

# Níveis de racionalidade científica compartilhados por futuros professores de física no contexto de uma disciplina sobre o movimento CTS

## RESUMO

**Diomar Caríssimo Selli Deconto**  
[diomardec@gmail.com](mailto:diomardec@gmail.com)  
0000-0003-3707-7303

Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil

**Cláudio José de Holanda Cavalcanti**

[claudio.cavalcanti@ufrgs.br](mailto:claudio.cavalcanti@ufrgs.br)  
0000-0002-2477-3150

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

**Fernanda Ostermann**

[fernanda@if.ufrgs.br](mailto:fernanda@if.ufrgs.br)  
0000-0002-0594-2174

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

Este trabalho tem por objetivo estudar o processo de construção de compreensões sobre ciência, no âmbito de discussões sobre a perspectiva CTS, de estudantes de um curso de Licenciatura em Física. Parte-se do conceito de racionalidade científica, que representa uma dimensão da natureza da ciência e permite vinculá-la ao contexto das relações CTS, e assume-se como referencial teórico-metodológico as ideias do pensamento bakhtiniano, uma vez que o discurso instaurado entre os estudantes ao longo de uma disciplina que serviu de contexto de investigação será o foco da análise. A análise bakhtiniana foi articulada com uma Análise de Correspondência Simples, em uma perspectiva de método misto. Pela análise desenvolvida foi possível identificar avanços na compreensão sobre ciência dos estudantes com relação ao início da disciplina e, principalmente, compreender aspectos que moldam as concepções destes estudantes, como a influência dos professores formadores e do manual didático.

**PALAVRAS-CHAVE:** Movimento CTS. Formação de professores de física. Bakhtin.

## INTRODUÇÃO

O presente trabalho busca investigar as compreensões sobre ciência, em sua articulação com a tecnologia e a sociedade, construídas por estudantes ao longo de um processo formativo ocorrido em um curso de Licenciatura em Física. Como 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 foi trabalhada ao longo da disciplina), será apresentada a primeira parte de três estudos que constituem a sequência da investigação publicada por Deconto *et al.* (2016), na qual foram analisadas as visões iniciais (antes da disciplina) destes licenciandos.

Tomando-se como base os principais referenciais CTS utilizados na literatura brasileira - em especial os trabalhos de Strieder (2012) e Strieder e Kawamura (2017), nos quais há representatividade de grande parte da literatura CTS brasileira - e as ideias do pensamento bakhtiniano, o objetivo do trabalho é investigar as seguintes questões de pesquisa: Que visões de ciência são construídas pelos estudantes ao longo da disciplina? Que elementos relacionados ao processo formativo destes sujeitos podem ajudar a explicar essas visões sobre ciência?

O estudo das visões de ciência se dará a partir da ideia de racionalidade científica pelo fato de, como propõem Strieder e Kawamura (2017), a racionalidade científica poder 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, ou seja, é uma forma de buscar compreender as visões de ciência de forma articulada (à tecnologia e à sociedade) em detrimento de formas fragmentadas, que iriam de encontro ao que propõe o movimento CTS. Para o estudo de tais visões, a partir da análise do discurso dos estudantes, recorreremos à fundamentação teórico-metodológica proporcionada pela metalinguística do círculo de Bakhtin. Para evidenciar melhor um perfil discursivo para os estudantes foi realizada também uma Análise de Correspondência Simples (ACS) a partir de suas interações discursivas. Articulada à análise bakhtiniana, a ACS enriquece a primeira e permite vislumbrar detalhes que são dificilmente percebidos apenas no âmbito qualitativo. Assim, primeiramente será desenvolvida uma discussão sobre a racionalidade científica com relação à perspectiva CTS, seguida do referencial teórico-metodológico, dos procedimentos metodológicos e, por fim, das análises e considerações finais.

## RACIONALIDADE CIENTÍFICA E A PERSPECTIVA CTS

Como indica Cupani (2013), as discussões acerca da racionalidade da ciência, sempre marcadas por muita polêmica, parecem envolver uma disputa entre partidários e críticos do valor cognitivo e social da ciência, isto é, neste debate estão presentes nos discursos sobre ciência visões desde uma vertente indutivista (defendida principalmente pelos pesquisadores empíricos), até um outro extremo, em que é concebida a associação de valores pessoais/sociais à ciência (defendida principalmente pelos filósofos e sociólogos). “Em todo o caso, a disputa parece haver instalado uma dicotomia entre ‘o racional’ e ‘o social’ no que diz respeito à ciência” (CUPANI, 2013, p. 18).

A visão tradicional de racionalidade, um modelo constituído a partir da Revolução Científica do século XVI, segundo Santos (2008), separa a ciência de

outras formas de conhecimento – como o de senso comum e o conhecimento humanístico – tidas como irracionais. Assim, assume um caráter totalitário, considerando todas as outras formas de conhecimento que não são pautadas pelos princípios epistemológicos e regras metodológicas da ciência como não racionais. Tal modelo 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, também chamada por Santos (2008) de modelo dominante, representa uma visão restrita e, como defende o autor, atravessa uma crise profunda e irreversível.

Neste cenário de crise do modelo dominante, Santos (2008) aponta o surgimento de um paradigma emergente, frisando que o mesmo não pode ser apenas científico, mas também social. Desta forma, entende-se que em uma visão mais ampla, a racionalidade científica não é associada 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).

Nesse novo paradigma, a racionalidade da ciência está associada a uma maneira socialmente reconhecida e eficaz de abordar a relação do homem com o mundo. Cabe destacar que, de forma alguma, reconhecer a natureza social do conhecimento científico prejudica, diminuiu ou nega a sua racionalidade. Pelo contrário, como propõe Strieder (2012), a ciência assume um papel racional, porém não caracterizado por algoritmos e evidências empíricas:

Por fim, concordando com Strieder (2012), a racionalidade científica representa uma forma de dar conta da diversidade de compreensões acerca da ciência no âmbito da perspectiva CTS, permitindo um olhar articulado, e não isolado, para a ciência.

## **REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO**

Dentro da arquitetura bakhtiniana o Ser ocupa uma posição única e singular, é um ser histórico e considerado único, que realiza atos únicos e irrepetíveis. Esta visão traduz como pode ser entendido o mundo da vida que, de acordo com Bakhtin, não se comunica com o mundo teórico ou da cultura, uma vez que este último objetifica os atos concretos da atividade dos seres humanos. Desta forma, o mundo da vida é inapreensível pelo mundo da cultura, já que este se afasta do singular, faz uma abstração da vida, não deixa espaço para o ser e eventos únicos.

Como afirma Faraco (2009, p. 20), “incomoda-lhe [à Bakhtin] a ideia de sistema em que não há espaço para o individual, o singular, o irrepetível, o

evêntico” e, neste sentido, a distinção entre as unidades convencionais da língua e as unidades reais da comunicação (enunciados) proposta pelo círculo de Bakhtin fica mais clara. Enquanto as unidades convencionais da língua (palavras, sons e orações) são repetíveis, generalizáveis e abstraídas do seu contexto, os enunciados representam eventos únicos e irrepetíveis, em cada situação são caracterizados por um contexto diferente, por entonações diferentes, por sujeitos diferentes. Portanto, segundo Bakhtin (1995), a consciência do falante não pode ser orientada pelo sistema linguístico abstrato, como queria Saussure e seu objetivismo abstrato. Além disso, Bakhtin (2003) diferencia os enunciados das palavras e orações por serem caracterizados, além do conteúdo temático, estilo e construção composicional (comuns às unidades convencionais da língua), por três peculiaridades: a) a alternância dos sujeitos falantes, que demarca os limites do enunciado; b) a conclusibilidade, que abarca três critérios: (i) exauribilidade: quando o sujeito disse tudo o que tinha para dizer; (ii) vontade: quando o sujeito disse tudo o que queria dizer; (iii) acabamento: a maneira de acabar; e c) a relação do enunciado com o autor e com os demais parceiros da comunicação.

Cabe destacar que a ideia de ser único e singular expressa anteriormente não é colocada no sentido de isolamento, sem interações ou em uma perspectiva de existir egoísta (que o eu vive só para si), mas no sentido que cada sujeito ocupa um lugar único que não pode ser ocupado por nenhum outro e, por assim ser, este não pode ficar indiferente à sua unicidade (não tem alibi para sua existência), sendo compelido a responder por ela. Portanto, o sujeito apresenta sempre um caráter responsável (não-indiferente) com relação à vida e também responsivo, pois sempre é compelido a agir a tudo que não é eu, em relação ao outro, ou seja, o sujeito é responsável por aquilo que faz e diz, mas faz e diz em resposta ao outro, que não é eu (FARACO, 2009). Assim, os atos de fala jamais podem ser considerados puramente individuais, como propunha a corrente do subjetivismo individualista (BAKHTIN, 1995).

Portanto, “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” (BAKHTIN, 1995, p. 124). O que Bakhtin propõe é entender a linguagem como um fenômeno social da interação verbal e, portanto, como uma atividade humana. Isto significa que, ao se referir à interação verbal, Bakhtin 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.

Assim, nesta concepção, os enunciados emergem da interação verbal e sempre guardam relações com outros enunciados, relações ditas dialógicas, que podem ser entendidas como relações de

[...] sentido cujos elementos constitutivos só podem ser enunciados completos (ou considerados completos, ou ainda potencialmente completos) por trás dos quais está (e pelos quais se expressa) um sujeito real ou potencial, o autor do determinado enunciado (BAKHTIN, 2003, p. 354).

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. Portanto, 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.

O princípio arquitetônico supremo do mundo real do ato é a contraposição concreta, arquitetonicamente válida, entre eu e outro. A vida conhece dois centros de valores, diferentes por princípio, mas correlatos entre si: o eu e o outro, e em torno destes centros se distribuem e se dispõem todos os momentos concretos do existir (BAKHTIN, 2010, p.138)

Segundo o pressuposto do dialogismo, todo enunciado é uma resposta ao já dito (dá conta da presença do outro, é sempre uma réplica) e será orientado para a resposta (suscita respostas futuras no outro, suscita, para cada palavra do locutor de um enunciado, contra palavras do outro). Além disso, aponta que todo o discurso mantém relações com outros discursos se entrelaçando, complementando, respondendo, enfim, mantendo uma relação tensa, de choque, de contradições. Portanto, todo dizer é internamente dialogizado, é habitado pela palavra do outro, é uma amálgama do que Bakhtin chama de vozes. As vozes para Bakhtin não são emissões sonoras, mas um elemento que expressa as visões de mundo de um determinado sujeito, que expressa um posicionamento valorativo deste, um ponto de vista. Assim, todo enunciado é um ponto de encontro de múltiplas vozes que “vão se apoiar mutuamente, se inter iluminar, 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).

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho tem como contexto de investigação a disciplina “Metodologia do Ensino de Física”, que compõe o currículo de um curso de Licenciatura em Física de uma instituição federal. Assim, os sujeitos de pesquisa são os estudantes desta disciplina e o foco da análise a ser desenvolvida estará nos discursos instaurados entre os onze licenciandos ao longo da disciplina. Os dados da pesquisa são fundamentalmente as interações discursivas, uma vez que se entende que o processo de compreensão que se quer investigar é um processo inerentemente dialógico e requer intercâmbio de ideias que se estabelece por meio do uso da linguagem, a principal ferramenta mediadora utilizada pelo ser humano para efetuar ações no mundo. A coleta desses dados se deu ao longo das aulas da disciplina por meio de gravação em áudio. Tais gravações foram posteriormente analisadas e as interações pertinentes ao propósito desta pesquisa foram transcritas de forma fiel ao que foi captado na gravação.

Desta forma, as ideias do pensamento bakhtiniano são trazidas como referencial teórico-metodológico que iluminará a análise destes dados. Embora, como aponta Brait (2006), Bakhtin não tenha apresentado uma teoria formalizada ou método de análise do discurso, é possível desenvolver análises a partir de alguns princípios do pensamento bakhtiniano, sem propor categorias fechadas, prontas e acabadas. Portanto, no desenvolvimento da análise dos dados desta investigação, o posicionamento assumido frente a este referencial é como “(...) um corpo de conceitos, noções e categorias que especificam a postura dialógica diante do *corpus* discursivo, da metodologia e do pesquisador” (BRAIT, 2006, p. 29). Assim, a partir do referencial teórico-metodológico, alguns delineamentos podem

ser estabelecidos. Como ponto de partida, serão adotados como unidades de análise os enunciados ao invés de palavras, frases e orações, isto é, o evêntico/singular e não uma unidade teórica abstrata. A delimitação dos enunciados que serão analisados será feita a partir de suas peculiaridades: a alternância dos falantes e a conclusibilidade. Assim, quando um sujeito termina de falar e outro inicia sua fala, tem-se a delimitação do enunciado. O dialogismo presente nos enunciados e, em especial, a alteridade, apoiados no contexto extra verbal, 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. O princípio dialógico constitutivo da linguagem sugere, portanto, que no desenvolvimento da análise os elementos sejam colocados sempre em relação, na busca de encontros e desencontros, de ampliação de contextos, de emersão de vozes, sentidos e compreensões.

Neste sentido, a escuta das vozes é outro elemento crucial - e central neste trabalho - a orientar metodologicamente a análise, uma vez que por meio das vozes é possível evidenciar os pontos de vista sobre determinado tema abordado no discurso (como, por exemplo, ideias sobre o método científico, aspectos sociais da atividade científico-tecnológica, mitos da neutralidade científico-tecnológica, critérios de demarcação, etc.). Além disso, a identificação das diferentes vozes (a do próprio autor do enunciado, do professor, dos colegas, dos artigos, dos livros, da mídia...) que compõem as enunciações de cada sujeito 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, social, político, etc.

Para analisar as visões de ciência construídas pelos sujeitos de pesquisa é necessário aproximar o referencial teórico-metodológico à perspectiva CTS. Para isso, busca-se subsídio na Matriz de Referência de Strieder (2012) e atribui-se centralidade ao conceito de vozes. A Matriz de Referência desenvolvida por Strieder (2012) a partir de referenciais teóricos sobre ciência e tecnologia e trabalhos de investigação publicados em periódicos nacionais sistematiza diferentes abordagens CTS a partir de: (i) parâmetros que estão presentes nos discursos sobre ciência, sobre tecnologia e sobre sociedade (racionalidade científica, desenvolvimento tecnológico e participação social); (ii) propósitos educacionais relacionados à perspectiva CTS (desenvolvimento de percepções, questionamentos e compromisso social). Na visão de Strieder (2012), diferentes níveis de compreensão sobre racionalidade, desenvolvimento e participação podem servir de aporte para caracterizar as diferentes abordagens CTS. No contexto deste trabalho, serão relevantes os níveis de compreensão construídos pela autora para a racionalidade científica, cuja descrição é apresentada no quadro 1.

### Quadro 1 - Níveis de racionalidade científica.

#### **1R: Racionalidade como garantia de desocultamento da realidade**

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.

#### **2R: Racionalidade universal – Ciência boa ou má**

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).

#### **3R: Racionalidade em contexto – Ciência vulnerável e provisória**

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.

#### **4R: Racionalidade questionada – Ciência limitada pelas práticas sociais**

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.

#### **5R: Racionalidade assumida mas insuficiente – Ciência insuficiente**

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.

(Fonte: adaptado de Strieder (2012))

Em suma, considerar-se-á que os níveis propostos por Strieder (2012) carregam características que podem ter relações com possíveis vozes de racionalidade científica incorporadas ao discurso dos estudantes, auxiliando na compreensão das visões de ciência que deverão ser identificadas nos enunciados dos investigados e compreendidas em seu processo de mudança. Ou seja, as visões

de ciência deverão ser compreendidas a partir da(s) voz(es) caracterizadas pelos níveis do quadro 1. Além disso, como não há o pretexto de fazer uma simples classificação do discurso dos estudantes em um ou outro nível, esta matriz serve também como referência que fundamenta as discussões CTS da análise, uma vez que fora produzida a partir de uma vasta literatura especializada. Por fim, cabe destacar que este artigo dá continuidade à publicação de Deconto *et al.* (2016) na qual foram identificadas e analisadas as visões de ciência (também de tecnologia e sociedade, mas estes não são o foco do presente estudo) dos sujeitos de pesquisa evidenciadas a partir de um questionário aplicado antes do desenvolvimento da disciplina em que a perspectiva CTS é estudada. Portanto, partindo das constatações evidenciadas neste primeiro trabalho, a presente investigação focará nas interações discursivas desenvolvidas entre os estudantes ao longo da disciplina, buscando identificar e compreender as visões de ciência construídas neste período, quais as modificações em relação às visões iniciais e, principalmente, desvelar elementos que permitem compreender determinadas nuances destas visões, tendo em vista contribuir para a melhoria de processos de formação docente. Para evidenciar melhor um perfil discursivo para os estudantes, foi realizada uma Análise de Correspondência Simples (ACS) a partir das interações discursivas dos estudantes. A ACS permite analisar a associação entre duas variáveis categóricas, sendo usualmente indicada para representar visualmente tabelas de contingência bidimensionais (duas variáveis categóricas). Essa visualização é construída com o objetivo de representar as múltiplas categorias de cada variável no menor número possível de dimensões (usualmente duas), de forma que se possam inferir associações entre elas (BEH e LOMBARDO 2014; GREENACRE, 2017). O método e a interpretação das visualizações serão explicados a seguir.

Assim, esse trabalho emprega uma perspectiva de métodos mistos em regime articulado (SYMONDS e GORARD, 2010), no qual a análise bakhtiniana e a ACS dialogam no sentido de produzir um resultado mais consistente. Na sequência será apresentada uma síntese das visões de ciência apresentadas pelos sujeitos de pesquisa, seguida de alguns episódios interativos selecionados e suas análises.

### **ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA SIMPLES (ACS)**

A ACS é um poderoso método de análise multivariada que tem como objetivo primordial investigar associações entre variáveis categóricas por meio de uma redução de dimensão. No presente trabalho, partiu-se de uma tabela na qual as linhas são os enunciados dos sujeitos de pesquisa (alunos) nas aulas; as colunas indicam os níveis 1R a 4R segundo os quais esses enunciados foram classificados (não houve ocorrência de enunciados que pudessem ser classificados como 5R). Essa classificação foi feita por dois dos autores do presente trabalho, sendo posteriormente revisada pelo terceiro. Assim, pode-se investigar melhor os perfis discursivos de cada sujeito em relação a esses níveis.

O quadro 2 mostra como foram compilados os dados a partir dos quais a ACS foi realizada. Os valores observados (Obs.) expressam a quantidade de vezes em que um nível de racionalidade foi codificado para cada sujeito de pesquisa. Por exemplo, 22 enunciados de Renan foram codificados no nível 1R. As quantidades entre parênteses nas linhas e colunas mostram o número de enunciados considerados. Por exemplo, Renan teve 30 enunciados codificados (de um total de

107) e o número total de enunciados codificados como 1R foi 54. Foram considerados apenas alunos com mais de 5 enunciados codificados.

Quadro 2 - Níveis de Racionalidade e a quantidade de enunciados codificados por aluno o valor observado (Obs.), o valor esperado (Esp.) e o resíduo padronizado (Res.).

Alunos (107)	4R (13)	3R (25)	2R (15)	1R (54)	PL
<b>Renan (30)</b>	Obs.: 2 Esp.: 3,645 Res.: -0,862	Obs.: 2 Esp.: 7,009 Res.: -1,892	Obs.: 4 Esp.: 4,206 Res.: -0,100	Obs.: 22 Esp.: 15,140 Res.: 1,763	<b>0,28037</b>
<b>Pedro (20)</b>	Obs.: 5 Esp.: 2,430 Res.: 1,649	Obs.: 8 Esp.: 4,673 Res.: 1,539	Obs.: 0 Esp.: 2,804 Res.: -1,674	Obs.: 7 Esp.: 10,093 Res.: -0,974	<b>0,18692</b>
<b>Marcos (15)</b>	Obs.: 0 Esp.: 1,822 Res.: -1,350	Obs.: 2 Esp.: 3,505 Res.: -0,804	Obs.: 5 Esp.: 2,103 Res.: 1,998	Obs.: 8 Esp.: 7,570 Res.: 0,156	<b>0,14019</b>
<b>Lucas (17)</b>	Obs.: 1 Esp.: 2,065 Res.: -0,741	Obs.: 4 Esp.: 3,972 Res.: 0,014	Obs.: 3 Esp.: 2,383 Res.: 0,400	Obs.: 9 Esp.: 8,579 Res.: 0,144	<b>0,15888</b>
<b>João (5)</b>	Obs.: 0 Esp.: 0,607 Res.: -0,779	Obs.: 2 Esp.: 1,168 Res.: 0,770	Obs.: 0 Esp.: 0,701 Res.: -0,837	Obs.: 3 Esp.: 2,523 Res.: 0,300	<b>0,04673</b>
<b>Cleber (6)</b>	Obs.: 1 Esp.: 0,729 Res.: 0,317	Obs.: 2 Esp.: 1,402 Res.: 0,505	Obs.: 0 Esp.: 0,841 Res.: -0,917	Obs.: 3 Esp.: 3,028 Res.: -0,016	<b>0,05607</b>
<b>Ana (14)</b>	Obs.: 4 Esp.: 1,701 Res.: 1,763	Obs.: 5 Esp.: 3,271 Res.: 0,956	Obs.: 3 Esp.: 1,963 Res.: 0,740	Obs.: 2 Esp.: 7,065 Res.: -1,906	<b>0,13084</b>
<b>PC</b>	<b>0,12150</b>	<b>0,23364</b>	<b>0,14019</b>	<b>0,50467</b>	<b>1</b>

O quadro 2 mostra também os valores esperados (Esp.) para a quantidade de enunciados codificados em cada nível de racionalidade, com precisão de três casas decimais. O valor esperado é o valor previsto caso não houvesse relação (associação) entre o sujeito de pesquisa e o nível de racionalidade – em cada caso pode ser facilmente calculado a partir dos valores observados. No quadro a última linha (PC) e a última coluna (PL) indicam, respectivamente, a proporção de ocorrência de cada coluna (nível de racionalidade) e linha (sujeito de pesquisa). Essas proporções são mostradas com precisão de cinco casas decimais (por motivo que explicaremos a seguir) e são simplesmente o resultado da soma dos valores observados na respectiva linha ou coluna divididos pela soma total dos enunciados codificados da tabela (107). Por exemplo, a proporção de enunciados codificados atribuídos a Renan teve foi  $(2 + 2 + 4 + 22)/107 = 30/107 \approx 0,28$  (aproximadamente 28 por cento de todos os extratos codificados). Raciocínio similar permite concluir que a proporção dos enunciados codificados como 1R é aproximadamente 0,50 (50 por cento de todos os enunciados codificados). O valor esperado em cada célula da tabela pode ser interpretado como uma estimativa probabilística, sendo obtido pelo produto das proporções de ocorrência simultânea de dois atributos cruzados multiplicada pelo total de ocorrências da tabela. Por exemplo, o valor esperado para o número de enunciados 1R para Renan seria  $0,28037 \times 0,50467 \times 107 \approx 15,140$ .

O quadro 2 mostra também a quantidade mais importante para a ACS, os chamados resíduos padronizados (Res.). O resíduo padronizado  $R_p$  é definido como

$$R_p = \frac{V_{obs} - V_{esp}}{\sqrt{V_{esp}}},$$

onde  $V_{obs}$  e  $V_{esp}$  são, respectivamente, os valores observados e esperados. O resíduo padronizado informa para cada categoria cruzada a magnitude do desvio em relação ao valor esperado em unidades da raiz quadrada do valor esperado. Na tabela são destacados, para cada linha, o maior (em cor preta) e o menor resíduo (em cor cinza). No caso em que o resíduo é positivo se diz que há associação e

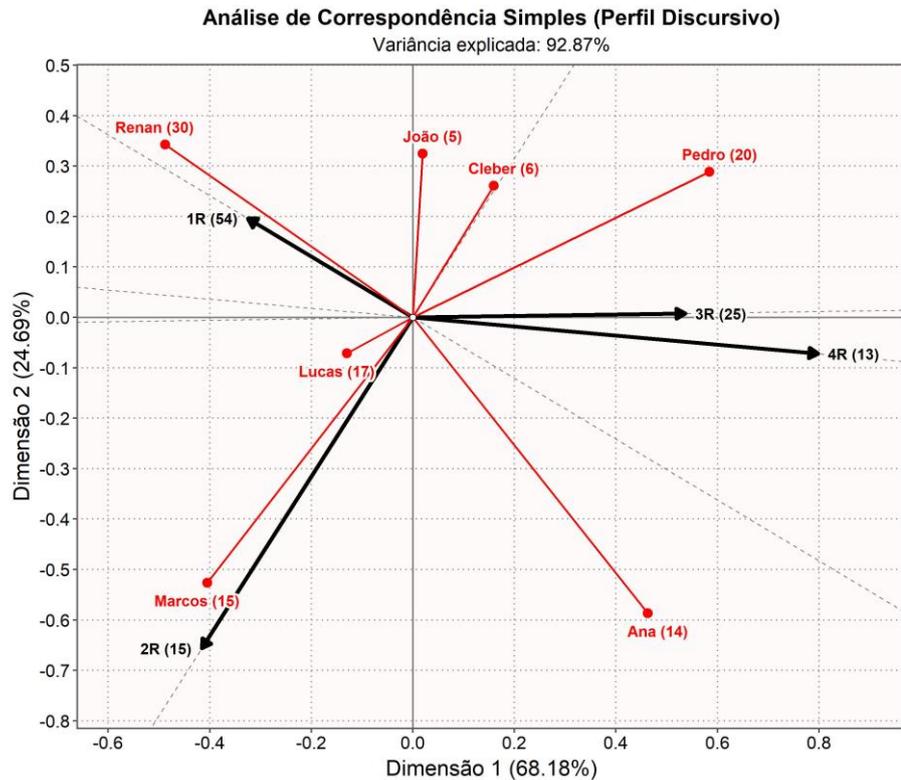
quando é negativo se diz que há antiassociação. Quando o resíduo é nulo ou pequeno diz-se que a associação ou antiassociação é baixa. Por exemplo, Renan produziu 22 enunciados que puderam ser codificados como 1R, em torno de 7 acima do valor esperado – assim, seu perfil discursivo está bem mais fortemente associado ao atributo 1R do que aos demais, sendo esse o atributo que mais caracteriza seu perfil discursivo. O atributo que mais está antiassociado ao perfil discursivo de Renan é aquele com o resíduo mais negativo, ou seja, 3R. Nesse nível, os enunciados de Renan foram os que mais ficaram abaixo do valor esperado. Assim, o nível 3R é o que mais anticaracteriza o perfil discursivo de Renan (pelo mesmo motivo, o perfil discursivo de Renan também não se caracteriza pelo nível 4R). Já o resíduo considerando os enunciados de Renan no nível 2R é baixo, ou seja, o número de enunciados de Renan codificados nesse nível ficou muito próximo do valor esperado (como se pode verificar no quadro 2). Assim, o nível 2R não caracteriza nem anticaracteriza significativamente o perfil discursivo de Renan – em outras palavras, seu perfil discursivo se distingue muito mais pelos níveis 1R (associação) e 3R (antiassociação).

No entanto, é importante ressaltar que os resíduos são medidas de desvio em relação ao valor esperado e que esse último leva em conta todos os enunciados codificados (107 no total), as proporções de enunciados produzidos por cada aluno (PL) e as proporções codificadas em cada nível de racionalidade (PC). Assim, o fato do perfil discursivo de Renan não ser caracterizado pelo nível 2R não quer dizer que ele não produziu nenhum enunciado codificado como tal (ao contrário, 4 de 30 foram codificados como 2R). A proporção de enunciados codificados como 2R é a segunda mais baixa (0,14) e Renan acompanhou essa tendência geral, produzindo apenas 4 entre 30 enunciados nesse nível. Assim o que a associação baixa do perfil discursivo de Renan ao atributo 2R mostra é que esse atributo não distingue o perfil discursivo de Renan em relação aos demais alunos. Na via contrária, os atributos 1R e 3R são os que distinguem o perfil discursivo de Renan em relação aos demais, respectivamente por associação a antiassociação. No caso do perfil 1R, por exemplo, pouco mais de 50 por cento dos enunciados produzidos foram codificados assim, o que pode ser considerado um valor alto. Nesse universo em que há vários enunciados caracterizados no nível mais ingênuo de racionalidade, Renan ainda conseguiu se distinguir em relação aos demais, tendo seu perfil discursivo alinhado favoravelmente a esse nível. É de se esperar, portanto, que seu perfil se antiassocie aos níveis mais sofisticados de racionalidade (no caso, 3R e 4R).

O mapa produzido pela ACS tenta justamente reproduzir os resíduos padronizados, entendidos como as associações entre os atributos (níveis de racionalidade) e os alunos. Os níveis de racionalidade foram tomados como referência e representados como setas pretas, sendo os alunos representados por segmentos de reta vermelhos. A interpretação é geométrica: quando dois segmentos formam ângulos menores do que 90 graus estão associados (resíduo positivo), quando são aproximadamente perpendiculares estão muito pouco associados (resíduo pequeno) e quando o ângulo é maior do que 90 graus estão antiassociados (resíduo negativo). Quanto mais próximo de zero for o ângulo e mais longos os segmentos, mais forte é a associação (resíduos altos e positivos) e quanto mais próximo de 180 graus for o ângulo e mais longos os segmentos, maior a antiassociação (resíduos altos e negativos). Este mapa está mostrado na figura 1 e explica 92,87 por cento da variância dos dados, o que indica uma visualização de

qualidade muito boa (quanto mais próximo de 100 por cento, mais fidedigno é o mapa).

Figura 1 – Mapa produzido pela ACS mostrando as associações entre os enunciados dos alunos e os níveis de racionalidade.



O mapa mostra claramente que Renan se associa mais fortemente ao nível 1R e se antiassocia fortemente aos níveis 3R e 4R. Os níveis de racionalidade menos elaborados (1R e 2R) aparecem em oposição aos níveis mais elaborados (3R e 4R). Alunos como João e Cléber não estão muito associados a qualquer um dos níveis, mas estão antiassociados ao nível 2R. Lucas é representado por um segmento apreciavelmente mais curto do que os demais, indicando que seu perfil discursivo não se associa a nenhum dos níveis em especial, ou seja, produziu enunciados cujas codificações ficaram próximas ao esperado em todos os níveis de racionalidade 1R, 2R e 3R, apresentando antiassociação apreciável apenas com o nível 4R (isso pode ser verificado no quadro 2).

Os resultados apresentados no mapa da figura 1 serão articulados nas análises a seguir, seção na qual serão analisados alguns extratos de interações discursivas. Obviamente, não serão expostos todos os enunciados dos alunos, mas um mapeamento geral do seu perfil discursivo pode ser feito em articulação com o mapa da figura 1.

## ANÁLISES DOS EPISÓDIOS INTERATIVOS

### Episódio interativo 1

Esta interação foi transcrita de uma aula na qual estava sendo promovida uma discussão sobre o questionário inicial respondido pelos estudantes na aula anterior.

**(E<sub>1</sub>)** Pesquisador: O que vocês entendem por ciência?

**(E<sub>2</sub>)** Ana: Bom, eu acho que como eu escrevi lá. Eu sei, dentro de mim, o que é ciência e o que não é ciência. Tipo, eu olho para uma coisa eu digo: isso é ciência, isso não é ciência. Mas ter bons argumentos para defender isso eu não tenho.

**(E<sub>3</sub>)** Pesquisador: Mas quando “tu olha”, como é que tu sabe? Qual é a diferença?

**(E<sub>4</sub>)** Ana: Eu sei que a Astrologia não é ciência.

**(E<sub>5</sub>)** Pesquisador: Por quê?

**(E<sub>6</sub>)** Ana: Pois é. Mas assim ó, mas isso é por que me inculcaram [sic] isso aqui dentro, mas agora se eu for pensar que tudo, que tudo que a gente faz é através de previsões, modelos, e tal, tipo quântica não é nada provado, não sei, comprovado tipo, não tem prova, são modelos, tipo Big Bang é um modelo, modelos cosmológicos são modelos. E ainda assim a gente diz que isso é ciência, mas Astrologia também é através de previsões e modelos.

Após a pergunta inicial do pesquisador, Ana diz saber o que é e o que não é ciência, entretanto, afirma não ter argumentos para explicar isso. Na sequência, para tentar entender essa postura de Ana, o pesquisador faz uma pergunta (E<sub>3</sub>) que não é respondida: Ana não responde como sabe diferenciar ciência de não-ciência, em seu enunciado apenas diz que "Astrologia não é ciência". No caso, está retomando o que disse no enunciado anterior, dando um exemplo de um determinado tipo de conhecimento que ela reconhece e sabe dizer que não é ciência. No enunciado E<sub>5</sub>, para continuar explorando o que Ana está querendo dizer em suas falas, o pesquisador pergunta por que Astrologia não é ciência. A resposta da licencianda é reveladora no sentido de mostrar a influência de seus professores em sua formação. Ela diz que sabe que Astrologia não é ciência, pois foi isso que os professores da instituição a fizeram acreditar ou aceitar - "Pois é. Mas assim óh, mas isso é por que me inculcaram [sic] isso aqui dentro". Ao utilizar o termo "inculcaram" (possivelmente, querendo dizer inculcaram), Ana parece sugerir que o caráter não-científico da Astrologia é um fator muito enfatizado pelos professores, quase imposto, constituindo-se como uma cultura dentro da instituição, sendo, inclusive, uma voz fortíssima que se faz presente nos enunciados de outros estudantes investigados. Ademais, ao usar esse termo está indicando que não concorda muito com essa visão, mas acredita nela ou a aceita, porque foi "imposta", porque é a voz dos professores, logo uma voz de maior potência. Inclusive, as palavras usadas para iniciar o enunciado, "Pois é" e "Mas assim óh", passam uma ideia de tensão com a situação vivenciada na academia, o que possivelmente está relacionado à insegurança transmitida por ela em alguns enunciados em resposta ao questionário inicial. Por essas contradições internas, o perfil discursivo de Ana se posiciona de forma muito peculiar no mapa da figura 1: ele se associa mais aos níveis 3R e 4R, mas a associação ao nível 2R é também significativa (ver quadro 2, além do mapa). Ou seja, seu perfil fica entre níveis de racionalidade não muito coerentes entre si (2R é bem menos elaborado do que 4R). Nessa dinâmica discursiva, seu perfil discursivo termina se antiassociando ao perfil menos elaborado 1R, o que é um fato positivo e interessante.

Dando continuidade ao enunciado, observa-se que ela não respondeu por que Astrologia não é ciência, mas sinalizou uma série de características que atribui à ciência, com uma visão bastante dinâmica da atividade científica, a partir de previsões e modelos que não necessitam de provas, como as teorias da Física Quântica e do Big Bang, exemplos citados por ela. Por fim, concluindo o enunciado, confronta sua visão de ciência com a astrologia, alegando que para ela ambas são semelhantes. Não é trivial fazer uma associação das vozes de racionalidade expressas por Ana a algum nível específico da Matriz de Referência, entretanto, se distancia do nível mais ingênuo (1R), como já dito. Assim sendo, é possível observar neste enunciado de Ana a coexistência da voz de vários professores que ela teve e a sua própria voz, em posições conflitantes.

### Episódio interativo 2

Esta interação também foi transcrita da aula na qual estava sendo promovida a discussão sobre o questionário inicial respondido pelos estudantes na aula anterior.

**(E<sub>1</sub>)** Pedro: Astrologia tem um método?

**(E<sub>2</sub>)** Ana: Tem, através das constelações.

**(E<sub>3</sub>)** Pedro: Que aí eu ia definir ciência, que ela tinha que ter um método, tinha que ter um método científico e um método de pesquisa. Daí Astrologia podia ser qualquer coisa.

**(E<sub>4</sub>)** Ana: Mas a Astrologia que eles estudam o mapa, o mapa astral, esse que eles fazem, eles olham a posição das estrelas no momento que tu nasce e aí tem todo um modelo sobre aquilo. Então, por que que eu acho que isso não é ciência? Eu não sei, mas eu sei que me ensinaram...(inaudível).

**(E<sub>5</sub>)** Pedro: Na real tu pode provar que não é ciência pela força de gravidade, pela Lei da Gravitação, né!? Que o médico gera mais influência no parto da criança do que Saturno. Não quer dizer que não gera influência, mas se for pensar desse jeito influencia mais.

**(E<sub>6</sub>)** Ana: Mas se eu quiser dizer isso. Quem me diz que o cara que ta falando em Quântica, o cara, sei lá, que o que a gente sabe de Quântica até agora não vai ser tratado como misticismo daqui a um tempo? Eu não sei, porque sempre quando eu penso nisso, tipo Astrologia, eles não podem provar nada, eles não podem dizer se tem ou não tem influência, a gente não sabe disso, é meio dúbio. Tipo questão de crença, mas daí, eu começo a pensar, será que muita coisa que vem da Física também não é só uma questão de crença que a gente diz?

**(E<sub>7</sub>)** Pedro: Quântica é uma questão de crença.

**(E<sub>8</sub>)** Cleber: Não!

**(E<sub>9</sub>)** Pedro: Quântica é crença.

**(E<sub>10</sub>)** Lucas: Não, mas justamente. Você colocou dois pontos assim: você colocou a questão do método e a questão da crença, daí justamente, o que é científico, é justamente aquilo que não aceita uma verdade absoluta, entendeu? Então não tem algo que é certo, entendeu? Não tem algo que é certo, tem algo que explica muito bem fenômenos bastante analisados, bastante vezes

observados, explica. Enquanto não houver, não vier alguém, que contra-argumente, que derrube esse modelo criado, essa teoria imposta, essa lei bem aceita cientificamente, entendeu? Não se mantém aquilo, se aceita aquilo e isso sempre é colocado à disposição para ser verificado, diferente da Astrologia, diferente da Ufologia, entendeu?

**(E<sub>11</sub>)** Pedro: Tem que comprovar.

**(E<sub>12</sub>)** Lucas: O cara coloca: eu vi um disco voador. Então me traga o disco voador. Ahhh! Eu não tenho agora, eu tenho uma foto (inaudível), entendeu? Não se coloca à disposição científica para se verificar isso, então não pode ser ciência.

**(E<sub>13</sub>)** João: Na verdade é provisória e compartilhada por quem trabalha na área de ciência.

A pergunta feita por Pedro no início da interação tem o intuito de buscar na voz dos colegas a confirmação para a hipótese de que ciência é realizada por meio do método científico, conforme pode ser percebido no enunciado E<sub>3</sub>. O estudante traz para o debate tal proposição com o intuito de encontrar um elemento capaz de demarcar uma separação entre ciência e não-ciência. Só é possível perceber que Pedro está buscando separar ciência de não ciência depois que Ana responde dialogicamente ao seu enunciado (E<sub>2</sub>) e ele, então, explica por que estaria propondo a existência de um método científico (E<sub>3</sub>). Ao fazer isso, verifica-se que Pedro coloca a ciência em uma posição de destaque e tenta demarcar fronteiras nítidas entre o que ele entende por ciência e a não-ciência, aqui representada pela Astrologia, quando diz: “Astrologia poderia ser qualquer coisa”. Da mesma forma como se pode compreender a partir da análise do questionário, mais uma vez a ciência é colocada como um conhecimento de *status* destacado dos demais, como se fosse trivial estabelecer um critério de demarcação entre o que é ciência e o que não é. Pela discussão do episódio interativo 1 entende-se mais facilmente o motivo pelo qual esta concepção é tão frequente no discurso dos alunos, isto é, há fortes indícios de que é uma voz disseminada por uma considerável parcela de professores da academia, conforme reforça Ana no enunciado E<sub>4</sub>.

Neste enunciado, Ana responde para Pedro tentando mostrar para ele que a Astrologia também tem um modelo e que não entende por que isso não é ciência, mas que foi assim ensinado a ela. A posição dela no mapa da figura 1 é uma visualização interessante dessa contradição – de um lado entende que a Astrologia também faz uso de modelos e preceitos teóricos (evidentemente não aceitos pela comunidade científica), mas assume que isso não é ciência (taxativamente) por ter assim sido ensinada. Então, até este momento, percebe-se que: a suposição de um método característico da ciência foi suprimida a partir da dialogização dos enunciados de Ana e Pedro; a superioridade da ciência em relação a outros tipos de conhecimento é uma visão potente no discurso dos licenciandos; há um reforço à influência da voz institucional que possivelmente é responsável pela transmissão de tal visão aos estudantes.

Dando continuidade à interação, Pedro, no enunciado E<sub>5</sub>, tenta salvar a ciência de ser colocada no mesmo patamar da pseudociência. Neste intuito, afirma que é possível provar que Astrologia não é ciência por meio da ideia da influência fraca da força gravitacional dos astros distantes nas pessoas na Terra – totalmente diferente da influência defendido pelos astrólogos. Ou seja, a ideia transmitida é de que ciência consegue fornecer “provas” de sua validade, no caso por meio de

uma influência física nos corpos (interação gravitacional), enquanto a Astrologia não. Verifica-se neste enunciado a veiculação de uma voz de racionalidade 1R, uma vez que não são poucas as situações de aceitação de objetos de conhecimento e conceitos físicos antes de termos evidência empírica sobre sua existência (o fóton, por exemplo, foi lidado como uma ideia durante bom tempo antes de qualquer evidência empírica sobre sua existência). Ana contra-argumenta ( $E_6$ ), seguindo uma lógica que contextualiza um pouco mais a atividade científica, de tal forma que expressa uma voz que se aproxima ao nível 3R. Seu enunciado emerge no sentido de problematizar a “comprovação” proposta por Pedro, enfatizando a provisoriedade do conhecimento científico e a existência de valores subjacentes a esta atividade, tais como as crenças ou pré-concepções.

No enunciado  $E_{10}$ , a natureza dialógica constitutiva da linguagem fica bastante evidente. Lucas resgata em seu discurso a voz de Pedro e de Ana, se ancorando nestas para expressar seu ponto de vista. Ele tece argumentos para mostrar aos demais colegas por que a Astrologia não poderia ser considerada ciência e o que diferencia uma da outra. Segundo ele não é a existência de um método (como pensou em sugerir Pedro) ou uma questão de crença (como propôs Ana), mas a verificação, isto é, a ciência é um conhecimento que está sendo submetido a verificações, enquanto a Astrologia sempre se esquia destas.

Lucas evidencia aos colegas que ciência é uma atividade humana, desenvolvida a partir da elaboração de modelos que estão sujeitos a mudanças originadas pela verificação. Parece expressar uma visão de ciência alinhada a pressupostos popperianos. Esse tom conciliatório de Lucas, ainda tentando salvar alguns aspectos característicos do positivismo lógico (por exemplo, fronteira nítida entre ciência e pseudociência, que o próprio Popper critica), faz com que seu perfil discursivo apareça pouco associado aos níveis em geral – muito pouco associado aos níveis 1R e 3R e mais levemente associado ao nível 2R. Há ainda uma antiassociação um pouco mais significativa ao nível 4R. Dado que o comprimento do segmento que o representa é curto, a interpretação do respectivo perfil deve ser feita com referência à tabela de resíduos (quadro 2).

Em  $E_{11}$  Pedro associa ao enunciado de Lucas a contra palavra *comprovar*. Portanto, essa (in)compreensão responsiva indica que, de todos os aspectos salientados por Lucas, Pedro entendeu que a ciência se diferencia da Astrologia por comprovar fatos, o que não condiz com os dizeres de Lucas. No enunciado  $E_{12}$ , Lucas tenta exemplificar para Pedro o que quis dizer no enunciado anterior ( $E_{10}$ ), talvez se confundindo um pouco.

Por fim, para finalizar a análise do episódio interativo, João parece fazer uma síntese do que foi discutido, afirmando que a ciência “é provisória e compartilhada por quem trabalha na área de ciência”. João produz poucos enunciados (5) ao longo das aulas e pouco se associa aos níveis considerados (está ligeiramente mais associado ao nível 3R). Portanto, neste episódio interativo, os estudantes envolvidos problematizaram a existência de um método científico para se fazer ciência e para separá-la da pseudociência e desenvolveram dialogicamente a noção de que ela é um conhecimento provisório e não representa uma verdade absoluta. Com exceção de Lucas, todos eles (Ana, Pedro e João) aparecem no lado direito do mapa, se associando aos níveis de compreensão médios (3R) ou mais elaborados (4R). Contudo, a ideia de uma separação clara entre ciência e não-ciência parece permanecer, mesmo que não mais por meio do método científico. Essa tendência de manter esses aspectos mais ingênuos nos seus enunciados é

percebida no mapa: os segmentos representando os perfis discursivos de Ana, Pedro e João (especialmente) não aparecem muito fortemente associados aos níveis 3R e 4R (com ângulos pequenos em relação aos segmentos que representam esses níveis de racionalidade) – é como se tivessem sido também “atraídos” em alguns momentos para o lado esquerdo do mapa, evidenciando uma interanimação de vozes antagônicas.

### Episódio interativo 3

Esta interação foi transcrita de uma aula na qual estava sendo trabalhado com os alunos a natureza da ciência. Foi selecionado um trecho no qual ainda estavam sendo discutidas questões relacionadas ao indutivismo.

**(E<sub>1</sub>)** Professora: Claro que os indutivistas vão dizer que Kepler, a história da ciência vai ser voltada para o método científico, vão dizer assim: Kepler viu Marte descrevendo um setor, né? Descrevendo uma órbita elíptica. Primeira observação dele: Marte descreve uma órbita elíptica. Segundo, ele ia fazendo isso para cada planeta e finalmente induz que todos os planetas estavam, isso era o que queriam os indutivistas, mas quando a gente vai olhar para a história do Kepler a gente vê um monte de...(inaudível), quantas crenças metafísicas ele vai impor à descrição das três leis, à formulação das três leis. Uma delas é que ele quase morreu para aceitar que eram elípticas, queria que fosse um círculo, que história é essa? Que ele era um pitagórico, né, ou seja, a natureza tem que ter uma descrição muito bonita, seguindo, ...(inaudível), ele era um grande pitagórico, dizia que a natureza era bonita, como, por exemplo, os números, guardava certas relações com os números, assim são os pitagóricos.

**(E<sub>2</sub>)** Renan: E como é que ele quebrou essa ideia dele de círculo?

**(E<sub>3</sub>)** Professora: É, não, claro, na verdade ele quebra essa ideia, aí que vem uma visão, ele tinha dados melhores do Tycho Brahe e, claro, e via que o modelo circular não encaixava, então, na verdade, uma visão mais moderna vai dizer que o experimento, as observações e a teoria são indissociáveis. Mas ele fica um tempão negando aqueles dados por crenças metafísicas.

**(E<sub>4</sub>)** Renan: Mas baseado nos dados ele chegou então a lei dele de que os planetas giram em órbitas elípticas.

**(E<sub>5</sub>)** Professora: Sim, mas cuidado. Não é verdade que a partir dos dados ele chegou à lei dele, não é verdade.

**(E<sub>6</sub>)** Mário: Ele tinha só os dados de observação de Marte.

**(E<sub>7</sub>)** Professora: Claro.

**(E<sub>8</sub>)** Renan: Então só os dados da órbita de Marte, só baseado nesse que ele vai dizer que era elíptico.

**(E<sub>9</sub>)** Professora: Então tu concorda que não pode ser por indução, que o cara impõe uma série de modelos?

**(E<sub>10</sub>)** Mário: Ele generalizou, sem saber se era para os outros também.

**(E<sub>11</sub>)** Renan: sim, sim.

(E<sub>12</sub>) Professora: E tem uma história interessantíssima, ele generaliza. Ele inventa as três leis, inventa, me desculpa, por que ele tinha poucos dados, mas dados melhores, né? Sem dúvida, todo mundo diz que ele deve muito ao Tycho Brahe que entrega pra ele esses dados. Mas olha que coisa curiosa, Tycho Brahe tinha os melhores dados do Renascimento, os melhores dados astronômicos, desde a época da Antiguidade Clássica. Tycho Brahe tinha esses dados e com esses dados não foi capaz de chegar às três leis de Kepler. Ele inclusive propõe um modelo, vocês nunca leram isso? Que era geocêntrico. Então, a maior prova de que o indutivismo não se sustenta, o cara tinha os melhores dados e não conseguiu chegar às três leis. Porque que ele consegue, o Kepler? Por que ele impõe uma série de crenças aos dados, olha o que é a relação entre raio e o período, olha que elegância tem, como é que vocês acham, aquilo é um modelo que ele impõe, e vê, OK, tem dados, entende, a coisa tem que andar casada, óbvio, mas a maior verdade ainda, além disso, o Tycho ter esses dados e não chegar às três leis, pensa o que Newton faz com as três leis de Kepler? Ele corrige, quer dizer o Kepler ainda chega em algo errado, vamos dizer assim, olha como os dados por si só não falam sozinhos, não falam sozinhos, não dá conta. Olha bem o que acontece com o Newton, ele tem aqueles mesmos dados e ele diz: as orbitas não são elípticas, são aproximadamente elípticas, né? A mecânica newtoniana corrige as leis de Kepler, então tá vendo como os dados, eu posso ter os melhores dados do mundo, eu consigo modelos tentativos. Eu acho que esse é um exemplo bem potente, para dizer: olha, eu posso ter os melhores dados, mas eu posso não enxergar nada naqueles dados.

(E<sub>13</sub>) Renan: Isso quebra aquela questão da neutralidade também, por causa que Kepler põe um monte de crenças dele e isso prejudica ele.

A visão empirista-indutivista tem uma marca muito forte nos enunciados de Renan ao longo da aula desta interação. Embora ele faça questão de negá-la, seus enunciados apresentam, na maioria das vezes, características dela e dão indícios de que na verdade ele não a superou (a posição do segmento que representa seu perfil discursivo no mapa deixa esse aspecto evidente). Tanto é que os inúmeros questionamentos feitos por Renan ao longo das aulas dão a impressão de que ele está tentando buscar nas palavras de seus interlocutores (professora e colegas) elementos que corroborem seu ponto de vista, ou seja, parece uma constante busca por uma "validação" dessa visão. Em outros termos, a responsividade dos enunciados de Renan ao longo de sua interação com a professora se deu no sentido de capturar elementos na fala da professora que pudessem corroborar algumas de suas concepções, mas isso ocorre às vezes de forma sutil. Esta interação ilustra um pouco essa ideia!

No enunciado E<sub>1</sub> a professora traz um exemplo da história da ciência para mostrar o pensamento dos indutivistas sobre a produção do conhecimento e indicar a fragilidade do mesmo, apontando a influência das crenças metafísicas impostas por Kepler na construção de suas Leis.

Na sequência, Renan, questiona como Kepler rompe com essas crenças para chegar ao modelo proposto, cuja resposta da professora tratou de apontar a fragilidade das observações puras, enfatizando a indissociabilidade entre observação, experimentação e teoria na produção do conhecimento. Mesmo assim, o aluno dá sequência ao diálogo negligenciando o que foi dito pela professora afirmando que das observações Kepler tirou sua Lei. Segundo Bakhtin, quando um falante (Renan) pronuncia seu enunciado, ele o faz dirigindo a um

destinatário (no caso, a professora) e já espera uma resposta deste, por isso, olhando para o contexto das enunciações, quando ele perguntou como Kepler chegou ao modelo, possivelmente o fez com o propósito de ouvir da professora que a partir dos dados Kepler chegou às Leis, pois foi isso que ele "entendeu" a partir do enunciado da professora, que não possuía tal sentido. Na sequência das enunciações Renan dá mais indícios disso, pois essa ação legitimadora se repete em uma interação com Mário.

Mário (E<sub>6</sub>) fala sobre uma curiosidade relativa aos dados observados, parecendo querer apontar ao colega que Kepler não construiu suas leis a partir das observações puras, já que ele só teria dados de Marte e, portanto, precisou impor uma série de outros fatores (exprimindo uma voz mais próxima ao nível 3R). Novamente, Renan "encontra" nas palavras de Mário elementos para tentar corroborar sua visão, sustentando que só com os dados de Marte Kepler afirmou que a órbita da Terra era elíptica.

A professora novamente dá uma série de explicações e Renan concorda com ela. Pode-se perceber a influência do destinatário do enunciado nesse caso. Renan está se dirigindo à professora e dificilmente iria dizer que não concorda com ela, mesmo mantendo a visão empirista-indutivista que vem tentando salvar ao longo da interação. Em seu último enunciado, Renan concorda com a professora quanto à questão da neutralidade, mas afirma que esta não-neutralidade (crenças metafísicas de Kepler) o atrapalhou, retomando, novamente uma visão pouco elaborada do conhecimento científico (1R).

Além disso, outro fator que influencia esta visão ingênua sobre o conhecimento científico é o manual didático. Ao analisar o principal livro utilizado nas disciplinas de Física Básica dos cursos de formação de professores de Física, é possível identificar visões ultrapassadas sobre a natureza da ciência. É possível reconhecer a presença da voz do livro didático no discurso de Renan, por exemplo:

Tycho Brahe (1546 – 1601), o último dos grandes astrônomos a fazer observações sem a ajuda de um telescópio, compilou a enorme quantidade de dados, a partir dos quais Kepler deduziu as três leis do movimento planetário, que hoje levam seu nome (HALLIDAY et al., 1996, p. 61, grifo nosso).

Portanto, o curso de formação destes estudantes está diretamente relacionado às visões de ciência apresentadas por eles, seja pela influência da voz dos professores (como se identificou no episódio interativo 1), pelo manual didático ou, ainda, por disciplinas específicas, tal como Epistemologia (fator diferencial nas visões percebido na análise do questionário). Além disso, esta interação mostra o quão enraizadas ficam tais visões construídas ao longo do curso de formação, como sugere a resistência apresentada por Renan em superá-las. Essa resistência explica a forte associação do perfil discursivo de Renan ao nível 1R, tal como mostra o mapa da figura 1.

#### Episódio interativo 4

Esta interação ocorreu na aula em que estavam sendo trabalhados aspectos da tecnologia e alguns mitos relacionados à neutralidade da ciência e tecnologia. O trecho aqui apresentado foi extraído do momento posterior à explanação sobre a perspectiva salvacionista da ciência e da tecnologia que foi conduzido por um

grupo de alunos (Pedro, Marcos e Cleber). Após o grupo expor sobre o mito, sem a ocorrência de interrupções, a seguinte interação se desenvolveu:

**(E<sub>1</sub>)** Renan: Eu concordo que a teoria salvacionista não, não.

**(E<sub>2</sub>)** Ana: ãh?

**(E<sub>3</sub>)** Renan: A ciência não vai trazer no futuro a salvação de todos os problemas da humanidade, inclusive até essa questão dos alimentos. Até porque eu não sei como é essa questão, mas com certeza a fome mundial poderia ser reduzida, não sei se poderia acabar, mas poderia ser reduzida, e muito, com uma melhor distribuição, por causa que só no RU o que a gente põe fora de comida é um monte de comida por dia. A ciência não vai conseguir resolver todos os problemas da sociedade até porque muitos problemas da sociedade são muito mais humanos que tecnológicos. Agora, uma coisa que me incomodou bastante é aquela questão da neutralidade, enfim, ciência é boa ou má?

**(E<sub>4</sub>)** Ana: Não.

**(E<sub>5</sub>)** Renan: Acho que não faz sentido tu questionar. A mesma coisa que eu falei semestre passado nas discussões com o mestrando estagiário de Física Aplicada II, para mim ciência é ciência, isso não pode explicar como boa ou má.

**(E<sub>6</sub>)** Pedro: É que dentro dessa perspectiva tu encontra a necessidade econômica, né?

**(E<sub>7</sub>)** Renan: Não, a ciência em si como conhecimento, é só ciência.

**(E<sub>8</sub>)** Pedro: Mas ela existe sozinha?

**(E<sub>9</sub>)** Renan: Ela não existe sozinha, é uma construção humana com certeza.

**(E<sub>10</sub>)** Pedro: Ela não é só uma construção humana, ela também é uma construção econômica, social.

**(E<sub>11</sub>)** Ana: Mas tudo que é feito pelo ser humano, na minha opinião, tem um interesse por trás.

**(E<sub>12</sub>)** Renan: Um interesse econômico e interesse pessoal. Mas aí que tá, interesse do humano, não da ciência.

**(E<sub>13</sub>)** Marcos: Tudo bem, um conhecimento é bom ou mau, por exemplo, eu sei construir uma arma nuclear, então, isso me rotula mais mau do que tu?

**(E<sub>14</sub>)** Renan: Não.

**(E<sub>15</sub>)** Marcos: Aí é que tá.

**(E<sub>16</sub>)** Renan: Inaudível... Depende se ela funciona.

**(E<sub>17</sub>)** Pedro: Depende de quanto tu é pago para fazer uma.

**(E<sub>18</sub>)** Marcos: Não, mas não importa cara, a questão é a seguinte, o que ficou mais ou menos claro para mim é que, tipo, num dado contexto até mesmo a ciência é influenciada por fora, pela sociedade e tudo mais.

**(E<sub>19</sub>)** Renan: Sim, obvio. Sempre é. Mas, a ciência é influenciada, o problema é da influência que a gente dá na ciência, a ciência em si não é boa nem má.

**(E<sub>20</sub>)** Professora: Ah, pois é, porque a ciência é parte da cultura da humanidade, aí vem, qual cultura é essa? É a cultura da desigualdade? Bom, então

essa ciência está a serviço da desigualdade. Vocês não acham? A ciência é mais um elemento nesse cenário.

(E<sub>21</sub>) Pedro: A ciência por si só não existe.

(E<sub>22</sub>) Ana: Até por que o que quer dizer boa ou má?

(E<sub>23</sub>) Professora: É, jamais vai poder olhar isso de forma absoluta, sempre vai ter que olhar no cenário sociocultural em que ela está.

(E<sub>24</sub>) Renan: Por isso que eu falo, o mesmo conhecimento científico pode ser usado num cenário cultural para trazer grandes benefícios ou o mesmo conhecimento científico pode ser usado nesse mesmo cenário para trazer... (inaudível).

(E<sub>24</sub>) Professora: É pensa no uso da física nuclear a serviço da medicina.

(E<sub>25</sub>) Renan: Exatamente.

(E<sub>26</sub>) Cleber: O conhecimento é que norteia. A ciência é feita por pessoas, as pessoas têm interesse, tipo, as leis da termodinâmica não vão matar ninguém, o cara que domina esse conhecimento e constrói um artefato, uma bomba que vai lá explodir, esse cara tem interesses, esse cara vai direcionar

(E<sub>27</sub>) Renan: Concordo plenamente.

(E<sub>28</sub>) Professora: Calma isso que tu tá falando não é bem assim, porque a termodinâmica, onde está a gênese lá, o início da termodinâmica?

(E<sub>29</sub>) Pedro: Na máquina térmica.

(E<sub>30</sub>) Professora: Está muito ligada à Revolução Industrial, ou seja.

(E<sub>31</sub>) Pedro: O que o Pesquisador falou.

(E<sub>32</sub>) Professora: Uma atividade, de novo, o conhecimento que está a serviço sim do projeto de sociedade e querer isolar isso é totalmente artificial, a ciência sozinha ali no seu pedestal não existe.

(E<sub>33</sub>) Pedro: A ciência não existe como bem maior. Ela não pode ser bem ou mal sem uma concepção de sociedade.

(E<sub>34</sub>) Professora: Não.

(E<sub>35</sub>) Renan: Exatamente, não faz sentido a gente classificar a ciência como bem ou mal.

(E<sub>36</sub>) Professora: Exatamente, rótulos.

(E<sub>37</sub>) Pesquisador: Mas não é isso que a gente quer, o que nós queremos aqui trazer é que ela não traz necessariamente sempre bem estar.

(E<sub>38</sub>) Professora: Bem estar. E no sentido de que ela é uma atividade social humana e, portanto, imersa num cenário social, econômico, político, é mais uma ferramenta que está aí e pode, então, estar a serviço de uma sociedade que fomenta a desigualdade ou não. Vamos combinar que a ciência que a gente conhece está assim, bem nessa, né? Tem esse mote aí.

(E<sub>39</sub>) Pedro: A gente sabe, dentro do próprio Instituto aqui, boa parte das pesquisas não são voltadas para o bem social, tipo, a minha ex-namorada trabalhou dois semestres para a Fras-le de Caxias do Sul para desenvolver uma pastilha de freio melhor, e o que que a gente está ganhando com isso?

(E<sub>40</sub>) Marcos: Segurança.

(E<sub>41</sub>) Pedro: É só para desenvolver uma pastilha mais barata.

(E<sub>42</sub>) Renan: Aí que ta, o próprio conceito de desenvolvimento e bem-estar social está envolvido na, a gente só desenvolve bem estar social com interesses.

(E<sub>43</sub>) Professora: Ah! Ponto crucial. Será que a gente sempre entende do mesmo jeito o que quer dizer desenvolvimento social e bem-estar? Isso também não é... (inaudível). Quem que se beneficia com o desenvolvimento? Quem que se prejudica com ele? O próprio conceito de desenvolvimento também tem que ser problematizado, assim como o conceito de ciência, tudo está a serviço de algum objetivo.

Após o grupo desenvolver a apresentação do mito da perspectiva salvacionista da ciência, Renan levanta uma questão pertinente ao mito para ser discutida. No enunciado E<sub>3</sub>, inicialmente discorre sobre a perspectiva salvacionista, de forma que parece reproduzir a voz do artigo lido e, ao final do mesmo, retoma uma temática já debatida anteriormente, assumindo uma visão de ciência neutra.

Imediatamente Ana responde a essa proposição, negando-a. Sem levar em consideração a contrapalavra que Ana atribuiu ao seu enunciado, Renan, em E<sub>5</sub>, explica melhor seu ponto de vista, expressando uma voz de racionalidade que pode ser caracterizada pelo nível 1R, pois considera a ciência apenas como um corpo de conhecimento livre de qualquer juízo de valor, separado de seu contexto. Assim como Ana, a voz de outros colegas irá confrontar dialogicamente esta voz propagada por Renan, de forma que esta contraposição de vozes promovida por um par de “adversários” (grupo de licenciandos X Renan) será verificada ao longo do episódio interativo.

Em E<sub>6</sub> Pedro tenta responsivamente mostrar que a ciência não é apenas um conhecimento isolado, destacando uma relação possível ao citar a economia. Todavia Renan demonstra não aceitar isso, mantendo sua postura frente ao tema. Tal fato incita Pedro a fazer um questionamento (E<sub>8</sub>). Como afirma Bakhtin, o enunciado nunca é proferido de maneira isolada de outros, assim, Pedro percebeu que seu argumento anterior (em E<sub>6</sub>) não foi suficiente para convencer Renan, então, em consequência do enunciado E<sub>7</sub> não corresponder às suas expectativas, isto é, não despertar no ouvinte a resposta que tinha como intenção ao proferi-lo, Pedro elaborou esta pergunta que acredita ser capaz de fazer Renan repensar sobre a neutralidade da ciência.

A resposta dada ao questionamento parece ser satisfatória, já que Renan assume uma posição na qual a ciência é considerada uma atividade humana e, portanto, que não pode ser isolada de outros fatores. Nos enunciados seguintes (E<sub>10</sub> e E<sub>11</sub>), Pedro e Ana ainda complementam a voz expressa por Renan, veiculando vozes relacionadas à racionalidade bem elaboradas (talvez a caminho do nível 4R) que, conforme se perceberá mais adiante, são apoiadas pelas vozes de Marcos também. É por essa interação que o perfil discursivo de Pedro acaba se associando mais ao nível 4R, apesar de no episódio interativo 2 ele ter se posicionado de forma mais alinhada a uma concepção ingênua que admite um critério de demarcação entre ciência e não-ciência (que pode ser classificado como 1R ou 2R). Essa guinada é particularmente interessante, pois se dá em um contexto da interanimação da sua voz com a voz veiculada por Renan. Assim, do episódio 2 para o 4, o perfil discursivo de Pedro transita do lado esquerdo para o lado direito do mapa da figura

1, estabilizando-se ali ao final, mais alinhado ao nível 4R. Porém, como Ana, a contradição entre o momento inicial e final ao longo das interações discursivas, faz com que seu perfil discursivo não esteja muito fortemente alinhado ao nível 4R – o mapa da figura 1 registra a memória da postura ocorrida no episódio interativo 1, em que se alinhou a um nível mais básico de racionalidade (lado esquerdo do mapa).

Todavia, a suposição de uma resposta concordante por parte de Renan é refutada no enunciado (E<sub>12</sub>), no qual ele afirma que os interesses envolvidos nesta atividade humana (ciência) são pertinentes aos homens que a fazem e não propriamente dela, ou seja, a ciência para ele continua sendo um ente descontextualizado e neutro, autônoma e apartada das esferas social, econômica, cultural e outras. O processo de embate de vozes continua depois deste enunciado, de forma que em E<sub>18</sub> Marcos reforça as vozes de Ana e Pedro, também não obtendo sucesso. Apesar de se aliar às vozes de Ana e Pedro, ao longo dos 15 enunciados codificados, Marcos se distancia do perfil de Renan (fundamentalmente 1R), associando-se fortemente ao perfil 2R. Percebe-se pelo mapa, que o perfil discursivo de Marcos é pouco associado a 1R (produziu em número de enunciados próximo do esperado nesse nível), mas não antiassociado a 1R (produzindo enunciados abaixo do esperado nesse nível) como Ana e Pedro. Ou seja, apesar de se opor a Renan, Marcos não seguiu mesmo perfil discursivo de Ana e Pedro, mantendo-se no lado esquerdo do mapa, associado ao nível 2R, ainda básico.

Em vista disso, a professora da disciplina intervém no debate (E<sub>20</sub>), avançando um pouco em relação aos posicionamentos feitos por Ana, Pedro e Marcos, tentando mostrar para todos e, principalmente, a Renan, que a ciência está atrelada ao cenário sociocultural no qual se insere, está, portanto, a serviço de algo/alguém. Na sequência, Pedro (E<sub>21</sub>) e Ana (E<sub>22</sub>) se pronunciam parecendo ter captado o sentido do enunciado da professora, conforme ela mesma confirma em E<sub>23</sub>.

Renan, então, constrói seu enunciado E<sub>24</sub> a partir da voz da professora, isto é, valendo-se do argumento de que para compreender a ciência é necessário olhar para o contexto sociocultural no qual ela está inserida, ele afirma, então, que em um mesmo cenário o conhecimento científico pode trazer tanto benefícios como malefícios<sup>6</sup>. A proposição de Renan tem sentido, isto é, ciência pode tanto ter consequências positivas quanto negativas, porém, estas consequências são limitadas pelas práticas sociais, elas ocorrem em função dos interesses daqueles que comandam a atividade científica.

Inclusive, parece que foi esta interpretação feita por Cleber, conforme pode ser verificado no enunciado E<sub>26</sub>. Neste enunciado há indicativos de que ele se propõe a complementar as ideias de Renan, concebendo que existem interesses que norteiam a ciência. Contudo, fica claro que desvincula estes interesses do processo de produção do conhecimento, como se a ciência fosse neutra durante sua construção e somente após sua sistematização seria inserida em um dado contexto no qual estivesse sujeita aos mais diversos interesses. Fica evidente o alinhamento das vozes de Cleber e Renan neste momento, já que este último responde ao enunciado de Cleber afirmando que concorda plenamente, sugerindo que houve a captação do significado de seu enunciado. Apesar do alinhamento pontual desse enunciado em particular com a voz de Renan, o enunciado em questão não pode ser caracterizado como 1R. Os poucos enunciados de Cleber que

foram codificados (6) terminam por caracterizar seu perfil discursivo como sendo mais associado ao nível de racionalidade 3R, como mostra o mapa (havendo uma antiassociação muito baixa ao nível 1R, como mostram o quadro 2 e o mapa).

A professora logo problematiza estas asserções tentando mostrar como a Revolução Industrial estava diretamente relacionada ao desenvolvimento da Termodinâmica (exemplo dado por Cleber), isto é, como seu desenvolvimento estava relacionado a determinados interesses ditados pelo projeto de sociedade da época. Pedro, na sequência, reafirma a íntima relação existente entre ciência e sociedade.

No enunciado E<sub>35</sub> talvez Renan tenha percebido a importância de reconhecer a concepção de sociedade que está aliada à ciência, ao invés de se preocupar em rotulá-la como benéfica ou maléfica. Inclusive, o pesquisador afirma que não é o que está sendo almejado com a discussão, tentando resgatar uma possível discussão sobre o modelo linear de desenvolvimento. Na sequência a professora apresenta uma postura de concordância com o pesquisador e complementa o enunciado fazendo uma síntese dos aspectos discutidos ao longo da interação.

Em E<sub>39</sub> Pedro traduz estes aspectos discutidos em um exemplo que ilustra situações que ocorrem dentro da instituição, argumentando que os próprios trabalhos desenvolvidos dentro da universidade não são voltados para o bem-estar social.

Este episódio evidencia um aspecto bem positivo na evolução das visões de racionalidade. Enquanto na análise do questionário inicial identificava-se a frequente retomada de vozes que consideram a ciência neutra Deconto *et al.* (2016), ao longo desta interação percebeu-se um forte empenho em combater estas vozes. Portanto, mesmo sabendo que é pouco provável que uma visão de racionalidade ingênua tenha sido superada completamente (o mapa da figura 1 e as interações discursivas mostram que não), é nítida uma preocupação dos licenciandos em problematizá-la, de forma que neste processo de problematização verifica-se o surgimento de vozes concordantes, que se apoiam, que se complementam – na interanimação de vozes, algumas vezes, é que a reflexão e a problematização são potencializadas. Isso é um indicativo de que ocorreram avanços significativos naquelas visões iniciais. As interferências sobre a atividade científica passam a fazer parte do discurso dos licenciandos, cita-se a economia, a indústria bélica, a sociedade de maneira geral. A relação íntima entre a ciência e o cenário sociocultural no qual está inserida emerge na discussão, de forma que os licenciandos passam a vislumbrar a impossibilidade de separar a ciência da sociedade, percebendo que mais importante do que rotular como boa ou má é compreender as práticas sociais que a limitam, os jogos de poder ditados pelo projeto de sociedade.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mudanças no entendimento demonstrado pelos licenciandos com relação ao questionário inicial (DECONTO *et al.*, 2016) puderam ser verificadas ao longo da intervenção, as quais podem ser percebidas analisando-se as interações discursivas em articulação com o mapa da figura 1. O processo de interanimação de vozes e a dialogicidade são melhor evidenciados quando a análise se desenvolve nesse *framework* articulado. Por exemplo, ao se opor (interanimação com a voz de

Renan) a Renan, Pedro acaba por associar seu perfil discursivo aos níveis 3R e 4R. Tal aspecto fica mais evidente olhando as interações discursivas em um regime articulado ao mapa da figura 1 – por um lado o mapa mostra o perfil discursivo de Pedro, por outro as interações discursivas permitem interpretar o mapa de forma mais consistente. O processo discursivo propiciado e desenvolvido ao longo da disciplina mostrou-se fundamental na construção do conhecimento sobre o CTS. Como já colocado, isso fica bastante evidente pelo surgimento de uma vasta quantidade de vozes diferentes que, por meio da dialogização, foram sendo modificadas e suscitaram que outras vozes emergissem, de forma que os licenciandos tomaram para si algumas, complementaram ou combateram outras e, a cada interação verbal, o conhecimento sobre o CTS foi sendo reelaborado, assim como aspectos explicativos das compreensões construídas foram sendo evidenciados.

No episódio interativo 1, dialogicamente os licenciandos desenvolveram a noção de que a ciência é uma atividade humana provisória, não representando uma verdade absoluta. Por outro lado, os mesmos vislumbram a necessidade de propor uma separação entre ciência e não-ciência, de maneira tal que a atribuição de um status superior à atividade científica permanece em seus discursos.

Assim, a neutralidade científica, mesmo ainda caracterizada pelo comportamento típico de “vai e vem” de vozes, já sugere estar sendo compreendida, de maneira geral, a partir de abordagens mais críticas. A influência de fatores externos, como a política, a economia e a sociedade como um todo ganharam mais destaque ao longo das interações, de forma que a ciência passou a ser atrelada aos cenários socioculturais nos quais está inserida, conforme foi possível perceber pela análise das interações 2 e 4.

A análise articulada não indica que as compreensões iniciais mais ingênuas deixaram de existir e foram superadas por outras mais sofisticadas; aliás, isso sequer representa uma hipótese levantada por este trabalho. Contudo, o que se observa é que a compreensão sobre as inter-relações CTS destes licenciandos passou por um processo evolutivo, no qual se verificam algumas modificações tanto no sentido de avanços, quanto de retrocessos. Os quatro episódios interativos apresentados, fruto de momentos de discussão temporalmente e tematicamente diferenciados, dão uma mostra desse movimento e do processo de compreensão desenvolvido.

Por outro lado, embora não tenham sido verificadas compreensões profundamente sofisticadas (nível 5R), percebe-se que há um reconhecimento daquelas que são mais ingênuas (como dito anteriormente, ainda residuais) e um olhar mais crítico sobre as mesmas, de forma que em diversas ocasiões verificou-se a intenção de combatê-las. Assim, pode-se dizer que a compreensão sobre as inter-relações CTS evidenciadas a partir das vozes expressas pelos licenciandos está a caminho de atingir níveis mais elaborados e em vias de promover um possível rompimento com as de senso comum – uma vez que essas últimas, como se evidenciou principalmente na análise do episódio 4, já são criticadas por eles.

A análise também permitiu identificar alguns elementos relacionados a fatores mais amplos (institucionais, culturais e sociais), que de alguma forma ajudam a entender melhor as compreensões apresentadas pelos licenciandos e a relação dessas compreensões com seu processo formativo. Percebeu-se como os professores formadores influenciam nas compreensões sobre CTS dos

licenciandos, uma vez que a partir das interações ficou claro que os licenciandos carregam vozes disseminadas pela academia reproduzindo, muitas vezes, a voz dos professores (episódios 1 e 2). Além disso, as interações permitiram perceber o peso da formação ambiental na compreensão dos licenciandos, uma vez que as concepções construídas ao longo do curso de formação mostram-se profundamente enraizadas e, por assim serem, de difícil superação, como foi perceptível nas enunciações de Renan e Ana desenvolvidas no episódio 4, por exemplo.

Também foi possível perceber a influência do material didático na constituição de compreensões ingênuas dos licenciandos (episódio 3). Encontram-se claramente vozes oriundas do livro didático utilizado nas Físicas Básicas no discurso dos licenciandos, o que sinaliza a necessidade de os formadores problematizarem as visões de senso comum presentes nos livros didáticos, de forma a auxiliar na superação de visões reduzidas como estas.

# Scientific rationality levels shared by future teachers in physics at the context of a discipline about the STS movement

## ABSTRACT

In this paper we aimed to study the construction process on comprehension about science by undergraduate students from a physics teachers' education program, in the light of the STS perspective. Founded on a concept of scientific rationality, which represents a way of looking at science without detaching it from the context of STS relations, and assuming Bakhtin's thought as theoretical-methodological reference, once the discourse established among students along the course that served as research context was the focus of the analysis. The bakhtinian analysis was carried out articulated with a Simple Correspondence Analysis, in a mixed method framework. Through the analysis we were able to identify advances in students' comprehension about science compared to the beginning of the course and, mainly, understand aspects that shaped these students' conceptions, such as the influence of the teachers' trainer and the didactic manual.

**KEYWORDS:** STS. Training of physics teachers. Bakhtin.

## NOTAS

Agradecimento ao IFRS pelo apoio concedido.

## REFERÊNCIAS

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

BAKHTIN, M. M. **Estética da Criação Verbal**. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

BAKHTIN, M. M. **Para uma filosofia do Ato Responsável**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2010.

BEH, E. J.; LOMBARDO, R. **Correspondence Analysis: theory, practice and new strategies**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2014.

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

\_\_\_\_\_. Análise e teoria do discurso. In: BRAIT, B. (Org.). **Bakhtin: outros conceitos-chave**. São Paulo: Contexto, 2006.

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

DECONTO, D. C. S.; CAVALCANTI, C. J. H.; OSTERMANN, F. A perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade na formação inicial de professores de Física: estudando concepções a partir de uma análise bakhtiniana. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, v. 9, n. 2, p. 87-119, 2016.

FARACO, C. A. **Linguagem & diálogo: as ideias linguísticas do círculo de Bakhtin**. São Paulo: Parábola Editorial, 2009.

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

GREENACRE, M. J. **Correspondence analysis in practice**. Boca Raton: CRC Press, 2017.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física 2: gravitação, ondas e termodinâmica**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

SANTOS, B.S. **Um discurso sobre as ciências**. 5° Ed. São Paulo: Cortez, 2008.

STRIEDER, R. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas**. 2012. 283f. Tese (Doutorado em Ensino de Física) - Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

STREIEDER, R. B.; KAWAMURA, R. D. Educação CTS: parâmetros e propósitos brasileiros. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, v. 10, n. 1, p. 27-56, 2017.

SYMONDS, J. E.; GORARD, S. Death of mixed methods? Or the rebirth of research as a craft. **Evaluation & Research in Education**, v. 23, n. 2, p. 121-136, 2010.

**Recebido:** 2018-06-06

**Aprovado:** 2019-05-13

**DOI:** 10.3895/rbect.v12n3.8392

**Como citar:** DECONTO, D. C. S.; CAVALCANTI, C. J. H.; OSTERMANN, F. Níveis de racionalidade científica compartilhados por futuros professores de física no contexto de uma disciplina sobre o movimento CTS. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 12, n. 3, 2019. Disponível em:

<<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/8392>>. Acesso em: xxx.

**Correspondência:** Diomar Caríssimo Selli Deconto - diomardec@gmail.com

**Direito autoral:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

