

A Perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade na Formação Inicial de Professores de Física: Estudando Concepções A Partir de uma Análise Bakhtiniana

(The STS Perspective in the Initial Training of Physics Teachers: Studying Concepts From a Bakhtinian Analysis)

DIOMAR CARÍSSIMO SELLI DECONTO¹, CLÁUDIO JOSÉ DE HOLANDA CAVALCANTI² e FERNANDA OSTERMANN²

¹ Instituto Federal Catarinense – Campus Concórdia (diomardec@gmail.com)

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul (claudio.cavalvanti@ufrgs.br, fernanda.ostermann@ufrgs.br)

Resumo. Neste trabalho são analisadas as compreensões de licenciandos em Física sobre as inter-relações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). A partir de um questionário aplicado a 11 estudantes cursantes da disciplina “Metodologia do Ensino de Física”, na qual a perspectiva CTS seria posteriormente estudada, foram coletados dados sobre a compreensão inicial relativa ao CTS. Tais dados foram analisados a partir do marco teórico-metodológico da teoria de Bakhtin associado a pressupostos CTS, tomando como base o trabalho de Strieder (2012). Pela análise desenvolvida foi possível identificar compreensões confusas e ambíguas sobre as inter-relações CTS, marcadas por um grau de elaboração reduzido alinhado a posicionamentos de senso comum, cuja formação docente deve problematizar e auxiliar em uma possível superação.

Abstract. This paper analyzed the understandings of future teachers in physics about Science, Technology and Society STS interrelationships. From a questionnaire applied to 11 students of the discipline "Methodology of Physical Education," in which the STS perspective would later study, data were collected on the initial understanding on the STS. These data were analyzed from the theoretical and methodological framework of Bakhtin's theory associated with STS assumptions, based on the work of Strieder (2012). The developed analysis were identified confusing and ambiguous understandings about the STS interrelations marked by a degree of reduced development aligned with common sense positions whose teacher training should discuss and assist in a possible overrun.

Palavras-chave: CTS, formação de professores de física, análise bakhtiniana

Keywords: STS, training of physics teachers, bakhtinian analysis

Introdução

Pesquisas relativas à perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) têm acompanhado o crescimento da área de ensino de Ciências no Brasil, contando com um aumento significativo de trabalhos publicados em eventos e periódicos (ABREU *et al.*, 2013). De maneira geral, os trabalhos têm buscado investigar questões voltadas ao conhecimento da área de pesquisa, à busca de perspectivas futuras, à disseminação, à compreensão de diferentes propostas perspectivas e ao subsídio de práticas docentes (STRIEDER, 2012). Contudo, apesar dos avanços e conquistas verificados nas pesquisas, a apropriação da perspectiva CTS pelas instituições de ensino tem se dado muito mais no âmbito discursivo do que no âmbito educacional (AZEVEDO *et al.*, 2013).

Trabalhos como o de Pinheiro *et al.* (2007) têm apontado a relevância da inserção da perspectiva CTS no ensino médio. Segundo os autores, o enfoque CTS

adquire considerável valor na sociedade atual, principalmente, em função de possibilitar questionamentos críticos e reflexivos sobre o contexto científico-tecnológico e social. Infelizmente, se por um lado as pesquisas apontam a necessidade de incluir a temática na educação básica, demonstram a relevância da mesma e desenvolvem propostas para subsidiar tal inclusão, por outro, raramente se verifica a incorporação efetiva na educação básica.

A literatura tem apontado vários obstáculos à implementação do enfoque CTS. Um dos vários obstáculos refere-se ao papel do professor e, neste aspecto, cabe destacar que não se pode negligenciar a influência das concepções destes na constituição de tal obstáculo. Segundo Acevedo *et al.* (2002), as concepções CTS dos professores passaram a ganhar destaque nas pesquisas mais recentemente, pois não se pode ensinar algo que se desconhece e também porque é sabido que tais concepções influenciam na prática docente, assim como nas concepções dos alunos.

Strieder (2012), em análise de trabalhos sobre a temática CTS publicados em eventos nacionais da área de ensino de Ciências, destaca que compreender as concepções de professores sobre a temática representa uma preocupação dos pesquisadores brasileiros. Como exemplos de trabalhos preocupados em investigar concepções de professores sobre CTS pode-se citar Auler e Delizoicov (2006), Ricardo *et al.* (2007), Firme e Amaral (2008), Miranda e Freitas (2008), Deconto *et al.* (2012). Strieder (2012) aponta que os trabalhos desta natureza, em geral, buscam conhecer as compreensões de professores tanto em formação inicial quanto continuada para problematizá-las. Por outro lado, indica que também não há um consenso sobre qual seria a concepção mais adequada, mas de maneira geral as pesquisas destacam que os professores em exercício apresentam uma visão ingênua sobre as relações CTS.

Este trabalho se enquadra nesta mesma proposta e faz parte de um projeto maior que visou investigar como licenciandos cursantes da disciplina “Metodologia do Ensino de Física” compreendem e constroem as relações CTS no decorrer desta (a temática será trabalhada em seu decorrer). O objetivo do presente trabalho é focar as visões iniciais destes licenciandos, cuja análise, diferentemente da maioria dos trabalhos que investigam concepções de professores sobre CTS, será desenvolvida a partir dos pressupostos da filosofia da linguagem de Bakhtin.

Portanto, o presente trabalho busca investigar as seguintes questões:

Que visões de ciência, tecnologia e sociedade podem ser identificadas no discurso dos sujeitos de pesquisa? Que elementos relacionados ao processo formativo

destes sujeitos podem ajudar a explicar suas visões de CTS no início da disciplina “Metodologia do Ensino de Física”?

Referencial teórico-metodológico

Como referencial teórico-metodológico será adotada a filosofia da linguagem proposta pelo círculo de Bakhtin. Segundo Bakhtin (1995, p. 124), “a língua vive e evolui historicamente na comunicação verbal concreta, não no sistema linguístico abstrato das formas da língua nem no psiquismo individual dos falantes”. Por isso, o ponto de partida na construção de sua filosofia é assumir a linguagem como um fenômeno social da interação verbal, isto é, como uma *atividade humana*. Quando Bakhtin fala em interação verbal ele não está se limitando apenas ao diálogo face a face (embora essa seja uma das formas mais importantes de interação verbal), mas todos os fatores que envolvem a comunicação verbal: gestos, posicionamentos valorativos, emoções, etc., ou seja, a interação verbal é vista como um conjunto de práticas socioculturais.

A partir da interação verbal surgem os *enunciados*, que Bakhtin vai considerar como unidades reais da comunicação verbal, ou seja, unidades que garantem a existência do discurso. Segundo ele, “a enunciação está indissolivelmente ligada às condições de comunicação, que, por sua vez, estão sempre ligadas às estruturas sociais” (BRAIT, 2005, p. 94). Assim sendo, os enunciados emergem do interior das áreas da atividade humana, refletindo as finalidades e especificidades destas.

Portanto, os enunciados são analisados sempre em função do contexto em que estão inseridos, o que não acontece com as palavras e orações (unidades convencionais da comunicação), que são abstraídas do contexto. Para a construção de uma metodologia de análise fundamentada nesta filosofia, adotou-se no presente trabalho como unidade de análise não palavras ou orações escritas/proferidas pelos licenciandos investigados, mas os enunciados destes.

Alguns aspectos que diferenciam o enunciado das unidades convencionais da comunicação (palavras ou orações) são (BAKHTIN, 2003):

- i) a *alternância* dos sujeitos falantes, que demarca os limites do enunciado;
- ii) a *conclusibilidade*, que abarca três critérios: (a) exauribilidade: quando o sujeito disse tudo o que tinha para dizer; (b) vontade: quando o sujeito disse tudo o que queria dizer; (c) acabamento: a maneira de acabar;
- iii) a relação do enunciado com o autor e com os demais parceiros da comunicação.

Os primeiros aspectos auxiliam na delimitação dos enunciados que serão analisados, ou seja, de acordo com eles, serão consideradas como enunciados cada uma das respostas ao questionário, pois ao final de cada resposta o licenciando concluiu o que queria dizer.

A terceira característica do enunciado sinaliza que o mesmo não representa um conjunto de palavras simplesmente soltas, ele sempre é expresso a alguém, a um *destinatário*. Este, por sua vez, ao ouvir o enunciado e tentar compreendê-lo assume uma postura *responsiva*, tornando-se também um falante (mesmo que não exerça a fala explicitamente). Esta ação de caráter responsivo inicia-se desde o começo do processo de compreensão, na qual para cada palavra do locutor o ouvinte opõe uma *contrapalavra* própria, que é o que caracteriza a compreensão. O conjunto de todas essas contrapalavras que são utilizadas para opor às palavras do locutor forma a *réplica* que dará continuidade ao diálogo instaurado pela interação dos enunciados. Esse aspecto da teoria bakhtiniana é um elemento muito importante quando se deseja investigar sobre aprendizado de conceitos, por exemplo.

Essas relações entre os indivíduos e seus enunciados apresentadas no parágrafo anterior representam uma condição geral da linguagem: o *dialogismo*, um conceito articulador das ideias bakhtinianas que fundamenta suas concepções de linguagem, de mundo e de vida.

Embora seja utilizado com diferentes acepções, o dialogismo como visão de mundo, como um princípio geral, trata da correlação entre o *eu* e o *outro*, quer dizer, segundo essa visão o ser humano só pode ser pensado a partir das relações que o ligam ao outro, sendo o outro imprescindível para a constituição do eu, ou seja, a linguagem, as palavras, os signos e todas as ações humanas são definidas pela alteridade e são, portanto, dialógicas.

Assim, a língua deve ser constituída pelo diálogo instituído pelas enunciações de pelo menos dois indivíduos. Esses enunciados formarão uma cadeia, mantendo relações de sentido uns com os outros e com enunciações anteriores, oriundas de outros diálogos, ou seja, relações entre o eu e o(s) outro(s). Essa é uma marca do dialogismo na linguagem. O dialogismo pode ser definido em dois sentidos, como aponta Brait (2005). O primeiro sentido atribuído diz respeito ao diálogo entre discursos (enunciados), às relações interdiscursivas, apontando que todo o discurso mantém relações com outros discursos se entrelaçando, complementando, respondendo, enfim, mantendo uma relação tensa, de choque, de contradições. É nesse ponto que o dialogismo instaura-se

como um princípio constitutivo da linguagem e que torna a língua ideologicamente não neutra.

Já o segundo sentido refere-se ao diálogo entre interlocutores, o que significa dizer que o discurso não é individual, ocorre entre pelo menos dois interlocutores, entendidos como seres sociais. Desta forma, todo enunciado é uma resposta ao já dito (dá conta da presença do outro) e será orientado para a resposta (suscita respostas futuras, no outro).

A dialogicidade dos enunciados e, em especial, a alteridade, apoiadas no contexto extraverbal¹, podem ajudar a compreender o que é veiculado implícita ou explicitamente nos enunciados, a quem se destinam e as influências do destinatário sobre os mesmos. Ou seja, a análise criteriosa desses enunciados, segundo os preceitos da teoria bakhtiniana, pode trazer à tona aspectos do enunciado atrelados ao(s) outro(s), constituídos a partir da interação entre os mesmos (nem sempre direta ou síncrona).

Retornando às características dos enunciados, outros elementos, esses comuns também às unidades convencionais da comunicação, são: *conteúdo temático*, *estilo* e *construção composicional*. Embora sejam aqui tratados de maneira separada, esses três elementos estão diretamente relacionados entre si.

O conteúdo temático é simplesmente sobre o que fala o enunciado, ou seja, qual é o tema central dele. O estilo representa os recursos utilizados pelo autor no enunciado, por exemplo, se este usa jargões, voz passiva, vocativo, escreve/fala em primeira pessoa, etc². Por último, a construção composicional, faz referência à organização do enunciado, se o enunciado organiza-se com uma introdução, um desenvolvimento e uma conclusão, se expõe uma ideia e depois justifica ou o contrário, antes justifica uma ideia que expressa na sequência, etc.

Esses três elementos do enunciado, de maneira imbricada, poderiam integrar a proposta metodológica ajudando a inferir, de forma preliminar, o que o autor do enunciado está querendo dizer aos seus interlocutores, a quem se dirige e que aspectos moldam seu discurso. Por exemplo, no caso de um enunciado proferido em resposta a

¹ O contexto extraverbal representa o entorno sócio-histórico-cultural envolvido na interação verbal entre sujeitos. Esses elementos que constituem o contexto da comunicação são indispensáveis para compreendê-la, pois definem: aquilo que ambos interlocutores veem, no que diz respeito tanto ao espaço físico quanto às circunstâncias socioculturais; aquilo que eles conhecem e compreendem, de maneira comum, sobre a situação compartilhada; e aquilo que avaliam em conjunto sobre essa situação de comunicação. Desta forma, os enunciados só adquirem sentido quando analisados em conjunto com a parte presumida (contexto extraverbal), que faz parte do enunciado, porém não de forma verbal.

² O uso desses recursos não é uma escolha neutra ou aleatória do falante. Pelo contrário, revela uma intencionalidade e seu uso requer que haja um domínio do que Bakhtin chama de *gêneros discursivos*, o que será explicado mais adiante.

uma pergunta sobre pressupostos CTS, tais elementos podem auxiliar a desvelar alguns aspectos da compreensão dos pressupostos questionados que estão presentes direta ou indiretamente no enunciado do licenciando investigado e podem ainda ajudar a entender certos posicionamentos e contradições que podem aparecer nos seus discursos.

Outra questão importante colocada por Bakhtin, é que dentro das esferas da atividade humana geram-se tipos relativamente estáveis de enunciados, denominados *gêneros do discurso*. Segundo Faraco (2009), eles são uma unidade de classificação que serve para reunir entes diferentes com bases em traços comuns, assim, para cada esfera da atividade, vai existir um gênero do discurso específico que não deve ser abstraído da relativa esfera de criação e utilização.

Bakhtin classifica os gêneros de dois tipos: (a) os primários: que são simples e do cotidiano, como as conversas familiares, por exemplo; (b) os secundários: que são complexos, utilizados nas atividades científicas, artísticas, filosóficas. É importante destacar que para Bakhtin eles não são dicotômicos, mas interdependentes, podendo, inclusive, em algumas atividades humanas, ocorrer a passagem de um gênero para outro.

A linguagem, além de ser vista como atividade e composta por diversos gêneros é, segundo Bakhtin, atravessada por diversas *vozes*. Para ele, um enunciado só pode ser produzido por meio de uma voz, que não é apenas uma emissão sonora, mas uma espécie de “marca” que expressa as visões de mundo de um determinado sujeito, que expressam um posicionamento valorativo deste.

Além disso, a voz jamais se apresenta de maneira neutra e isolada de outras vozes, pois conforme foi dito anteriormente, o dialogismo é um princípio constitutivo da linguagem. O mesmo pode ser dito, portanto, sobre os enunciados, já que estes são permeados por inúmeras vozes que “vão se apoiar mutuamente, se interiluminar, se contrapor parcial e totalmente, se diluir em outras, se parodiar, se arremedar, se polemizar velada ou explicitamente e assim por diante” (FARACO, 2009, p. 58).

A busca pelas vozes dos sujeitos de pesquisa é um elemento relevante a ser integrado à proposta metodológica de análise, já que por meio deste é possível evidenciar os pontos de vista sobre determinado tema abordado no discurso (como por exemplo, o ponto de vista sobre a neutralidade da ciência, sobre modelos de ensino CTS, sobre o papel do professor nesse movimento, etc.).

Além disso, a identificação das diferentes vozes (a do próprio autor do enunciado, do professor, dos colegas, dos artigos...) que compõem as enunciações de

cada indivíduo possibilita compreender como se dá a construção do conhecimento externalizado no enunciado, na medida em que forem identificadas quais vozes foram incorporadas ao discurso e como elas são utilizadas para responder e contrapor outras vozes. A partir disso, pode-se vislumbrar possíveis relações entre as falas dos sujeitos de pesquisa e o contexto institucional, por exemplo.

Procedimentos metodológicos

Os dados de análise serão compostos pelas respostas que os onze licenciandos cursantes da disciplina deram ao questionário aplicado no início da mesma (apêndice) e, para desenvolver a análise, será proposta uma aproximação da perspectiva CTS ao referencial teórico-metodológico adotado, tomando como base o trabalho de Strider (2012).

Parte-se do pressuposto que a análise a ser realizada nesse trabalho irá considerar que um enunciado não pode ser encarado de maneira isolada de outros. Desta forma, as vozes serão bastante importantes para analisar como os discursos dos estudantes podem estar sendo moldados quando expressarem suas ideias sobre as relações da tríade CTS em uma situação típica na sala de aula (respondendo questionários, apresentando trabalhos, fazendo leituras, discutindo, etc.). Entender a forma como essas vozes se interanimam, em função do contexto, é fundamental para investigar a compreensão dos sujeitos de pesquisa sobre os vários aspectos da perspectiva CTS. Por isso o conceito bakhtiniano de voz será tomado como central na análise, articulado com outros conceitos básicos da teoria bakhtiniana – dialogismo, enunciado, estilo, construção composicional, conteúdo temático, contexto extraverbal, contrapalavras, responsividade e gêneros do discurso.

Strieder (2012) estabeleceu três parâmetros que estão presentes nos discursos sobre ciência, sobre tecnologia e sobre sociedade. Tais parâmetros, que retratam uma possibilidade de caracterização das diferentes abordagens CTS, são: a racionalidade científica, o desenvolvimento tecnológico e a participação social. Eles representam não apenas olhares para a ciência, a tecnologia e a sociedade, mas uma maneira de olhar para as relações CTS.

Assim, como aponta a autora, esses parâmetros não representam uma análise direta sobre a ciência, a tecnologia e a sociedade, já que uma análise isolada de cada um dos elementos da tríade é insuficiente para analisar as complexas relações CTS. Então, embora esses três parâmetros carreguem especificidades da ciência, da tecnologia e da

sociedade, não se reduzem a elas, constituindo uma articulação entre os diferentes olhares para estas. Dessa forma, na visão de Strieder, diferentes níveis de compreensão sobre esses parâmetros podem servir de aporte para caracterizar as diferentes abordagens CTS.

No contexto deste trabalho, considerar-se-á que estes níveis propostos por ela podem ter relações com possíveis vozes incorporadas ao discurso dos estudantes, caracterizando as visões de racionalidade, desenvolvimento e participação que deverão ser identificadas nos enunciados dos licenciandos. A seguir será feita uma breve descrição de tais níveis³.

Racionalidade científica

A racionalidade científica pode ser encontrada tanto em discursos sobre ciência, como em discursos sobre tecnologia e sobre sociedade e, por isso, representa uma maneira de conceber a ciência e também as relações CTS. Segundo Strieder (2012), discussões sobre a racionalidade científica estão presentes nos discursos sobre ciência desde uma vertente indutivista, até um outro extremo, em que é concebida a associação de valores pessoais/sociais.

Como afirma Fourez (1995), a racionalidade possui um conceito abstrato e não é absoluta, sendo que ela pode adquirir diversas formas e, inclusive, algumas que poderiam ser até mesmo consideradas irracionais.

A visão tradicional de racionalidade da ciência pressupõe que a produção do conhecimento científico é fruto do intelecto dos cientistas, guiado pela razão (a grosso modo, para os racionalistas é a razão que permite operar conceitos abstratos, encontrar coerências, simetrias ou falhas; a partir desta é que se pode balizar decisões sobre o que é, por exemplo, verdadeiro ou não – assumindo que exista algo que se possa definir como *verdadeiro*). Assim, a racionalidade está presente nas ações dos cientistas que são, portanto, decorrentes do pensamento lógico destes e pautadas por valores epistêmicos, tais como a verdade, a testabilidade e o poder de explicação.

Neste caso, a ciência assume o status de conhecimento verdadeiro, de autoridade, dogmático e independente de qualquer interferência social. Contudo, esta visão de racionalidade científica não é ampla, pelo contrário, é bastante restrita.

³ Essa descrição tem como referência, o trabalho elaborado por Strieder (2012). Desta forma, o nome dos parâmetros e níveis, assim como a descrição dos mesmos, são fiéis ao que propôs Strieder (2012), obviamente, levando em consideração que estão sujeitos à interpretação do autor do presente trabalho.

Em uma visão mais ampla, a racionalidade científica não é associada somente a valores epistêmicos ou ao pensamento lógico de sujeitos individuais, sendo analisada, sobretudo, como um fenômeno de sociedade, uma luta, uma competição (FOUREZ, 1995), ou seja, aspectos como a capacidade de juízo, de debate e de argumentação da comunidade científica são essenciais para compreender a racionalidade científica de maneira mais ampla (STRIEDER, 2012). Assim, a racionalidade da ciência está associada a uma maneira socialmente reconhecida e eficaz de abordar a relação do homem com o mundo. Desta forma, a racionalidade científica é um fenômeno humano, pois:

Interesses, preconceitos, a força da inércia profissional, compromissos ideológicos e propósitos práticos parecem pesar tanto ou mais que as evidências ou os argumentos (fatores clássicos da racionalidade) nas conclusões a que chegam os cientistas (CUPANI, 2013, p.15).

Em suma, como propõe Strieder (2012), a ciência assume um papel racional, porém não caracterizado somente por algoritmos e evidências empíricas:

A racionalidade científica não é, portanto, sinônimo de verdade acerca da realidade, de observância de um conjunto de regras seguidas por meio de um método seguro e infalível. É acima de tudo, resultado da atividade humana. Uma outra ciência, ainda que racional, é possível, desde que haja uma sociedade diferente. Dessa forma, olhar para a ciência implica olhar para a racionalidade científica e sua presença na sociedade atual (STRIEDER, 2012, p. 178).

A racionalidade, como apontada pela autora, é entendida em uma perspectiva na qual se reconhece sua existência em diferentes formas na construção da ciência que, portanto, é racional em sua essência, sem que isto signifique acreditar em certezas e em progresso garantido.

Assim, essa autora reconhece que é possível haver diferentes níveis de compreensão da racionalidade. Tais níveis vão desde posturas ingênuas até posturas mais críticas, sendo denominados de acordo com o apresentado no Quadro 1.

Desenvolvimento tecnológico

De forma semelhante ao parâmetro racionalidade científica, o desenvolvimento tecnológico, embora diretamente relacionado à tecnologia, não se restringe a ela. Portanto, neste parâmetro, a crítica não recai sobre a tecnologia propriamente, mas sobre as perspectivas de desenvolvimento tecnológico que, articuladas aos modelos de ciência e de sociedade, a orienta. Assim, como aponta a autora, “a questão não é a tecnologia nem desenvolvimento em si mesmos, mas a relação entre eles; a variedade

de possíveis tecnologias e caminhos de desenvolvimentos entre os quais devemos escolher” (STRIEDER, 2012, p. 189).

Quadro 1 – Níveis de racionalidade científica

<p>1R: Racionalidade como garantia de desocultamento da realidade</p> <p>Nesta perspectiva, como o próprio nome indica, o conhecimento científico é encarado como essencial para compreender o mundo e a racionalidade pode ser entendida como garantia de chegar à verdade absoluta. Assim, a ciência passa a ser vista como um processo pelo qual ocorre um desocultamento da realidade. Desta forma, nesse nível de racionalidade a ciência pode ser encarada como uma atividade neutra, completamente livre de juízos de valor, de opiniões, de julgamentos, pontos de vista, de discussões, etc. A ciência é vista como sendo orientada por uma lógica interna, isto é, por um conjunto de regras estabelecidas que proporcionam um conhecimento único, tomado como verdade absoluta, não havendo preocupações com os seus limites ou o seu alcance. Visões que “partem do pressuposto que para compreender e resolver problemas da realidade basta conhecimento científico” (STRIEDER, 2012, p.181), supervalorizando-o, podem ser enquadradas nesse nível.</p>
<p>2R: Racionalidade universal – Ciência boa ou má</p> <p>Seguindo na mesma linha do nível anterior, o conhecimento científico permanece sendo encarado como inquestionável e impessoal. Contudo, neste nível algumas críticas e questionamentos são aceitos, mas apenas no que diz respeito ao uso feito da ciência, ou seja, o que é questionado não é o conhecimento em si, mas o uso que é feito dele. Assim, em relação ao nível anterior continua havendo uma supervalorização da ciência, cujos resultados são considerados sempre positivos, isto é, sempre em prol do bem estar da sociedade e jamais a serviço de valores particulares. Todavia, esses resultados positivos são colocados a serviço da sociedade que é responsável por seu uso, que pode ser tanto para o bem quanto para o mal. Então, mesmo esse nível sendo um pouco mais crítico que o 1R, a racionalidade ainda não é questionada, pois questionamentos/reflexões/decisões surgem somente após o término do trabalho científico (decisões pós-produção).</p>
<p>3R: Racionalidade em contexto – Ciência vulnerável e provisória</p> <p>Neste nível, a racionalidade da ciência como garantia de verdade absoluta passa a ser questionada, uma vez que a ciência passa a ser vista como um processo não mais pautado unicamente na racionalidade. Ela passa a ser encarada como uma atividade humana que guarda relações com fatores sociais, sendo considerada muito mais influenciada por estes do que propriamente apoiada em uma construção racional ou da sua própria lógica interna. Assim, nesta perspectiva, o contexto social torna-se imprescindível para a evolução da ciência, já que esta é diretamente influenciada por ele (entre outras coisas, pelas necessidades/interesses da sociedade). Nesse nível critica-se, portanto, a neutralidade atribuída à ciência e se concebe que ela envolve não apenas produtos, mas também processos.</p>
<p>4R: Racionalidade questionada – Ciência limitada pelas práticas sociais</p> <p>Um entendimento mais crítico de racionalidade é atingido neste nível, pois, como o próprio nome sugere, nessa perspectiva “a racionalidade é questionada por contribuir para a dominação de determinadas minorias sociais” (STRIEDER, 2012, p.186). Dessa forma, a ciência é entendida como vinculada aos interesses de algum grupo social. Assim, é contestada a neutralidade da atividade científica, já que essa atividade atende aos interesses de certos grupos e são influenciados por relações de poder. A ciência não possui o objetivo primordial de desenvolver o conhecimento por si mesmo, passando a ser influenciada também por interesses que, a princípio, não incluem o bem estar da população e não são concentrados em resolução de problemas teóricos, mas de “oportunidades oferecidas pelo contexto” (STRIEDER, 2012, p.186). Por isso, neste nível de racionalidade, criticam-se os rumos da pesquisa e os motivos pelos quais determinadas pesquisas são desenvolvidas e outras não, além da concepção de ciência como instrumento do progresso.</p>
<p>5R: Racionalidade assumida mas insuficiente – Ciência insuficiente</p> <p>Por fim, apresenta-se a noção de que o conhecimento científico é insuficiente tanto para compreender os problemas da realidade quanto para resolvê-los, pois o mundo é complexo demais para tal. Com isso não está sendo negada a existência de uma racionalidade, nega-se apenas o fato de que ela possa levar a uma compreensão adequada da complexidade do mundo contemporâneo. Além disso, não há como assegurar o progresso uma vez que a racionalidade é “apenas uma das ferramentas nas decisões de valor sobre o que seja progresso” (STRIEDER, 2012, p.187), sendo limitada por outros conhecimentos da realidade e por inúmeros valores sociais.</p>

Fonte: adaptado de Strieder (2012).

Como ocorre na racionalidade científica, a predominância de uma visão tradicional e considerada ingênua pode ser encontrada no desenvolvimento tecnológico

também. Embora possua diferentes significados, é muito comum verificar uma associação do desenvolvimento com o crescimento econômico, isto é, a visão tradicional e reducionista de desenvolvimento é entendida como sinônimo de progresso, sendo seus motores a ciência e a tecnologia. Assim, associado a isto, “está a ideia de que o desenvolvimento social só poderá ser atingido com mais ciência e tecnologia, como vem sendo feito nos países ditos desenvolvidos” (STRIEDER, 2012, p. 189).

Contudo, essa visão de ciência e tecnologia como motores do desenvolvimento tem sido problematizada, pois, de acordo com Novaes e Fraga (2010, apud STRIEDER, 2012), parece haver uma confusão entre desenvolvimento (que envolve o desenvolvimento social) e crescimento econômico. Isso pode levar à noção equivocada de que o desenvolvimento social é alcançado apenas com o impulso do desenvolvimento tecnológico. Desta forma, pensar na questão do desenvolvimento tecnológico requer promover uma articulação com fatores ligados a um respectivo projeto de sociedade, tendo a percepção dos limites e riscos do conhecimento que dá vida à ciência e à tecnologia, sendo este essencialmente produzido para a dominação e não para o bem estar.

Assim, a autora reconhece que é possível haver diferentes níveis de compreensão sobre o desenvolvimento tecnológico, de forma que estes níveis resultam em diferentes compreensões das relações CTS. Eles que vão desde posturas menos críticas, nas quais a tecnologia tem um papel mais funcional do que social e se considera um modelo de desenvolvimento neutro, decorrente dessa falta de criticidade; até posturas mais críticas, nas quais a tecnologia passa a ser entendida como uma classe de conhecimento com suas respectivas especificidades e é promovida uma ruptura com o modelo linear de desenvolvimento, pois passa-se a considerar que o desenvolvimento é permeado de propósitos e dependente do contexto. Os níveis são explicados no Quadro 2.

Participação social

Como nos dois outros parâmetros, a participação social não representa apenas uma forma de olhar para a sociedade, mas principalmente uma forma de olhar para as relações CTS, ou seja, uma maneira de compreender o papel da sociedade com relação à ciência e à tecnologia. Neste sentido, “a participação da sociedade é um elemento que comparece em trabalhos que buscam analisar a presença, as implicações e relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade” (STRIEDER, 2012, p. 109).

Quadro 2 – Níveis de desenvolvimento tecnológico

1D: Desenvolvimento neutro – Tecnologia enquanto aparato presente na sociedade

Como o nome da categoria salienta, neste nível de compreensão, o desenvolvimento tecnológico é tido como neutro, ou seja, não influencia a sociedade e também não é influenciado pelo contexto social sendo, portanto, isento de qualquer juízo de valor. Nesta perspectiva, a tecnologia assume um papel de aparato/instrumento que os humanos utilizam para satisfazer suas necessidades sua produção independe de qualquer fator externo. É importante salientar que neste nível de compreensão de desenvolvimento, quando levado ao extremo, pode haver um alinhamento a uma perspectiva tecnocrática, já que a tecnologia é entendida apenas como um fenômeno técnico, não sendo concebida nenhuma relação com o âmbito social.

2D: Desenvolvimento como progresso social – Tecnologia vista como ciência aplicada

No nível anterior, questões relativas aos benefícios ou malefícios do desenvolvimento não eram alvo de críticas, já que não havia nenhum tipo de relação deste com a sociedade. Em contrapartida, no nível 2D, começam a surgir algumas discussões de caráter mais social, nas quais “o desenvolvimento é analisado em função das implicações sociais positivas” (STRIEDER, 2012, p.193). Nesse quadro, considera-se que o desenvolvimento sempre promove benefícios à sociedade sendo, muitas vezes, endossado o modelo linear de desenvolvimento, que propõe uma relação direta entre ciência e tecnologia com o bem estar social, no qual este último decorre automaticamente de investimentos na ciência e na tecnologia. Lembrando-se do modelo linear de desenvolvimento – DC → DT → DE → DS – é possível perceber que nesse nível de compreensão a tecnologia é encarada como a aplicação dos conhecimentos científicos, uma visão bastante disseminada pelo meio acadêmico e por livros/documentários de divulgação científica.

3D: Desenvolvimento e suas especificidades – Tecnologia como classe de conhecimento

O enfraquecimento do conceito de tecnologia como um simples instrumento e como ciência aplicada pode ser verificado neste nível de compreensão, no qual diferenciações entre ciência, tecnologia e técnica se fazem presentes, ou seja, nesta categoria “os interesses recaem para discussões sobre as especificidades do conhecimento tecnológico” (STRIEDER, 2012, p.194). A concepção de que a tecnologia sofre influências da sociedade é incorporada a este nível de compreensão, no qual o foco não é tanto o desenvolvimento tecnológico em si, mas as relações entre a ciência e a tecnologia e a tecnologia com a sociedade, ou seja, as especificações e aplicações do conhecimento tecnológico. Implicações negativas do desenvolvimento tecnológico, que não eram contempladas em 2D, se fazem presentes neste nível. Com isso, entende-se que a tecnologia tem um poder de transformação sobre a sociedade, com efeitos que podem ser tanto positivos quanto negativos. Se por um lado assume-se que a tecnologia influencia a sociedade tanto positiva como negativamente, por outro, não se faz presente tão enfaticamente a influência da sociedade sobre a tecnologia, pois a responsabilização pelas transformações sociais recai sobre a tecnologia propriamente e não sobre aqueles que participam do processo de construção da mesma, isto é, membros da sociedade. Assim, se levada a um extremo, tal concepção pode incorrer no mito do determinismo tecnológico, em que o desenvolvimento social é determinado unicamente pela ciência e pela tecnologia.

4D: Desenvolvimento orientado – Tecnologia contém propósitos políticos

A ruptura com o modelo linear de desenvolvimento marca esse nível de compreensão, no qual se entende que o desenvolvimento tecnológico não atende às necessidades básicas da população, mas sim aos interesses de uma pequena parcela da sociedade, mais favorecida do ponto de vista econômico. Nesse contexto, a tecnologia como ente neutro é rejeitada e substituída por uma visão que a encara como uma estrutura cultural, que assume os valores de um determinado grupo social. Assim, nesse nível de compreensão ela deixa de ser um simples meio para a realização de atividades passando a ser vista como um sistema que afeta a vida da sociedade, modelando valores e relações sociais.

5D: Desenvolvimento em contexto – Tecnologia voltada para as necessidades básicas

Por fim, em um patamar mais crítico, encontra-se a compreensão de que a tecnologia deve ser pensada em função do contexto. Por entender que a tecnologia tem suas origens a partir de um grupo particular, com seus respectivos aspectos culturais e socioeconômicos, esta não se adequaria a qualquer ambiente e, conseqüentemente, não resultaria em desenvolvimento e em bem estar social para toda a população. Assumindo a concepção de que o desenvolvimento econômico não leva necessariamente ao bem estar social, neste nível de compreensão há a defesa de sistemas de desenvolvimento tecnológico que visem atender às necessidades básicas de uma dada população específica. Portanto, propõe-se que “o desenvolvimento tecnológico deve ser pensado inserido em um determinado contexto e buscando satisfazer às necessidades básicas e não gerar lucro econômico” (STRIEDER, 2012, p.197).

Fonte: adaptado de Strieder (2012).

Como expõe Strieder (2012), há interesse da sociedade em participar, mas ela não compreende o sentido de participar, almejando-o em decorrência do descontentamento com seu afastamento de questões que interessam a todos, mas que são decididas por uma minoria.

A participação social pode se dar de diferentes maneiras, que vão desde uma perspectiva pouco engajada incapaz de ultrapassar o nível da informação, isto é, quando a participação se dá simplesmente por ser informado sobre o que foi decidido, até o nível de enquadramentos mais complexos, nos quais são atribuídos à sociedade papéis que proporcionam maior poder de decisão por meio do qual, em um nível crescente, pode é possível fazer recomendações, tomar decisões em conjunto ou, ainda, ter total autonomia para decidir.

Portanto, pode-se dizer que no âmbito das discussões CTS diferentes formas de participação são possíveis. Com base nisso, Strieder (2012) organizou esses diferentes níveis conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 – Níveis de participação social

<p>1P: Reconhecimento da presença da CT na sociedade</p> <p>Não há uma participação efetiva da sociedade segundo esse nível de compreensão, pois se entende que a forma de participar é a partir do reconhecimento de problemas da atualidade (por exemplo, temas que aparecem na mídia) que envolvem a ciência e a tecnologia. Nesta perspectiva, considera-se que as decisões são baseadas em conhecimentos científicos e tecnológicos, portanto, como a população de maneira geral não tem domínio desses conhecimentos básicos sobre os problemas em pauta, colocam-se as decisões nas mãos dos especialistas, ou seja, é assumido um regime tecnocrático. Assim, embora haja uma aproximação da sociedade com a ciência e a tecnologia, estas acabam sendo focadas apenas “sobre os avanços e problemas mais recentes sem avaliar riscos e benefícios ou discutir implicações e transformações sociais” (STRIEDER, 2012, p.203).</p>
<p>2P: Decisões individuais – Discussão de riscos e benefícios</p> <p>A participação da sociedade se dá por meio da “avaliação de pontos positivos e negativos associados ao uso de determinado resultado/produto da CT” (STRIEDER, 2012, p.203). Todavia, tais avaliações se dão apenas após o processo de produção/construção científico-tecnológica, não havendo nenhum tipo de participação durante o processo. Assim, neste âmbito, a participação é orientada para decisões bastante específicas, que exigem apenas entender os prós e os contras em uma perspectiva local ou individual.</p>
<p>3P: Decisões coletivas – Discussão de problemas e impactos ou transformações</p> <p>Este nível de compreensão coloca as decisões em um contexto social mais amplo que o considerado em 2P, pois nele se considera que a participação envolve o reconhecimento do impacto da ciência e da tecnologia na sociedade. Exige-se, assim, mais que reconhecer benefícios ou malefícios da tecnologia, buscando-se compreensão do papel desta na sociedade, nos mais diferentes contextos. Portanto, a participação agora envolve decisões coletivas. Cabe ressaltar que ainda não há participação sobre o processo de produção da tecnologia, ficando este ainda restrito à situação de pós-produção.</p>
<p>4P: Mecanismos de pressão – Identificação de contradições</p> <p>Se em 3P a participação se dava por meio do reconhecimento das transformações causadas pelo desenvolvimento científico-tecnológico, neste nível ela envolve compreender aspectos que antecedem tal desenvolvimento, ou seja, que existem propósitos políticos subjacentes à produção dos produtos da ciência e da tecnologia. Assim, neste caso, o processo de participação social se dá por meio de mecanismos de pressão, originados pela identificação das relações de poder que estão por trás do desenvolvimento científico-tecnológico, bem como suas contradições. Percebe-se que há um grande avanço nesse nível de compreensão no que diz respeito à participação social, pois se assume que há possibilidade de intervir nos processos de produção científico-tecnológica.</p>
<p>5P: Esferas políticas – Compreensão e discussão de políticas</p> <p>Por fim, em um patamar mais crítico, encontra-se a compreensão de que a tecnologia deve ser pensada em função do contexto. Por entender que a tecnologia tem suas origens a partir de um grupo particular, com seus respectivos aspectos culturais e socioeconômicos, esta não se adequaria a qualquer ambiente e, conseqüentemente, não resultaria em desenvolvimento e em bem estar social para toda a população. Assumindo a concepção de que o desenvolvimento econômico não leva necessariamente ao bem estar social, neste nível de compreensão há a defesa de sistemas de desenvolvimento tecnológico que visem atender às necessidades básicas de uma dada população específica. Portanto, propõe-se que “o desenvolvimento tecnológico deve ser pensado inserido em um determinado contexto e buscando satisfazer às necessidades básicas e não gerar lucro econômico” (STRIEDER, 2012, p.197).</p>

Fonte: adaptado de Strieder (2012).

Os níveis aqui apresentados carregam características que podem estar relacionadas às vozes que constituem os discursos dos alunos. Essas características dessas possíveis vozes estão apresentadas de maneira sintetizada no Quadro 4.

Quadro 4 – Síntese das características das vozes veiculadas pelos alunos

Racionalidade
<ul style="list-style-type: none">•1R (Racionalidade como garantia de desocultamento da realidade)•2R (Racionalidade universal)•3R (Racionalidade em contexto)•4R (Racionalidade questionada)•5R (Racionalidade assumida mas insuficiente)
Desenvolvimento
<ul style="list-style-type: none">•1D (Desenvolvimento neutro)•2D (Desenvolvimento como sinônimo de progresso social)•3D (Desenvolvimento e suas especificidades)•4D (Desenvolvimento orientado)•5D (Desenvolvimento em contexto)
Participação
<ul style="list-style-type: none">•1P (Reconhecimento da presença da CT na sociedade)•2P (Decisões individuais)•3P (Decisões coletivas)•4P (Mecanismos de pressão)•5P (Esferas políticas)

Fonte: adaptado de Strieder (2012).

Assim, ao dizer que o foco da análise será nas visões de ciência, de tecnologia e de sociedade de maneira articulada, são estes três aspectos (racionalidade, desenvolvimento e participação) que estão sendo referenciados.

Ou seja, são as visões de racionalidade, desenvolvimento e participação que deverão ser compreendidas a partir da(s) voz(es) caracterizadas pelos níveis do quadro 4 (1R, 2R...1D, 2D...1P, 2P...). Desse modo, tais vozes representarão o eixo central da análise do questionário aplicado, onde se propõe, então, identificar as vozes de racionalidade, desenvolvimento e participação de cada licenciando investigado. Além disso, será feita a análise destes enunciados de acordo com os conceitos de Bakhtin, de modo a vislumbrar a compreensão inicial dessas visões.

Análise

Em função da extensão intrínseca ao tipo da análise que se propõe a fazer, optou-se por mostrar a análise bakhtiniana feita para os enunciados de um dos sujeitos de pesquisa (Renan) para ilustrar o procedimento utilizado na a análise dos enunciados de todos os licenciandos e, na sequência, apresentar apenas os resultados encontrados a partir dessas análises.

Inicialmente apresenta-se a transcrição das respostas dadas ao questionário pelo licenciando Renan.

1. Há muito e muito tempo atrás, em um prédio da Universidade muito, muito distante fiz um curso de férias de inverno que abordava esse assunto. Eu estava fazendo a cadeira de física aplicada II, quando um mestrando, que monitorava e acompanhava nossos trabalhos, comentou-nos sobre a perspectiva CTS no ensino de física. Cerca de um mês depois, inscrevi-me no referido curso. Achei as ideias apresentadas muito interessantes e, após a semana de curso, estava muito empolgado para praticar tudo o que aprendi em sala de aula. Contudo, essa prática exige muito planejamento e dedicação e espero começar a lecionar desta forma a partir do próximo ano, pois admito ainda não compreender bem as propostas dessa perspectiva e espero aperfeiçoar meus estudos nessa cadeira.
2.
 - a. Área de conhecimento que busca uma compreensão sobre os diversos processos naturais. Como é uma atividade humana, está propícia aos interesses daqueles que a desenvolvem ou controlam seu desenvolvimento.
 - b. Conhecimentos aplicados visando ampliar as capacidades humanas (já ouvi falar em chimpanzés aplicando tecnologias também). Essas tecnologias surgem de acordo com as necessidades e interesses dos seres humanos, apesar de nem sempre ir de acordo com o interesse de todos ou nem mesmo da maioria.
 - c. É o resultado da necessidade do ser humano de viver em grupo, composto por suas relações e consequências dessas relações. Hoje, o termo sociedade, com a globalização e a expansão dos meios de comunicação, é muito mais amplo e complicado de definir, pois o contato cultural entre pessoas em extremos opostos do globo e a delicada estabilidade e dependência econômica entre grande parte das nações do mundo, complexifica a sociedade.
3. Muitos diriam que o método científico é a única forma de se fazer ciência. Durante esse curso, ouvi muitas críticas a esse método e devo dizer que, mesmo antes de ouvi-las, já possuía minhas próprias críticas, principalmente no que se refere à neutralidade da ciência. Contudo, creio que seja importante a existência de parâmetros rígidos para nortear as pesquisas em ciência, pois o que mais diferencia a astrofísica da astrologia, por exemplo, se não fosse o empirismo? Concordo que o “método científico” de Bacon é falho, mas deve-se evitar dar muita liberdade às pesquisas científicas. Já existem, como relatou o colega Cleber, psicólogos defendendo dissertações de doutorado em que baseiam seus estudos na “mecânica quântica” defendendo a “lei da atração”. Também temos em nossa universidade o NIETE (Núcleo Interdisciplinar de Estudos Transcendentais em Espiritismo, ou algo assim) que divulga as “comprovações” físicas da cura quântica. O que nos defenderia dessas práticas?
4. Pode-se ver pelo meu discurso nas questões anteriores que não o considero. E é muita inocência acreditar, tanto que acredito que aqueles que defendem a neutralidade da ciência provavelmente devem rezar todas as noites a São Bacon ou algo assim, pois somente através de dogma uma convicção como essa poderia se manter. A própria distribuição de recursos financeiros e estruturais na universidade está propensa aos interesses dos administradores (não necessariamente aqueles formados em administração, mas aqueles que trabalham na gerência da universidade e dos recursos provenientes do governo), destinando mais verbas àqueles cursos que prometem melhores retornos.
5. Bla, bla, bla...Geralmente, muitas tecnologias são baseadas em conhecimentos científicos que trazem benefícios à população, mas só

- àqueles que podem pagar pelo seu acesso a essas tecnologias, ou se o governo ou alguma instituição resolva custear/disponibilizar seu acesso a todos, mas mesmo assim, muitos não poderão usufruir dessas tecnologias pelos mais diversos motivos, como por exemplo, motivos físicos, geográficos ou econômicos. Além disso, comecei essa questão com a palavra “geralmente”, pois muitas vezes a ciência e a tecnologia trouxeram malefícios à população e à humanidade como um todo, vide bombas atômicas.
6. Sim, dessa vez concordo com a questão proposta. Mas discordo que isso deva manter-se. O conhecimento científico é algo muito obscuro à maior parcela da população, logo elas são mais suscetíveis à manipulação por parte daqueles que veiculam as informações referentes a essas áreas. Isso não significa que a opinião dos especialistas esteja sempre correta, creio que o ideal seria possibilitar à população como um todo um conhecimento mais aprofundado de ciências para que esses possam discernir entre o que acreditam ser bom ou ruim para eles mesmos, com o mínimo de influência de interesses de outros que possam manipulá-los.
 7. Creio que a procura e discussão à resposta cabe mais a sociólogos do que a nós. Contudo, devemos procurar compreender e discutir esse assunto, pois também nos compete. Creio que a ciência e a tecnologia podem trazer muitos benefícios (e também malefícios) à sociedade. Contudo, acredito que a solução para a maior parte dos problemas da sociedade está nas próprias pessoas e como as pessoas se relacionam.
 8. Já exemplifiquei isso antes, mas repito, pois agora sei que estás lendo questão por questão de todas as pessoas. Tanto ciência quanto tecnologia sofrem influência (e muita) de fatores externos. Por exemplo, há aqueles que defendem que guerras são boas porque desencadeiam um rápido desenvolvimento tecnológico. Eis um bom exemplo de tecnologias que são criadas para o interesse político e econômico específico (aplicação bélica) e apenas algum tempo depois é aplicado, ou não, à população em geral. O desenvolvimento de ciência e tecnologia depende dos interesses que tem o poder de financiar as pesquisas e indústria. Vide também a obsolescência programada. Muitas indústrias guardam cartas tecnológicas para ter o maior aproveitamento financeiro das tecnologias atuais antes de lançar algo novo, que causará um frenesi em uma boa parcela da população por possuir o modelo mais recente de certo produto.
 9. Ciência é o estudo dos processos naturais, ela tenta descrever o que acontece em nossa volta e, quando possível, explicar porquê. Já a tecnologia são conhecimentos que aplicamos para obter resultados que não conseguiríamos sem seu uso. Geralmente, ambas suportam-se mutuamente, contudo nem sempre é assim, muitas tecnologias foram desenvolvidas sem um conhecimento científico e muitos conhecimentos científicos foram descobertos sem uma aplicação tecnológica.
 10. Ciência e tecnologia são duas coisas distintas, que muitas vezes se complementam. Contudo, uma não depende da outra para existir. Então, não é possível determinar se uma depende mais da outra.
 11. O que eu gostaria, seria abordar os aspectos científicos, tecnológicos e sociais de questões presentes no cotidiano ou de repercussão global em conjunto com professores de áreas afins ao assunto. Possibilitando acesso a informações referentes à tecnologia, às suas consequências na sociedade e, enfim, explanando os princípios científicos que baseiam essas tecnologias.

Os enunciados de Renan, diferentemente da maioria dos licenciandos investigados, apresentam um bom nível de argumentação. Como ele afirma no enunciado em resposta à questão 1, já teve contato com a perspectiva CTS em dois

momentos distintos: na disciplina de Física Aplicada II e em um curso de formação continuada de professores⁴. Isso explica a “intimidade” que ele demonstra ter com as perguntas do questionário, bem como a segurança em respondê-las.

Em função de já ter tido um bom contato com a perspectiva CTS espera-se que seu discurso seja mais influenciado por vozes que expressam perspectivas mais sofisticadas. De maneira geral, até se pode dizer que para a racionalidade científica e para o desenvolvimento tecnológico isso se aplica, porém o mesmo não pode ser dito às vozes referentes à participação social.

No enunciado em resposta à questão 6 é possível perceber que Renan tem seu discurso alinhado a um modelo tecnocrático. Ele afirma estar de acordo com a tomada de decisões exclusivamente por especialistas (pelo menos por um determinado tempo), argumentando que a ciência é obscura para a população e, em função disso, pode ser mais facilmente manipulada. Desta forma, dá a entender que a população não é apta para tomar decisões, aliando-se, assim, a uma voz que pode ser caracterizada pelo nível 1P. Miranda e Freitas (2008), buscando compreender visões CTS de professores de química, também encontraram posicionamentos deste tipo na fala de um professor, usando este argumento para justificar a pouca influência da população sobre as pesquisas científicas e tecnológicas. Contudo, Renan salienta que o fato de as decisões estarem nas mãos dos especialistas não significa que elas sejam corretas, mas propõe que enquanto a população não tiver um conhecimento maior em ciência e tecnologia isso seja o mais adequado (por isso ele diz que o modelo tecnocrático não deve se manter).

De certa forma sua colocação é bastante pertinente, pois, como aponta Auler (2011), a questão da tomada de decisões por parte da população é um ponto que exige muita reflexão, principalmente no caso do Brasil, que ainda está muito aquém nesse aspecto. Mesmo assim, destaca que é necessário pensar em sistemas que priorizem uma efetiva participação. Poderia se dizer que o autor está tentando levantar o seguinte questionamento: supondo que os empecilhos à tomada de decisão apontados por Renan e pelo professor da investigação de Miranda e Freitas (2008) fossem resolvidos, a população iria poder participar dos processos decisórios?

⁴ Este curso de formação continuada foi ofertado a professores da rede estadual pelo Instituto de Física da Universidade por meio do Programa Novos Talentos da CAPES. Teve como tema a perspectiva CTS e uma duração de 40 horas, sendo ministrado pelo autor deste trabalho em parceria com mais dois colegas de mestrado e os orientadores.

Contudo, quando Renan supõe que a população tenha conhecimento suficiente para decidir parece ainda estar atribuindo a ela um papel limitado de reconhecer benefícios e malefícios da tecnologia.

Quanto às vozes correspondentes à racionalidade, percebe-se que há um forte embate. Se por um lado afirma que a ciência é uma atividade humana e não neutra, por outro, propõe enfaticamente que esta seja guiada por um método (cuja neutralidade da ciência está como pano de fundo) que a legitime.

Assim, é possível perceber que seu discurso, em vários momentos, veicula vozes que podem ser caracterizadas pelo nível 3R, pois qualifica a ciência como uma atividade de caráter não neutro, permeada de interesses e propósitos. Inclusive, no enunciado em resposta à questão 4, seu enunciado está carregado de um tom irônico, quando afirma que “[...] aqueles que defendem a neutralidade da ciência provavelmente devem rezar todas as noites a São Bacon ou algo assim, pois somente através de dogma uma convicção como essa poderia se manter”. Quer dizer, de certa forma, ele parece menosprezar aqueles que acreditam na neutralidade da ciência, diferentemente dele, que parece estar vangloriando-se por isso.

Contudo, como é de se esperar, vozes caracterizadas pelo nível 1R, nas quais a neutralidade da ciência se apresenta de maneira mais intensa, estão presentes em seu discurso. Por exemplo, no enunciado em resposta à questão 3 verifica-se que Renan, mesmo considerando a falibilidade do método científico, defende seu uso como uma forma de legitimar a ciência, de demarcar o conhecimento que é científico e que não é. Parece que ele precisa defender o status da ciência frente a outras formas “menos científicas” de conhecimento (especialmente quando pergunta “O que nos defenderia dessas práticas?”).

Observa-se que para legitimar seus argumentos sobre a relevância de usar o método científico, traz para seu discurso a voz de um colega, Cleber, sobre a incorporação da Física em outras áreas de conhecimento, no caso, as que envolvem espiritualidade, ou seja, aborda um histórico embate: ciência versus religião. Ainda, ancora seu discurso em uma voz da academia (ou melhor, de uma parcela da academia), afirmando que ouviu muitas críticas ao método científico (possivelmente nas disciplinas ditas “da licenciatura”), ou seja, que conhece as falhas do método, mas mesmo assim, não as aceita totalmente, desenvolvendo, então, sua argumentação sobre a importância de usar o método. Renan possivelmente faz isso como uma forma de valorizar seu ponto de vista, no sentido de mostrar que conhece e entende as críticas ao método, porém tem

argumentos para defender o uso do método (voz de outra parcela da academia). Na verdade, a tensão entre as vozes 3R e 1R existente em seu discurso pode ser entendida como um reflexo da divergência de visões de ciência existente na instituição, isto é, uma visão de ciência mais ortodoxa contra uma visão de ciência contemporânea.

Contudo, vozes fundamentadas em perspectivas mais elaboradas, como aquelas caracterizadas pelo nível 4R, também se fazem presentes em seu discurso, por exemplo, no enunciado em resposta à questão 8. Renan destaca as relações de poder existentes na atividade científica e sua condução pelos interesses dessa minoria que tem poder. Neste mesmo enunciado, veicula uma voz correspondente ao desenvolvimento tecnológico que pode ser caracterizada como 4D, pois segundo ele, assim como na ciência, os investimentos em tecnologia ocorrem em função dos interesses daqueles que tem poder, em seu próprio benefício como é o caso, citado por ele, da indústria tecnológica que visa sempre a maior obtenção de lucro ou da indústria bélica com interesses também econômicos e, principalmente, políticos.

Outra voz incorporada no seu discurso considera o desenvolvimento tecnológico como sinônimo de progresso social, defendendo o ponto de vista a partir do qual a tecnologia é encarada como uma aplicação de conhecimentos científicos em benefício da população.

Contudo, esta voz que carrega consigo a crença no modelo linear de desenvolvimento não parece ser tão expressiva, pois, como se pode ver no enunciado em resposta à questão 5, não há um endosso a tal perspectiva. Neste enunciado, embora não haja uma ruptura total com o modelo linear de desenvolvimento, percebe-se que Renan reconhece que a ciência e a tecnologia não são de acesso universal e podem causar malefícios à sociedade. Assim, pode-se dizer que há uma voz correspondente ao desenvolvimento caracterizada pelo nível 3D, já que é enfatizado por Renan o poder de transformação que a tecnologia exerce sobre a sociedade.

Tendo em vista que é impossível apresentar a análise completa para os enunciados dos onze sujeitos de pesquisa, serão expostos neste momento os achados das análises elaboradas. Inicialmente, cabe destacar que mesmo não havendo a pretensão de quantificar as vozes que puderam ser caracterizadas pelos diferentes níveis de racionalidade, desenvolvimento e participação, as vozes identificadas na análise das respostas de cada licenciando podem ter sido expressas mais de uma vez. O quadro apresentado na Figura 1 mostra a quantidade de vozes caracterizadas nos diferentes

níveis para cada um dos licenciandos e permite ter uma visão geral das vozes identificadas no discurso do grupo a partir do questionário.

Por meio do quadro apresentado na Figura 1 é possível perceber que há uma diferença relativamente grande entre as quantidades de enunciados que puderam ser categorizados pelos níveis de racionalidade (55) e desenvolvimento (59) se comparados aos de participação (14). Essa quantidade reduzida de discursos que veiculem vozes relacionadas à participação social não é uma limitação do questionário, já que este se propõe a suscitar respostas que envolvam visões de participação tanto quanto racionalidade e desenvolvimento. Pode-se dizer que este fato expressa a pouca familiaridade destes licenciandos com questões relativas à sociedade e sua participação, revelando também a fragilidade do curso de formação com relação a questões sociais, fomentada provavelmente, como destaca Snow (1964), pela separação institucional existente entre a cultura científica e humanística.

Também é possível perceber que não há uma única voz capaz de caracterizar as visões iniciais de cada um dos estudantes. Como mostra o quadro da Figura 1, existem diferentes pontos de vista que podem ser expressos por um mesmo indivíduo. Na verdade, ao acompanhar as respostas de qualquer licenciando investigado, pode-se perceber um movimento de “vai e vem”, isto é, em alguns momentos é expressa uma voz que pode ser muito bem caracterizada por um determinado nível, porém em um momento posterior é expressa outra voz sobre o mesmo tema que pode ser caracterizada por outro nível, mais sofisticado ou menos sofisticado.

Inclusive, frequentemente esse “vai e vem” de vozes é marcado pela presença de vozes diretamente contrastantes. Por exemplo, nos enunciados de Marcos em resposta às perguntas 7 e 8 do questionário inicial é possível identificar tais contradições:

Enunciado em resposta à questão 7: Sim, acho que a ciência feita sem interesses e em prol da sociedade possa resolver os seus problemas; como a despoluição de lagos e rios, propor soluções na produção rural e em outros aspectos no bem estar social. Porém devido a outros interesses a ciência vem sendo usada para produzir bens de consumo não importando o resto; para se produzir um netbook é necessário poluir 1000 litros de água, sem contar nas diversas outras empresas que soltam seus dejetos sem tratamento em rios onde uma população sofre com a poluição.

Enunciado em resposta à questão 8: Sim, no estado atual do mundo nada acontece se não há interesse, no estado atual a ciência atua nas áreas onde se busca o maior lucro, se nós investimos em algo é porque queremos o retorno disso, e portanto não investimos em todos os produtos em igual proporção por exemplo talvez o orçamento bélico seja muito menor que o investimento na área sobre câncer por exemplo, ou talvez em certas áreas não tão relevantes, como as áreas de agronomia ou qualquer outra que se possa imaginar.

Enquanto no primeiro enunciado Marcos coloca que a ciência, quando livre de interesses e voltada para a sociedade, pode resolver os problemas sociais, no segundo enunciado, propõe que não há como fazer ciência sem interesses e que ela é feita para buscar lucro (e não para beneficiar a população). Portanto, a voz expressa no primeiro enunciado se contrapõe diretamente à voz expressa no segundo, podendo até mesmo se afirmar que é completamente refutada pela voz expressa no segundo enunciado. Frequentemente é desta forma que o discurso dos sujeitos de pesquisa se constitui, como uma amálgama de diferentes vozes que podem ser conflitantes, concordantes, complementares, etc.

Contudo, apesar dessas oscilações que tornam as vozes de racionalidade, desenvolvimento e participação “espalhadas” no quadro da Figura 1, é possível dizer que estas, em geral, localizam-se mais frequentemente em faixas. Por exemplo, as vozes que permitem caracterizar as visões iniciais de racionalidade dos licenciandos apresentam uma maior densidade na faixa entre os níveis 1R e 3R, sendo mais predominantes no nível 3R. Já as vozes que permitem caracterizar as visões iniciais de desenvolvimento apresentam maior densidade entre os níveis 2D e 3D, sendo mais predominantes no nível 2D. Por fim, as vozes de participação social apresentam-se mais frequentemente no nível 1P.

No que diz respeito às vozes relacionadas à racionalidade científica não se observou nenhuma voz que pudesse ser caracterizada pelo nível mais sofisticado (5R) e poucas pelo nível 4R e 2R, enquanto verifica-se uma forte predominância de vozes caracterizadas pelos níveis 1R e 3R. É interessante notar que estas duas vozes mais presentes no discurso dos licenciandos investigados são bastante contrastantes. Se por um lado tem-se uma visão descontextualizada, socialmente neutra e pautada pelo empirismo-indutivismo, por outro, entende-se a ciência como uma atividade humana e, portanto, não neutra, que guarda profundas relações com fatores sociais. Assim, parece que no discurso do grupo há uma disputa entre vozes do senso comum e vozes mais

sofisticadas, de forma que essa constante oscilação, possivelmente, signifique que as visões mais ingênuas sobre a natureza da ciência ainda não foram superadas.

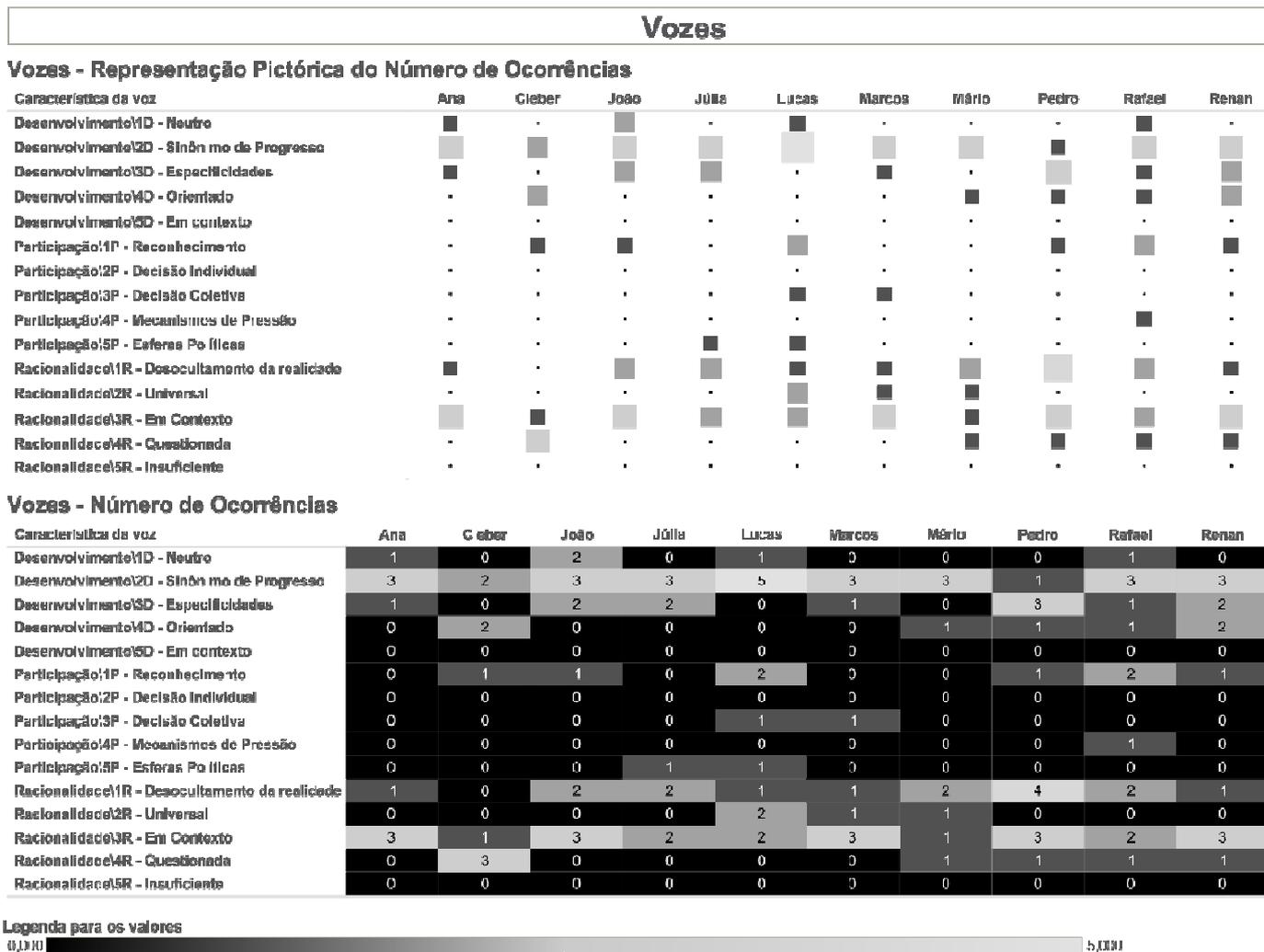


Figura 1 – Distribuição das vozes de acordo com os diferentes níveis entre os estudantes, considerando apenas os registros escritos das respostas ao questionário. Chama-se a atenção, por exemplo, para a concentração dos estudantes na perspectiva (voz) que veicula uma visão de mundo na qual a tecnologia está fortemente associada a progresso.

Fonte: os autores.

Embora haja a presença marcante de pontos de vista alinhados a uma visão ingênuas sobre a natureza da ciência, os alunos afirmam não acreditar na existência do método científico, ainda que os argumentos utilizados para justificar tal posicionamento não sejam tão elaborados. Possivelmente a crença no método científico é uma visão que está em processo de superação para estes licenciandos, sendo que a mesma foi problematizada brevemente pela professora da disciplina (antes da aplicação do questionário), assim como a questão da neutralidade da ciência.

De maneira geral, os estudantes expressam que a ciência é feita a partir de teorias, observação e experimentação sem uma ordem específica, porém, com exceção de Cleber, Sofia e João, não deixam muito claro o papel de cada uma destas e suas relações. É interessante notar que apenas Lucas e João destacaram a provisoriedade do conhecimento científico e João foi o único a expressar em seu discurso um pouco do caráter dinâmico da ciência.

Em contrapartida, as limitações do conhecimento científico não foi um ponto contemplado pelos licenciandos e a neutralidade da ciência se apresenta como uma questão polêmica. Todos os sujeitos de pesquisa afirmam que a ciência não é uma atividade neutra, alguns justificam dizendo que os cientistas possuem interesses e convicções pessoais, outros vão além, justificando a influência política e econômica. Apesar disso, na maioria das vezes, é possível perceber nos enunciados traços característicos de uma concepção de ciência neutra, nos quais eles a isentam de qualquer juízo de valor, descontextualizam-na e a consideram como um conhecimento superior aos demais, como se fosse suficiente para compreender a realidade e resolver todos os problemas. Há uma tendência muito forte de colocar a ciência em um pedestal e de diferenciá-la dos demais conhecimentos (visão chamada na literatura de *cientificista*). Essa ilusão *cientificista*, no entender de Santos e Mortimer (2000), poderia ser evitada justamente se houvesse um melhor entendimento sobre as limitações do conhecimento científico.

Inclusive, percebe-se também que para os licenciandos a ciência possui um *status* superior frente à tecnologia. Fato que Firme e Amaral (2008) também identificaram em seus estudos, destacando que a presença de tal concepção pode representar um obstáculo à implementação de propostas CTS. Sobre essa visão, percebe-se que os licenciandos investigados expressam que a ciência é mais importante que a tecnologia, assumindo a postura na qual consideram a ciência como algo bom e a tecnologia como algo mau. Na verdade, para estes licenciandos, a tecnologia tem seu valor reduzido frente à ciência, pois depende diretamente desta, isto é, para eles a tecnologia é a aplicação de conhecimentos científicos e, portanto, um subproduto desta. Ou seja, concebem um modelo de relação entre ciência e tecnologia hierarquizado que Gardner (1999) denomina *idealista*. Ademais, este ponto de vista é contemplado por vezes caracterizadas pelo nível 2D, que de acordo com o quadro da Figura 1, junto às vezes caracterizadas pelo nível 3D, representa a região mais densa de vezes relacionadas ao desenvolvimento tecnológico.

Assim, é possível observar que as vozes expressas pelos licenciandos oscilam basicamente entre estes dois níveis, já que o nível mais sofisticado 5D não foi contemplado e o nível 1D é pouco frequente. O nível 4D também tem um peso significativo na caracterização das vozes, embora não tanto quanto o 3D e, principalmente, 2D.

Portanto, o desenvolvimento tecnológico é encarado essencialmente sob a perspectiva que considera suas especificidades, visto que os licenciandos destacam não apenas os benefícios da tecnologia, mas também suas implicações negativas, além de algumas influências da sociedade sobre a tecnologia. Pode-se dizer que o desenvolvimento tecnológico é considerado como sinônimo de progresso social.

Quanto à segunda perspectiva, observa-se que parte dos alunos endossa o modelo linear, outra parte concorda com ressalvas ou não concorda, mas também não tece argumentos que justifiquem seus posicionamentos. Por fim, um terceiro grupo parece estar a caminho de promover uma ruptura com o modelo linear de desenvolvimento, pois alegam que os investimentos em ciência e tecnologia não ocorrem para serem revertidos em bem estar à sociedade, mas sim a uma minoria que controla estas atividades e almeja ampliar seus lucros a partir dela.

A neutralidade da ciência e da tecnologia, concepção subjacente ao modelo linear de desenvolvimento, é revelada no discurso dos alunos de diversas maneiras. Nenhum deles atribui diretamente um caráter neutro a estas atividades, todavia, alguns consideram que a influência sobre elas se dá por meio dos interesses e das convicções dos cientistas/tecnólogos, porém, em vários momentos abordam a ciência e a tecnologia como entes completamente livres de qualquer juízo de valor, autônomos, independentes. Outros expressam as influências de forma um pouco mais elaborada, isto é, compreendem que a atividade científico-tecnológica é influenciada por fatores externos, principalmente, interesses econômicos, porém, em alguns momentos, tais sujeitos consideram que a ciência e a tecnologia podem ser feitas sem interesses externos, ou seja, de forma descontextualizada, sem nenhuma relação com o âmbito social.

Por fim, um terceiro grupo amplia estas relações entre a atividade científico-tecnológica e fatores externos, salientando que esta é controlada pelos interesses de uma minoria e, portanto, está a serviço desta minoria. Este grupo financia tal atividade visando atender suas necessidades (lucro, prestígio e poder) e não o bem estar social da população como prevê o modelo linear de desenvolvimento, portanto está longe de ser uma atividade neutra. Superar a questão da neutralidade científico-tecnológica é

primordial para a compreensão da perspectiva CTS e entende-se que sua problematização envolve quatro dimensões básicas discutidas por Auler (2002):

- a) O direcionamento dado à atividade científico-tecnológica (processo) resulta de decisões políticas; b) A apropriação do conhecimento científicotecnológico (produto) não ocorre de forma equitativa. É o sistema político que define sua utilização; c) O conhecimento científico produzido (produto) não é resultado apenas dos tradicionais fatores epistêmicos: lógica + experiência; d) O aparato ou produto tecnológico incorpora, materializa interesses e desejos de sociedades ou de grupos sociais hegemônicos (AULER, 2002, p. 70).

Ainda com relação à neutralidade científico-tecnológica, percebe-se que há uma tendência de alguns licenciandos assumirem uma perspectiva salvacionista da ciência e da tecnologia. Mais especificamente há um grupo que representa aproximadamente a metade dos sujeitos de pesquisa que acredita que, de alguma forma, a ciência e a tecnologia podem resolver os problemas socioambientais do planeta, sem tomar consciência da pertinência de tais problemas, isto é, sem analisar mais profundamente se tais problemas são de responsabilidade da ciência e da tecnologia ou da sociedade.

Por fim, cabe destacar que não se verifica enfaticamente a visualização da tecnologia como um processo, apenas como um produto e, apesar de ser unânime esta visão de tecnologia, alguns posicionamentos adicionais e diferenciados se destacam. Por exemplo, Júlia foi uma das poucas a destacar explicitamente a tecnologia como um conhecimento que permite modificar o mundo; Ana problematizou a concepção que encara a tecnologia apenas como artefatos modernos e Sofia desenvolveu muito bem os propósitos políticos que estão subjacentes à tecnologia.

Embora as vozes de participação estejam mais concentradas na faixa do quadro da Figura 1 que compreende o nível 1P, é possível identificar quatro compreensões diferentes relacionadas à participação social. Alguns estudantes, com visões mais sofisticadas, propõe um modelo de decisões pautado por uma parceria entre cidadãos e especialistas. Outros expressam que apenas os cidadãos devem ser responsáveis pelo processo decisório, sem esclarecer como seria tal processo e como os cidadãos fariam para promovê-lo.

Há ainda um grupo que considera as decisões dos especialistas melhores, já que estes dominam sua respectiva área do conhecimento, entretanto, não consideram o modelo tecnocrático o mais adequado, pois os especialistas são indivíduos dotados de interesses e visões de mundo que norteiam suas decisões. Todavia este grupo, não especifica como deveria ser o processo decisório, qual o papel dos especialistas e dos cidadãos.

Por fim, a maioria dos licenciandos investigados acredita que as decisões devem ser colocadas nas mãos dos especialistas, já que a população não tem condições de ponderar sobre questões científico-tecnológicas. Ou seja, a maioria dos sujeitos de pesquisa, neste momento inicial, tem uma visão de participação social que endossa a superioridade do modelo de decisões tecnocráticas.

Considerações finais

Entender a compreensão sobre as inter-relações CTS dos professores em formação pode contribuir para explicar como a formação a eles proporcionada é determinante na constituição dessas compreensões e, principalmente, contribuir para repensar sobre tal formação.

A compreensão dos licenciandos sobre as inter-relações CTS antes do processo formativo, evidenciada pelo questionário inicial, apontou primeiramente uma diversidade de vozes conflitantes de participação, racionalidade e desenvolvimento permeando o discurso dos mesmos. Como foi perceptível, pouquíssimas vozes de participação social emergiram, e essas poucas apontaram na direção de uma compreensão com tendência ao endosso do modelo de decisões tecnocráticas. Evidentemente, pode-se verificar também que alguns poucos alunos divergiram da maioria do grupo, veiculando vozes um pouco mais sofisticadas. Ainda que esses alunos dissonantes não defendessem um modelo de decisões tecnocráticas, apontando que não deveriam ser os especialistas responsáveis por tomar as decisões, consideravam os mesmos mais aptos a tomar decisões e/ou não esclareciam muito bem o papel dos cidadãos no processo decisório. Essa compreensão inicial sobre participação permite apontar a pouca familiaridade que esses licenciandos em Física têm com questões mais voltadas à área humanística – fato que pode estar sinalizando uma provável lacuna no curso de formação.

Já as vozes de desenvolvimento e racionalidade foram bem mais expressivas, apontando uma maior familiaridade dos licenciandos em se envolver com questões relacionadas à ciência e à tecnologia. Tal assertiva pode ser considerada plausível dada a característica de se tratarem de alunos de um curso de Ciências da Natureza; contudo, não com tamanha desproporção em relação a questões de natureza social, uma vez que a cultura científica não é tão afastada da cultura humanística – principalmente tendo em vista que a atividade docente é de natureza social, como aponta Giroux (1997).

Por um lado, se as vozes de racionalidade e desenvolvimento têm maior

predominância no discurso dos licenciandos, por outro, não ficam tão restritas a um único nível de compreensão como acontece, a grosso modo, com as de participação social, as quais apresentam-se distribuídas em diversos níveis. Dessa forma, como esses estudantes expressam diferentes pontos de vista, significa que suas compreensões sobre ciência e tecnologia não são caracterizadas por uma única voz; bem ao contrário, o que se observa é um movimento de “vai e vem” de vozes caracterizadas por diferentes níveis – vozes estas que algumas vezes se complementam, mas que, via de regra, chocam-se, não se harmonizam, são contraditórias.

Apesar desse espalhamento de vozes pelos diferentes níveis de compreensão, é possível perceber que as mesmas apresentam uma maior concentração entre determinados níveis. Verificou-se que as vozes de racionalidade expressas pelos licenciandos inicialmente estavam mais localizadas entre os níveis 1R e 3R, com maior predominância no nível 3R. É interessante observar que são dois níveis de compreensão bastante divergentes: um considera a ciência neutra e absoluta, enquanto no outro a ciência é encarada como uma construção humana, vulnerável e provisória. Ou seja, inicialmente há uma disputa entre vozes do senso comum e vozes um pouco mais sofisticadas, indicando uma incoerência interna no discurso dos estudantes. Observou-se esse mesmo comportamento no que diz respeito às vozes de desenvolvimento, que se apresentaram mais concentradas entre os níveis 2D e 3D, apresentando maior predominância no nível 2D.

A incoerência interna no discurso de professores também foi evidenciada nos trabalhos de Auler e Delizoicov (2006). Para esses autores, uma hipótese que explica tal ocorrência está associada a uma compreensão confusa e ambígua sobre a não neutralidade da ciência e da tecnologia.

A partir das vozes de racionalidade expressas pelos licenciandos nas respostas ao questionário foi possível perceber que os mesmos afirmam não conceber que a ciência é feita por meio do método científico; contudo, em nenhum momento foi constatado o surgimento de argumentos que elaborassem mais profundamente essa assunção. Por outro lado, dizer que ciência se faz a partir de observação, experimentação e teorias, sem explicar o papel de cada uma delas, pareceu ser um posicionamento bastante constante entre os investigados. Entretanto, dois sujeitos de pesquisa avançaram um pouco ao apresentar a ciência como uma atividade provisória. Além disso, em momento algum há questionamentos direcionados às limitações do conhecimento científico.

De maneira geral, o questionário inicial evidencia que a concepção de neutralidade da ciência se mostra bastante presente no discurso dos licenciandos. Todos investigados afirmam que a ciência não é neutra, contudo, é possível perceber que frequentemente recaem em visões que assim a consideram, concebendo a mesma como isenta de juízos de valor, descontextualizada e superior aos demais conhecimentos. Claro que dentro do universo analisado há alguns poucos alunos que apresentam um discurso um pouco mais consistente, no qual praticamente não há um regresso à concepção de neutralidade da ciência.

O status superior atribuído à ciência frente a outros conhecimentos se aplica também à tecnologia. De maneira geral, os licenciandos apresentam uma postura que considera a tecnologia como algo que deriva dos conhecimentos científicos e, nesse sentido, com menor valor frente à ciência. Dentro desse enquadramento, observa-se a recorrência da proposição de que a ciência é essencialmente boa, e a tecnologia, em contrapartida, é ruim. Além disso, não se verifica a ideia de conceber a tecnologia como um processo, apenas como um produto.

Relacionado a isso, as vozes de desenvolvimento tecnológico evidenciadas pelo discurso permitiram verificar que a maior parte dos licenciandos corrobora a concepção do modelo linear de desenvolvimento, enquanto outros o aceitam fazendo algumas ressalvas, apontando principalmente que a tecnologia também tem implicações negativas para sociedade. Um terceiro e pequeno grupo apresentou uma compreensão sobre esse aspecto que parece estar a caminho de promover uma ruptura com a visão de modelo linear, no qual se verificou a partir das vozes a proposição de que o desenvolvimento é controlado por um pequeno grupo que deseja obter lucro, prestígio e poder.

Por fim, cabe destacar que a compreensão sobre as inter-relações CTS evidenciadas antes da intervenção também incluem uma visão alinhada à perspectiva salvacionista da ciência e da tecnologia, verificada em pelo menos metade dos sujeitos de pesquisa. Portanto, fica evidente a necessidade de problematizar concepções de CTS ao longo da formação de professores, uma vez que, como se evidenciou neste estudo, de maneira geral, as compreensões dos futuros professores sobre as inter-relações CTS são pouco elaboradas, confusas e ambíguas. Na medida em que se espera inserções mais efetivas da perspectiva CTS em sala de aula, é fundamental que processos formativos docentes contemplem o estudo da mesma, com especial atenção à compreensão inicial apresentada pelos professores que, como foi possível perceber

pelos achados deste estudo, podem caracterizar-se pelo endosso do modelo de decisões tecnocráticas e pela incompreensão dos aspectos sociais que envolvem a ciência e a tecnologia, impondo obstáculos à implementação efetiva e apropriada de uma prática pautada pelo CTS.

Referências

ABREU, T. B.; FERNANDES, J. P.; MARTINS, I. Levantamento Sobre a Produção CTS no Brasil no Período de 1980-2008 no Campo de Ensino de Ciências. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 6, n. 2, p. 3-32, 2013.

ACEVEDO DÍAZ, J. A.; ALONSO, Á. V.; MANASSERO MAS, M. A.; ROMERO, P. A. Persistencia de las actitudes y creencias CTS en la profesión docente. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, v. 1, n. 1, p. 1-27, 2002.

AULER, D. Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. In: SANTOS, W. L. P. D.; AULER, D. (Eds.). *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa*. Brasília: Editora UnB, 2011.

AULER, D. *Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de ciências*. Tese (Doutorado em Educação). Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, v. 5, n. 2, p. 337-355, 2006.

AZEVEDO, R. O. M.; GHEDIN, E.; FORSBERG, M. C. D. S.; GONZAGA, A. M. O enfoque CTS na formação de professores de Ciências e a abordagem de questões sociocientíficas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, 2013, Águas de Lindóia. *Anais... Águas de Lindóia*, 2013.

BAKHTIN, M. M. *Marxismo e filosofia da linguagem*. São Paulo: Editora Hucitec, 1995.

BAKHTIN, M. M. Os gêneros do discurso. In: BAKHTIN, M. M. (Ed.). *Estética da criação verbal*. São Paulo: Martins Fontes, 2003. p. 261-306.

BRAIT, B. Bakhtin e a natureza constitutivamente dialógica da linguagem. In: BRAIT, B. (Ed.). *Bakhtin, dialogismo e construção do sentido*. Campinas, São Paulo: Editora Unicamp, 2005. p. 87-98.

CUPANI, A. O que aconteceu com a racionalidade da ciência? In: PESSOA JR., O.; DUTRA, L. H. D. A. (Eds.). *Racionalidade e objetividade científicas*. Florianópolis: UFSC/NEL, 2013. p. 15-41.

DECONTO, D. C. S.; ANDRELLA, R.; CAVALCANTI, C.; OSTERMANN, F. A compreensão de professores em relação ao conceito de conteúdo de ensino, tecnologia e

contextualização à luz do movimento ciência, tecnologia e sociedade. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 14, 2012, Maresias. *Anais...* Maresias, 2012. FARACO, C. A. *Linguagem & diálogo: as ideias linguísticas do círculo de Bakhtin*. São Paulo: Parábola Editorial, 2009.

FIRME, R. D. N.; AMARAL, E. M. R. D. Concepções de professores de química sobre ciência, tecnologia, sociedade e suas inter-relações: um estudo preliminar para o desenvolvimento de abordagens CTS em sala de aula. *Ciência & Educação*, v. 14, n. 2, p. 251-269, 2008.

FOUREZ, G. *A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências*. São Paulo: Editora da UNESP, 1995.

GARDNER, P.L. The representation of science-technology relationships in Canadian physics textbooks. *International Journal of Science Education*, v.21, n.3, p. 329-437, 1999.

GIROUX, H. Professores como intelectuais transformadores. In: GIROUX, H. (Ed.). *Os professores como intelectuais*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. p. 157-164.

MIRANDA, E.; FREITAS, D. A compreensão dos professores sobre as interações CTS evidenciadas pelo questionário VOSTS e entrevista. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 1, n. 3, p. 79-99, 2008.

NOVAES, H. T.; FRAGA, L. Tecnologia, educação e autogestão: apontamentos iniciais para um estilo alternativo de desenvolvimento para a América Latina. In: JORNADAS LATINOAMERICANAS DE ESTUDOS SOCIALES DE LA CIENCIA Y DE LA TECNOLOGÍA, 8, 2010, Buenos Aires. *Anais...* Buenos Aires, 2010.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

RICARDO, E. C.; CUSTÓDIO, J. F.; JUNIOR, M. F. R. A tecnologia como referência dos saberes escolares: perspectivas teóricas e concepções dos professores. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 1, p. 135-147, 2007.

SANTOS, W.; MORTIMER, E. Uma análise dos pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2000.

SNOW, C. *The two cultures and a second look. An expended version of the two cultures and the scientific revolution*. London, 1964.

STRIEDER, R. *Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas*. (2012). Tese de doutorado – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

Apêndice

Questionário inicial sobre visões CTS

Este é um questionário sobre concepções relativas à abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). O objetivo desse questionário não é coletar respostas certas ou erradas, mas sim o conhecimento que você possui sobre cada uma das questões propostas. Por este motivo, é importante que cada questão esteja escrita de forma clara, coerente com a pergunta e devidamente justificada. Explique o máximo que puder!

QUESTÕES

- 1) Você já teve contato com a perspectiva CTS? Em caso afirmativo, relate como foi este contato.
- 2) Mesmo sendo uma tarefa complexa, escreva o que você entende por:
 - a. Ciência;
 - b. Tecnologia;
 - c. Sociedade.
- 3) Como se faz ciência? Existe uma sequência de regras a serem cumpridas para se chegar a um conhecimento considerado científico?
- 4) Você considera que a atividade do cientista é livre de interesses e convicções pessoais?
- 5) Comente a seguinte afirmação:

Investir em Ciência e Tecnologia é necessário, pois elas sempre implicam em bem estar e riqueza para o país e para a população.
- 6) Você acha que os cientistas, por serem especialistas em determinadas áreas do conhecimento, estão mais aptos para tomar decisões nestas áreas do que pessoas comuns? As políticas públicas são melhores quando decididas por especialistas?
- 7) A Ciência e a Tecnologia podem resolver os problemas sociais e ambientais do nosso planeta?
- 8) Existe influência externa (sociedade e seus valores, economia, política...) sobre a atividade científico-tecnológica?
- 9) Como se distingue Ciência e Tecnologia?

10) Qual a relação entre Ciência e Tecnologia? A Ciência é mais dependente da Tecnologia ou a Tecnologia é mais dependente da Ciência?

11) Como você imaginaria uma abordagem CTS no ensino de Física?

DIOMAR CARÍSSIMO SELLI DECONTO. É licenciado em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2010) e mestre em Ensino de Física pela mesma universidade (2014). Atualmente é estudante de Doutorado em Ensino de Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e, desde 2014, professor do Instituto Federal Catarinense, atuando em cursos técnicos e no curso de Licenciatura em Física. Tem se dedicado principalmente à área de formação de professores, ao estudo da perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade e à abordagem sociocultural no ensino de Física.

CLÁUDIO JOSÉ DE HOLANDA CAVALCANTI. Possui graduação em Bacharelado Em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1989), mestrado em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1993) e doutorado em Física pela mesma universidade (2001). Por aprovação em concurso público, desde junho de 2006 é professor adjunto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em regime de dedicação exclusiva. Tem experiência na área de Física, com ênfase em Modernização Curricular, atuando principalmente nos seguintes temas: inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea no ensino médio e outros temas relevantes em Ensino de Física.

FERNANDA OSTERMANN. É Licenciada em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e tem Mestrado e Doutorado na área de ensino de Física, ambos também pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. De 1989 a 1992, atuou como professora de Física na rede estadual de ensino de Porto Alegre. Por concurso público, ingressou como professora, em 1994, no Departamento de Física da UFRGS e, atualmente, ocupa o cargo de Professora Associado IV. Foi coordenadora do Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, no período de novembro de 2006 a fevereiro de 2010. Atualmente é Editora-adjunta do Caderno Brasileiro de Ensino de Física e membro do Conselho Deliberativo do Instituto Latino-americano de Estudos Avançados - ILEA. É também líder de grupo de pesquisa, atuando principalmente nos seguintes temas: formação de professores, ensino de Física Moderna e Contemporânea, abordagem sociocultural no ensino de Física.

Recebido: 05 de outubro de 2015

Revisado: 17 de abril de 2016

Aceito: 21 de junho de 2016