

Discussões éticas para uma adequada compreensão da ciência como instituição e vivência cidadã¹

*Ataiz Colvero de Siqueira*²

*Neusa Maria John Scheid*³

*Newton Juliano Klechowicz*⁴

RESUMO

O presente artigo parte da premissa de que cabe à escola promover, por meio da educação científica, condições para o exercício da cidadania crítica e ativa. Resulta de uma investigação realizada com a finalidade de avaliar a importância da discussão de dilemas éticos para uma compreensão adequada da ciência e para a promoção da vivência cidadã. A motivação pela temática ocorreu a partir da leitura do livro “A vida Imortal de Henrietta Lacks”. As atividades investigativas foram desenvolvidas por meio da metodologia IBSE-7E’s, integrando no currículo as ferramentas da Web 2.0. Os resultados indicaram que o exercício da cidadania de forma crítica e ativa está relacionado com a capacidade dos cidadãos avaliarem criticamente os efeitos da ciência e da tecnologia na sociedade. Depreende-se disso, de que a discussão de temas controversos dessa natureza precisam ser considerados na educação científica escolar para que a mesma atinja as suas finalidades.

PALAVRAS-CHAVE: Cidadania na escola. Método IBSE 7E’S. Ética na Ciência.

¹ Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio ao Projeto “Cidadania com Ciência e Tecnologia”, aprovado no Edital MCTI/CNPq Chamada Universal 14/2014.

² Mestre em Ensino Científico e Tecnológico. Colégio Marista Santo Ângelo, Santo Ângelo, RS, Brasil. *E-mail:* ataizcs@gmail.com.

³ Doutora em Educação Científica e Tecnológica. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Santo Ângelo, RS, Brasil. *E-mail:* scheid.neusa@gmail.com.

⁴ Professor de Filosofia. Colégio Marista Santo Ângelo, Santo Ângelo, RS, Brasil. *E-mail:* newton.klechowicz@maristas.org.br .

Ethical discussions for an adequate understanding of science as an institution and citizen experience

ABSTRACT: This article starts from the premise that it is the responsibility of the school to promote, through scientific education, conditions for the exercise of critical and active citizenship. It results from an investigation carried out with the purpose of evaluating the importance of the discussion of ethical dilemmas for an adequate understanding of science and the promotion of citizen experience. The motivation for the thematic of the paper arose from the reading of the book entitled "The Immortal Life of Henrietta Lacks." The research activities were developed using the IBSE-7E's methodology with the integration of Web 2.0 tools into the curriculum. The results of the research activities indicated that the exercise of citizenship in a critical and active way is related to the ability of citizens to critically evaluate the effects of science and technology in society. Hence, the discussion of controversial topics of this nature needs to be considered in school scientific education for it to achieve its purposes.

KEYWORDS: Citizenship in school. IBSE 7E'S Method. Ethics in Science.

Introdução

Na atualidade, observa-se que a preocupação com as questões éticas decorrentes da utilização do conhecimento científico e, especialmente, da forma como esse conhecimento é produzido, afeta a relação entre os cientistas e a sociedade. As repercussões desses dilemas éticos suscitados pela ciência e pela tecnologia atingem as atividades científicas em laboratórios de pesquisa e também poderão chegar ao cotidiano das salas de aula.

Como afirma Scheid (2016b, p. 137) “as instituições escolares não tem apenas o compromisso de preparar os alunos para receber a herança cultural e compreender os conhecimentos científicos produzidos pela humanidade”. Muito além desse compromisso, como refere Zeichner (1993),

a escola precisa ter presente sua finalidade democrática e emancipadora e levar em consideração as dimensões sociais e políticas do ensino. Em importantes documentos norteadores da educação em nosso País, a preocupação com a vivência cidadã tem sido referida.

Para Hodson (2003) a educação escolar deverá politizar os estudantes, ponderando que essa deverá ser para a cidadania e não apenas sobre a cidadania. Isso implica que os estudantes sejam considerados cidadãos, como afirma Reis (2013), desde a mais tenra idade, e não apenas que o serão no futuro.

Portanto, aos estudantes devem ser dadas oportunidades para, que no seu percurso escolar, desenvolverem e se envolverem em ações apropriadas, responsáveis e eficazes sobre questões de interesse social, econômico, ambiental, moral e ético. De acordo com Reis (2013), o envolvimento dos estudantes nessas ações, permite-lhes adquirir a noção de que, mais do que meros consumidores de conhecimento, podem criticamente, construí-lo.

Para que isso seja alcançado, é crucial que se tenha presente uma adequada concepção da natureza da ciência, pois a 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 a aprendizagem das disciplinas científicas e formação cidadã dos estudantes. Portanto, o ato de aprender já não pode mais ser entendido como algo passivo, sendo necessário proporcionar aos estudantes a oportunidade de participação no processo de pesquisa e de construção do conhecimento científico escolar.

No presente artigo, apresenta-se uma pesquisa que teve origem da inquietação de uma turma de estudantes do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola brasileira, localizada no município de Santo Ângelo - RS. Essa turma, tendo presente uma concepção de ciência que poderíamos caracterizar como realismo ingênuo (BORGES, 1991), ficou surpresa com os meios utilizados pela ciência para encontrar determinadas vacinas e, até mesmo, a cura de algumas doenças. O ponto inicial dessa discussão foi a

leitura do livro “A vida Imortal de Henrietta Lacks” (SKLOOT, 2011), no qual são descritos alguns avanços da ciência médica à revelia de preceitos éticos.

Desse modo, formou-se no ambiente escolar uma oportunidade de discussão sobre o que se entende por moral e por ética. Esses itens, já estão previstos para serem incluídos e discutidos nos ambientes escolares pelos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (BRASIL, 1997) nos quais a ética é compreendida como Filosofia da Moral, ou seja, um pensar reflexivo sobre as normas e valores que regem a conduta humana, e também, como um conjunto de regras criadas para o exercício de uma atividade profissional.

Para propor a reflexão sobre a ética e a moral é preciso desenvolver o conceito desses dois termos, que por diversas vezes são compreendidos como palavras que têm o mesmo significado. A Filosofia pode nos ajudar a compreender melhor estes dois conceitos. Moral é relativa a costumes, do latim *mos, moris*, “costume”. É, basicamente, o conjunto de regras que determinam o comportamento dos indivíduos em um grupo social. Moral diz respeito a ação moral concreta, ao questionamento sobre o bem e o mal diante das situações da vida (SANDRINI, 2007; ARANHA 2012).

A moral tem um caráter histórico e social. Os valores morais são herdados, a cultura onde nascemos já possui sistemas e normas de conduta já estabelecidas. Por isso, podemos afirmar que a moral, as regras morais variam conforme o tempo e o lugar. Cabe ao indivíduo confrontar as contradições sociais, históricas e pessoais para agir levando em consideração dever e liberdade.

A ética ou filosofia ética é a reflexão sobre os princípios que fundamentam a vida moral; a ética deve buscar compreender qual é a concepção de ser humano, os valores levados em consideração e as concepções culturais, sociais, históricas envolvidas. É um processo racional, que por si só, já indica a melhor conduta, tratando do indivíduo na sua relação com os outros.

Diante desse ponto de vista, cabe a ética aplicada deliberar sobre os desafios e problemas práticos que exigem justificação racional que devem levar em conta um diálogo multidisciplinar.

A reflexão ética no ambiente escolar torna-se urgente diante da construção de uma ética da responsabilidade. A ética dentro do espaço educativo deve não apenas tratar das relações intersubjetivas, mas estender-se a uma reflexão sobre os agentes coletivos. Comunidades, empresas, administrações, governos, dos quais é exigida a responsabilidade para com o futuro da sociedade, da humanidade e do planeta (SANDRINI, 2007; ARANHA 2012).

Dessa forma, salienta-se que o objetivo foi colocar os estudantes em postura reflexiva sobre os fatos históricos que fundamentaram atividades no passado e que serviram de ampliação para os do presente. É válido considerar que, conforme as alterações dos períodos da história, o pensamento humano também passa por alterações e (re) formulações. Nesse sentido, se insere a discussão da turma, pois o pensar em ética não é formular mandamentos, e sim princípios. É um constante pensar, refletir, construir. Não se tem respostas prontas e regras consagradas (BRASIL, 1997).

A discussão de questões polêmicas é proposta como um dos fatores que contribuem para a emancipação intelectual dos educandos de hoje. Reis (2004, 2007, 2009, 2013) em seus trabalhos argumenta que ao propor discussões de temas controversos têm-se o desenvolvimento de conceitos políticos, éticos, morais e de cidadania pelos educandos. O autor complementa que as discussões dessas questões promovem de forma mais efetiva a construção do pensamento crítico pelos educandos, pois, para que o estudante se posicione frente a um fato, ele precisa buscar embasamento teórico, e é nessa busca que o mesmo constrói seu posicionamento crítico frente às questões propostas.

Petrucci e Dibar Ure (2001) acreditam que uma das finalidades básicas da educação científica é garantir que os estudantes adquiram uma

compreensão adequada da natureza da ciência. Contudo, pesquisas realizadas no Brasil indicam que os estudantes não possuem a imagem de ciência que a educação científica deveria proporcionar (BORGES, 1991; QUEIROZ, 2003; GASTAL & REZENDE, 2004; SCHEID, 2005, entre outros).

Essa falta de compreensão adequada da ciência é uma frequente preocupação dos pesquisadores da área, pois se faz necessário um ensino mais abrangente sobre questões científicas, sociais e políticas da sociedade. Rodrigues (2014) considera importante que os cidadãos tenham um conhecimento coerente sobre a realidade que os cerca para assim poder desmascará-la e nela atuar de forma consciente.

Entre as preocupações já suscitadas por Rodrigues (2014) e a escola tendo caráter de instituição formadora, ela também influencia na formação futura destes estudantes. Nessa sucessão de formação, as universidades têm recebido alunos com limitações consideráveis tanto conceituais quanto cognitivas. Diante disso, Linhares e Reis (2016) destacam que a discussão de temas controversos pode se constituir como uma base na formação inicial, pois envolve questões democráticas e solidárias na sociedade, bem como, as habilidades necessária para a questões sócio-afetivas dos estudantes.

Nesse sentido, os autores complementam que conhecer, compreender e saber o papel da ciência e da tecnologia em nossa sociedade é o que habilita os indivíduos (estudantes) a participar e envolver-se ativamente nas discussões destes temas. Para tal, a discussão de questões controversas em ambiente escolar, como uma metodologia de ensino, desenvolve habilidades necessárias para as demandas da sociedade atual.

Visto que para alcançar as potencialidades que as questões controversas propiciam, os temas a serem discutidos, em ambiente escolar, devem ter ligação com a vivência/realidade dos estudantes participantes. Caso contrário, os estudantes não visualizaram sentido no tema. Em vista disso, havendo sentido, as habilidades desenvolvidas são amplas, entre elas: a compressão da ciência como um processo; assimilação dos processos

históricos envolvidos; as interações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade; aumento da participação da população nas decisões que envolvem a ciência (SCHEID, 2016a).

Conquanto, existe uma barreira para o pleno desenvolvimento das habilidades de compressão da ciência. Essas lacunas ocorrem em dois âmbitos: dos professores que não estão habituados as complexidades das discussões de temas polêmicos, as dificuldades para organização/gestão curricular, associados a falta de familiarização em adaptar métodos de discussão em sala de aula; aos estudantes, falta de experiência com esta forma de aprender. Em consequência, tem-se alunos com lacunas nas habilidades necessária para uma plena formação cidadã (LINHARES e REIS, 2016).

Entre as justificativas das contribuições das discussões das questões controversas, apontadas por Linhares e Reis (2016), destaca-se que este tipo de experiência educativa capacita para a evolução dos processos cognitivos, comunicativos, sociais e democráticos, abrindo caminho para alfabetização científica e a ação mais cidadã.

Em vista disso, como afirma Marques (2013), urge a necessidade de formar cidadãos que atuem na realidade de hoje e isto significa proporcionar meios para que os discentes possam tomar decisões conscientes frente às mais diversas questões. Essa capacidade de decisão é uma das finalidades do que se considera formar alunos alfabetizados cientificamente.

Quais os limites éticos da Ciência?

Nessa seção serão apresentadas as atividades desenvolvidas e os resultados obtidos com o projeto desenvolvido durante o ano letivo de 2015 em uma escola de Educação Básica. “Quais os Limites Éticos da Ciência?” foi o tema central do projeto que envolveu os estudantes de uma turma de terceiro ano do Ensino Médio. Como estratégia de envolvimento para iniciar as discussões do tema foi utilizado o livro “A vida Imortal de Henrietta

Lacks”, de Rebecca Skloot (2011). O mesmo retrata os passos da ciência para o cultivo de células humanas em laboratórios. No experimento, foram utilizadas as células humanas de uma mulher negra, chamada Henrietta Lacks, sem o conhecimento e consentimento da sua família. Essas células foram denominadas de HELA, em referência à doadora, e dentre os avanços, possibilitados pelo desenvolvimento das mesmas em laboratório, pode-se destacar a vacina contra a poliomielite.

Para o desenvolvimento do presente projeto utilizou-se o método IBSE (Inquiry Based Science Education ou Educação Científica Baseada em Investigação) que consiste em envolver os estudantes em pesquisas integrando a teoria e a prática, e, através das resoluções de problemas, construir um novo conhecimento (MACHADO; COSTA, 2014).

As etapas desse método são fundamentadas na metodologia construtivista de Rodger Bybee (2009) que apresenta cinco etapas ou fases – os 5 Es (Engage/Envolvimento; Explore/Exploração; Explain/Explicação; Elaborate/Ampliação; Evaluate/Avaliação). No Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, em Lisboa/Portugal, foram acrescentadas mais duas etapas – 2 E, a saber: Exchange/Partilha; Empowerment/Ativismo, totalizando sete etapas ou fases – 7 Es. Um melhor detalhamento sobre essas etapas são encontradas em Scheid e Siqueira (2016).

Utilizando desses preceitos, a primeira fase – o envolvimento – no projeto “Quais os limites Éticos da Ciência?”, foi a partir da apresentação da história do livro: “A vida Imortal de Henrietta Lacks” para o grupo de estudantes da turma envolvida. A leitura do livro possibilitou um alargamento dos conhecimentos sobre os processos de pesquisa científica, muito antes da existência dos primeiros comitês de ética em pesquisa.

A segunda fase – a investigação – foi relacionar os conteúdos curriculares, daquele ano letivo, com a temática do projeto. Para este momento, os estudantes elaboraram mapas conceituais utilizando o recurso digital, de acesso gratuito, disponível em <<http://www.cmap.ihmc.us>>. Desse modo, surgiram os subtemas, e para cada subtema, formaram-se grupos de

estudantes. Os grupos que surgiram da proposta foram: “Ética profissional”; “Utilização de células tronco”; “Células in vitro”; “Alemanha Nazista”; “Manipulação do corpo – Suplementos x Anabolizantes” e “Ciência x Tecnologia”.

Esses subtemas, juntamente com o tema central da pesquisa, foram expostos aos demais docentes da instituição com a finalidade de favorecer relação com os diferentes conteúdos curriculares ao tema de pesquisa. Na terceira etapa – a explicação – cada grupo deu andamento aos seus objetivos de pesquisa, sempre em conformidade com o tema geral de investigação. Em alguns grupos, certos componentes curriculares (disciplinas) se fizeram mais presentes do que outros. Esse fato não foi considerado negativo, pois durante as aulas foram proporcionados momentos de troca entre os grupos. Nesses períodos eles puderam notar o que estava sendo positivo ao desenvolvimento da pesquisa do grupo, e descartaram as ideias que destoavam do foco. Para a organização dos trabalhos nos grupos foram utilizados os recursos da web 2.0 como a (re)construção de mapas conceituais e a construção de Nuvem de Palavras, disponível no site Wordle: <www.wordle.net>.

Na quarta fase – a ampliação – os estudantes tiveram como tarefa apresentar aos docentes suas pesquisas e as conclusões iniciais frente ao problema investigado. Este momento teve como foco esclarecer dúvidas, e evitar equívocos nas fases seguintes. Os próprios estudantes julgaram esse momento como positivo, pois as lacunas presentes em suas pesquisas foram esclarecidas. Para a apresentação foram utilizados como recursos, o powerpoint (<https://office.live.com/start/PowerPoint.aspx>) e os infográficos, construídos com o auxílio da ferramenta disponível no link <<http://piktochart.com/>>.

As três últimas etapas – a partilha, o ativismo e a avaliação – últimas fases da investigação foram condensados em dois momentos. O primeiro: definir como cada grupo apresentaria para a comunidade os produtos de suas pesquisas e as possíveis conclusões; e em segundo: como explicitar o elo

presente entre os grupos, pois alguns realizaram pesquisas distintas, que tinham por base a ciência e a ética.

No primeiro momento dessas fases finais, cada grupo elaborou seu roteiro de apresentação, buscou subsídios para concretizar os seus planos. O segundo momento foi esquematizado durante a exposição final das pesquisas, onde a turma formou uma sequência de apresentação para cada grupo. Começando pelos grupos que trataram as pesquisas com células e concluindo com aqueles grupos que investigaram sobre patologias em alguns dos sistemas do corpo humano.

A apresentação foi durante a 16ª Multifeira, um evento promovido anualmente pela Instituição de Ensino Básico da Rede a qual pertence à escola, e tem por objetivo apresentar à comunidade os trabalhos/pesquisas desenvolvidos ao longo do ano por seus estudantes e professores. As multifeiras atraem muitos visitantes, além dos pais e familiares dos estudantes, pois fica aberta ao público em geral.

Em relação a avaliação do projeto, ocorrida ao longo do processo, conclui-se que foi crucial para que os estudantes tivessem várias oportunidades para refletir sobre a natureza da ciência e sobre o seu papel como cidadãos. Igualmente, possibilitou aos professores envolvidos a possibilidade de avaliar o progresso dos seus estudantes, relativamente aos objetivos de aprendizagem estabelecidos. Ao final do projeto foi realizada uma avaliação utilizando questionário *on-line*, disponível no Google Docs: <<http://docs.google.com>> como encerramento da atividade investigativa.

Ao utilizar a metodologia IBSE para o desenvolvimento do projeto, como afirma Galvão (2001, p. 08), foi possível “reduzir a ênfase tradicional da avaliação de componentes específicos e compartimentados do conhecimento dos alunos e aumentar a ênfase na avaliação das competências desenvolvidas em experiências educativas diferenciadas”. As competências que puderam ser avaliadas são as de conhecimentos substantivos, de raciocínio, de comunicação, atitudinais e de ativismo. Para

finalizar o projeto, ocorreu uma sessão final de balanço deste, considerando o desempenho dos estudantes e as competências desenvolvidas.

Contribuições do projeto para a formação dos estudantes

Durante o desenvolvimento do projeto percebeu-se muito presente a atitude de reflexão. As notícias expostas em redes de televisão, em jornais, passaram a ser itens de discussão, de problematização. Isso pode ser destacado como muito positivo, pois, a não aceitação submissa e ingênua, constitui-se como uma primeira condição para a vivência cidadã crítica e ativa. Como afirma Lemgruber (1998, p. 162), é necessário que, além de dominar o corpo de conhecimentos da Ciência, os estudantes “[...] debatam sobretudo os valores éticos, pois são eles que nos dão a base para julgar e optar por ideologias, crenças ou teorias, ao longo da vida”. Embora esses valores sejam uma construção histórica que vem sendo elaborada por seres humanos – e, por serem humanos, estão sujeitos a imperfeições – são a melhor maneira de que dispomos atualmente para defender uma convivência democrática (SCHEID, 2011).

Outro ponto que merece destaque foi o comprometimento dos alunos em seus subtemas e as suas argumentações fundamentadas em pesquisa que foram percebidas durante a multifeira. O grupo com trabalho sobre a Alemanha Nazista, por exemplo, provocou inclusive nos visitantes reflexões sobre situações de atividades científicas realizadas em judeus no período de Guerra Mundial. Os estudantes fizeram encenações questionando os presentes sobre o paradoxo: “a ciência médica teve avanços, então não foi válido tudo o que foi feito?” Muitos dos presentes preferiram não responder, mas observou-se que a temática, da forma como foi apresentada, problematizou a concepção de ciência de muitos ali presentes. Outro tema que contribuiu para a problematização foi sobre os avanços da tecnologia para o tratamento de doenças mentais – o desuso das terapias elétricas para uso de terapias alternativas e medicações.

Com a finalização do projeto, percebeu-se a construção de uma visão mais humanizada da ciência e dos seus avanços. Isso se revelou no posicionamento mais crítico e reflexivo diante dos temas trabalhados/investigados. Uma parcela dos educandos iniciou o projeto com um posicionamento inflexível e sem fundamentação para tal postura, ao final, a fala dos educandos continha dados, fatos, e uma fala mais argumentativa, com uma visão de ciência menos dogmática.

Para Acevedo et al. (2005), é quase impossível educar para a participação cidadã com a visão de Ciência que considera que o conhecimento científico se constrói a partir da objetividade e da racionalidade obtida unicamente de fatos empíricos, sem influência do contexto sócio-histórico-cultural no qual o conhecimento é gerado. Portanto, a presença de uma concepção menos dogmática da natureza da ciência, possibilita atribuir importância aos valores, às emoções, aos sentimentos e às diversas crenças – culturais, sociais e políticas, possibilitando a formação na e para a cidadania.

De modo amplo, podemos considerar que a elaboração e desenvolvimento do projeto possibilitou uma oportunidade rica para a discussão de temas controversos em ambiente escolar e, assim, o aprimoramento do conhecimento crítico pelos estudantes. Por outro lado, proporcionou a estes uma visão mais adequada da ciência como instituição e não apenas como corpo de conhecimentos.

Esses resultados estão em acordo com Sanmarti (1999, p. 54) ao afirmar que “o desafio atual das aulas de Ciências não é transmitir informação, mas, ensinar a utilizá-la, estabelecendo relações entre informações aparentemente díspares e, mais especificamente, a comunicar nossas ideias e interpretar as que são expressas pelos demais”. Esse entendimento sobre a finalidade da educação científica está intimamente ligado ao papel do professor. Como afirma Giroux (1997, p. 163), “os professores como intelectuais devem ser vistos em termos dos interesses políticos e ideológicos que estruturam a natureza do discurso, relações

sociais em sala de aula e valores que eles legitimam em suas atividades de ensino”. E, conclui, dizendo que “os professores deveriam se tornar intelectuais transformadores se quiserem educar os estudantes para serem cidadãos ativos e críticos”.

Infere-se, a partir do pensamento de Giroux (1997), que para o professor desenvolver o espírito crítico dos seus estudantes é necessário um investimento em metodologias ativas, que estimulem a investigação e promovam a capacidade de argumentação fundamentada a fim de capacitá-los para de fato agir como cidadãos. Nesse sentido, o desenvolvimento da metodologia IBSE em aulas ofereceu uma oportunidade singular para a implementação de um amplo trabalho, integrando o trinômio: Ciência, Tecnologia e Sociedade visando à busca da vivência plena da cidadania.

Levando em conta essa teia de relações, é observável a riqueza do trabalho desenvolvido com os estudantes, que ao desenvolver sua pesquisa foram provocados a refletir sobre a ação moral individual dos indivíduos diante do tema proposto, mas também ampliar a reflexão para o papel social dos sujeitos sociais. Pessoas que, enquanto partícipes de uma instituição, científica, médica, governamental ou outra, tornam coletiva suas ações, tendo essas alcance social e mundial, podendo interferir diretamente no desenvolvimento da sociedade como um todo. Sendo assim, o compromisso ético torna-se urgente. As novas gerações devem compreender que suas ações, em nosso mundo cada vez mais globalizado, têm um alcance cada vez maior, e as consequências e a responsabilidade por essas são igualmente crescentes.

Conclusão

Durante o desenvolvimento do projeto, os estudantes foram adquirindo melhores hábitos – tais como argumentação fundamentada em dados de pesquisa, atitudes colaborativas com os colegas, atitude crítica diante da ciência, dentre outros – para a sua autonomia na aprendizagem e estavam

mais comprometidos com as suas tarefas. A linguagem também foi uma das competências que teve mais destaque, durante as apresentações orais, eles utilizavam termos apropriados para a exposição de suas ideias. Pode-se considerar que esta investigação trouxe dados iniciais, porém importantes, sobre as potencialidades que uma metodologia investigativa ativa oferece para o ensino atual e a vivência cidadã.

Em relação ao objetivo do projeto, de avaliar a importância da discussão de dilemas éticos para uma compreensão adequada da ciência e para a promoção da vivência cidadã, pode-se afirmar que o mesmo foi alcançado pela maioria dos estudantes. A manifestação de uma compreensão da ciência não apenas como corpo de conhecimento, mas, também, como instituição inserida num contexto sócio, histórico, político e cultural ficou evidente nas falas e atitudes dos estudantes,

Em relação ao projeto de investigação, usando uma metodologia investigativa, como o IBSE, Scheid (2016b) reitera que a efetivação mais eficiente das habilidades desenvolvidas durante o processo de discussão depende do interesse e capacitação dos educadores neste tipo de metodologia. Para tanto, desde a formação profissional inicial, bem como na formação continuada dos docentes é fulcral que se vivencie essas metodologias investigativas ativas que transcendam as práticas tradicionais.

Referências

ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, A.; MARTÍN, M.; OLIVA, J. M.; ACEVEDO, P.; PAIXÃO, M. F.; MANASSERO, M. A. Naturaleza de la Ciencia y Educación Científica para la participación Ciudadana. Una revisión crítica. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (2), 121-140, 2005.

ARANHA, M. L. A. *Filosofar com textos: temas e história da filosofia*. Volume único. São Paulo: Moderna, 2012.

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.

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Ministério da Educação. Secretaria do Ensino Fundamental. Brasília-DF. 1997.

BYBEE, R. W. *The BSCS 5E Instructional Model and 21st Century Skills*. 2009. Disponível em: http://itsisu.concord.org/share/Bybee_21st_Century_Paper.pdf. Acesso em 12 dez 2014.

GALVÃO, C. (Coord.) et al. *Ciências Físicas e Naturais*. Orientações curriculares para o 3º ciclo do ensino básico. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica, 2001.

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.

GIROUX, H. *Os professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem*. Tradução Daniel Bueno. Porto Alegre: Artmed, 1997.

HODSON, D. Time for Action: science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670, 2003.

LEMGRUBER, M. S. Imperfeitos porque humanos. In: CHASSOT, A.; OLIVEIRA, R. J. (Orgs.). *Ciência, Ética e Cultura na Educação*. São Leopoldo: UNISINOS, 161-163. 1998.

LINHARES, E. E REIS, P. The challenges of integrating the discussion of controversial issues in initial teacher training. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 19(2), 75-87. 2016.

MACHADO, P.; COSTA, M. F. M. An IBSE Approach for teaching the concept of Density in preschool and primary school. *Hands-on Science. Science Education with and for Society*. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1822/30344>. Acesso em 20 fev 2015. 2014

MARQUES, A. R. *As Potencialidades de uma Abordagem Interdisciplinar entre as Ciências Naturais e as Tecnologias de Informação e Comunicação de Desenvolvimento em um Projeto de Ativismo Ambiental*. Relatório da Prática de Ensino Supervisionada. Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia. Lisboa. 2013.

PETRUCCI, D.; DIBAR URE, M. C. Imagen de la Ciencia en alumnos universitarios: una revisión y resultados. *Enseñanza de las Ciencias*. Barcelona. 19 (2), 217-229. 2001.

QUEIROZ, S. L. Prática de Ensino de Química: elaborando um mini-curso com ênfase na compreensão da natureza da ciência e do seu papel na sociedade. *VI Escola de Verão para Professores de Práticas de Ensino de Biologia, Física, Química e Áreas Afins*. Anais... Niterói, (CD – Rom). 2003.

REIS, P. *Controvérsias sócio-científicas: Discutir ou não discutir? Percursos de*

aprendizagem na disciplina de Ciências da Terra e da Vida. Tese. (Doutoramento em Educação) - Departamento de Educação da Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa. 2004.

_____. Os temas controversos na educação ambiental. *Pesquisa em Educação Ambiental*, 2 (1), 125-140. 2007.

_____. Ciência e Controvérsia. *REU*, 35 (2), 9– 15. 2009.

_____. Da discussão à ação sociopolítica sobre controvérsias sócio-científicas: uma questão de cidadania. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, 3 (1), 01-10. 2013.

RODRIGUES, A. R. S. Educação Ambiental em Tempos de Transição Paradigmática: Entrelaçando Saberes “Disciplinados”. *Ciência e Educação*. 20 (1), 195-206. 2014.

SANDRINI, M. *Para sempre! O compromisso ético do educador*. Petrópolis, RJ; Vozes, 2007.

SANMARTI, N. Hablar y escribir: una condición necesaria para aprender ciencias. In: *Cuadernos de pedagogía*, no. 281, junio, 1999, p. 54-58.

SCHEID, N. M. J.; Ferrari, N.; Delizoicov, D. A construção coletiva do conhecimento científico sobre a estrutura do DNA. *Ciência & Educação*, Bauru, 11 (2), 223-233. 2005.

SCHEID, N. M. J. Temas controversos no ensino de Ciências: apontamentos de natureza ética. *Diálogo*, Canoas, 19 (1), 65-79. 2011.

_____. Collective construction of knowledge in the initial professional trainin for natural sciences. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*. 19(2), 127-137. 2016a.

_____. Educação em Ciências Naturais e Formação Cidadã: contribuições das Tecnologias da Informação e da Comunicação. In: GÜLLICH, R. I. C.; HERMEL, E. E. S. (Orgs.). *Educação em Ciências e Matemática: pesquisa e formação de professores*. Chapecó: UFFS, 2016b, p. 137-153.

SCHEID, N. M. J; SIQUEIRA, A. C. Os recursos da web 2.0 na Educação Básica e a formação para a Cidadania. In: BOER, N.; ZANELLA, D. C.; PEIXOTO, S. C. (Orgs.) *Ensino e Profissão Docente*. Santa Maria: Centro Universitário Franciscano, p. 190-202, 2016.

SKLOOT, R. *A vida imortal de Henrietta Lacks*. São Paulo: Cia das Letras. 2011.

ZEICHNER, K. *A formação reflexiva de professores: ideias e práticas*. Lisboa: Educa, 1993.

Recebido em junho de 2017.

Aprovado em dezembro de 2017.