluminados, é a concepção de ciência que se entende adequada para um professor de Biologia sintonizado com as exigências contemporâneas. Para que isso ocorra, uma formação em epistemologia e história da ciência deverá estar presente, pois fornecerá os subsídios que farão dele um educador e não apenas um técnico de ciências.

A concepção de ciência sintonizada com a epistemologia de Ludwik Fleck surge como uma alternativa para possibilitar a educação científica que o atual estado do conhecimento científico e as tecnologias dele decorrentes demandam, especialmente na área da Biologia Molecular.

Nesse contexto, a elaboração dos instrumentos que nortearam a busca dos resultados através da realização do questionário e das entrevistas, possibilitaram uma avaliação do que os estudantes do sexto semestre de um curso de formação de professores entendem sobre a natureza da ciência. Em um próximo trabalho (no prelo) são apresentados esses resultados, bem como algumas reflexões sobre as implicações dessas concepções sobre a forma de aprender/ensinar ciências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO DÍAZ, J.A. Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. **Eureka**, v. 1, n.1, p.3-16, 2004.
- ALMEIDA, D. F.de. Um gênio das ciências biológicas. **Jornal da Ciência**. Rio de Janeiro, n. 534, p. 1, 2004.
- BOMBASSARO, L.C. **Ciência e Mudança Conceitual**: notas sobre epistemologia e história da ciência. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1995.
- BORGES, R. M. R.A. **Natureza do Conhecimento Científico e a Educação em Ciências**. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1991.
- _____. **Em debate: cientificidade e educação em ciências**. Porto Alegre: SE/CECIRS, 1996.
- _____.; STEFANI, A.; ROSITO, B. A.; CAMARGO, L. E.; HULSENDEGER, M.J.V.C.; MANCUSO, R.; LIMA, V. M. R. Concepções sobre a natureza das ciências e a educação em ciências entre professores de pós-graduação no Brasil. IV Encuentro de Filosofía e Historia de la Ciencia del Cono Sur. **Anais...** Asociación de Filosofía e Historia de la Ciencia del Cono Sur. Buenos Aires, 22 al 25 de marzo de 2004 (CD-Rom).
- DELIZOICOV, D. *et al.* Sociogênese do Conhecimento e Pesquisa em Ensino: contribuições a partir do referencial fleckiano. **Cad. Bras. de Ens. de Física**. v.19, p.52-69, 2002.
- FLECK, L. **La génesis y el desarrollo de un hecho científico**. Madrid: Alianza Editorial, 1986.
- FOUREZ, G. **A construção das Ciências. Introdução à Filosofia e à Ética das Ciências**. São Paulo: Editora da UNESP, 1995.
- GASTAL, M. L.; REZENDE, L. Importância do curso de graduação na concepção de ciência dos estudantes de Ciências Biológicas. Caderno de Programas e Resumos do **IX Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia**. Campinas: Graf. FE/UNICAMP, p. 51-52, 2004.
- HARRES, J. B. S. Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.4, n3, 1999. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino>. Acesso em: 04/05/2003.
- HESSSEN, J. **Teoría Del Conocimiento**. México: Editorial Porrúa, 1994.
- LEDERMAN, N.G. Student's and teacher's conceptions of the nature of science: a review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 29, p. 331-359, 1992.
- LEITE, R. C. M. A Produção Coletiva do Conhecimento Científico: um exemplo no ensino de Genética. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- MALDANER, O.A. **A formação continuada dos professores de Química**. Ijuí: UNIJUÍ, 2000.
- MISGELD, W.; OHLY, K. P.; STROBL, G. The Historical-Genetical Approach to Science Teaching at the Oberstufen-Kolleg, Bielefeld. **Science and Education**, v. 9, p. 333-341, 2000.
- OLIVEIRA, V. Natureza da ciência e formação inicial de professores de Física e Química. **Revista de Educação**, v. 3, n. 1, p. 67-76, 1993.
- PETRUCCI, D.; DIBAR URE, M. C. Imagen de la Ciencia en alumnos universitarios: una revisión y resultados. **Enseñanza de las Ciencias**. Barcelona, v. 2, n. 19, p. 217-229, 2001.
- SALZANO, F.M. Genética, ambiente e problemas sociais. In: SACCHET, A.M. de O.F. (org). **Genética para que te quero?** Porto Alegre: UFRGS, 1999, p. 75-81.
- SANTOS, M.E. **Mudança conceitual na sala de aula**. Lisboa: Livros Horizontes, 1991.
- SILVA, C.; SILVA, P.; PASSOS, P.; MORAIS, A.M.; NEVES, I.P. A construção da ciência e o ensino de ciências: a fraude em ciência. **Revista de Educação**, 1-2 (4): p. 171-174, 1994.

SLONGO, I. I. P. **História da Ciência e ensino: contribuição para a formação do professor de Biologia.** Dissertação (Mestrado em Educação) - Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.