

EPISTEMOLOGIAS CIENTÍFICAS DO SÉCULO XX: ANÁLISE A PARTIR DA CONCEPÇÃO DE ALUNOS DE CURSOS DE CIÊNCIAS

ANDRÉ LUÍS SILVA DA SILVA¹ MARCELLO FERREIRA^{2*}
OLAVO LEOPOLDINO DA SILVA FILHO² SAMARA MAGALHÃES PEREIRA¹
PAULO ROGÉRIO GARCEZ DE MOURA³

¹ Universidade Federal do Pampa (Unipampa).
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências

² Universidade de Brasília (UnB).

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

³ Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

Programa de Pós-Graduação em Química

Resumo

Neste artigo, apresentamos e discutimos quatro epistemólogos científicos do Século XX – Popper, Kuhn, Lakatos e Laudan – a propósito de suas perspectivas sobre a demarcação e o progresso científicos. Disso, formulamos oito enunciados que julgamos característicos dessas perspectivas, submetendo-os à avaliação (de concordância ou discordância) a 68 alunos ingressantes (22 do ensino médio, e de cursos ciências nos níveis técnico, 22 alunos, e superior, 24 alunos). Os resultados demonstram que os alunos investigados reproduzem visões compatíveis com os pensamentos dos epistemólogos dos principais epistemólogos científicos do Século XX, particularmente com relação à crença em uma teoria a partir da possibilidade de falseá-la; na existência de paradigmas únicos, bem como de sua sucessão por rupturas drásticas; em que a ciência se demarca por suas bases empíricas e que pela competição ela progride; em que a ciência se legitima pela resolução de problemas.

Palavras-chave: Epistemólogos da Ciência; Epistemologia Científica; Demarcação da Ciência; Progresso da Ciência; Ensino.

*E-mail: marcellof@unb.br

Abstract

In this paper, we present and discuss four scientific epistemologists of the twentieth Century - Popper, Kuhn, Lakatos and Laudan - about their perspectives on scientific demarcation and progress. From this, we formulate eight statements that we deem characterized from these perspectives, subjecting them to the evaluation (of agreement or disagreement) to students entering high school and science courses at the technical and higher levels. The results show that the 68 investigated students (22 from high school, 22 from technical science courses and 24 from university science courses) reproduce views consistent with the thoughts of the epistemologists of the leading scientific epistemologists of the twentieth century, particularly with regard to belief in a theory from the possibility of falsifying it; in the existence of unique paradigms, as well as their succession by drastic ruptures; in which science is demarcated by its empirical bases and that by the competition it progresses; in which science legitimizes itself by solving problems.

Keywords: Epistemologists of Science; Scientific Epistemology; Demarcation of Science; Progress of Science; Teaching.

1 INTRODUÇÃO

A história da epistemologia, desde ao menos Platão, que considerava conhecimento científico aquele verdadeiro racionalmente justificado, tem mostrado a necessidade de se discernir traços próprios da Ciência, consistindo em uma das questões mais aflitivas a veracidade e a validade do conhecimento científico. O mesmo ocorre ao se buscar responder como (e se), a partir de determinada caracterização, este conhecimento científico progride.

No século XX, em particular, surgiram muitas abordagens filosóficas, relativas à epistemologia e à história das Ciências, que tentaram abordar as questões sobre a demarcação do fazer científico, bem como caracterizar seu eventual progresso.

Dentre as principais abordagens estão aquelas de Popper, com sua lógica da metodologia científica, Lakatos, com sua teoria dos programas de pesquisa, Kuhn com a história e a sociologia das ciências e Laudan, com a perspectiva de uma epistemologia pragmática, voltada para a caracterização do fazer científico com base na resolução de problemas.

Cada uma dessas tentativas, em geral extremamente intuitivas, embora profundamente diferentes e não raro inconsistentes entre si, quando aplicadas ao fazer científico concreto, terminam por excluir fazeres intuitivamente considerados pelos cientistas da área como realmente científicos, assim como incluir atitudes que estes mesmos cientistas consideram, intuitivamente, não científicos. Por “intuitivamente” não se considera aqui algo menor; ao contrário, se a “intuição” daqueles que cotidianamente fazem ciência não é critério apodítico de aceitação da caracterização do que é fazer ciência (segundo um modelo nomológico,

prescritivo), é evidentemente importante levar tais intuições em consideração. Isso é ainda mais verdadeiro em modelos pragmáticos, como a abordagem de Laudan.

Dessas adequações parciais das mais diversas abordagens epistemológicas, o que emerge é um conjunto mais ou menos difuso, não necessariamente consistente, de critérios que permitem qualificar o fazer científico.

A questão sobre o progresso da ciência é ainda mais complexa. Algumas das abordagens epistemológicas simplesmente se desvencilham da pergunta ao considerá-la mal posta. Outras procuram situar a pergunta no horizonte de suas análises sobre a pergunta anterior, acerca do que é o fazer científico.

Em um contexto difuso de adesão aos mais variados critérios de demarcação e progresso, faz-se interessante saber como pensam os mais diversos estratos de alunos quanto à questão da cientificidade de teorias. Uma vez que essas epistemologias se incorporaram ao caldo cultural de uma sociedade fortemente impactada pela tecnologia, não é impossível que critérios de diversas abordagens epistemológicas se misturem em um mesmo indivíduo no sentido de fundamentar racionalmente suas intuições sobre o que a ciência é – isso valendo também para os profissionais que a desenvolvem.

Neste trabalho, apresentamos as concepções sobre as questões de alunos do ensino superior, técnico e básico, tendo por base perguntas feitas a partir das epistemologias citadas. O objetivo é construir um panorama que indique como *partes* de tais epistemologias se distribuem e se qualificam como critérios de cientificidade, eventualmente em conjunção com *partes* de outras epistemologias.

No quadro a seguir, fazemos um resumo dos critérios de demarcação e progresso que podem ser hauridos das abordagens epistemológicas citadas, quando tais critérios efetivamente existem.

Tabela 1: Demarcação e progresso científicos analisados (*Fonte:* elaborado pelos autores).

Epistemólogo	Demarcação	Progresso
Popper	Refutabilidade de uma teoria	Conjecturas e refutações.
Kuhn	Vinculação a um único paradigma	Sucessão entre paradigmas.
Lakatos	Existência de bases empíricas	Sucessão entre programas de pesquisa
Laudan	Não há!	Processualidade na resolução de problemas

Visando ao aprofundamento dessas perspectivas, bem como ao estabelecimento de bases para a emergência entre elas e as respectivas concepções de alunos de ciências, apresentamos, na sequência, um panorama dos quatro epistemólogos tratados, com ênfase às suas caracterizações sobre demarcação e progresso científicos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Demarcação e progresso científicos em Popper

Na epistemologia de Karl Popper, podem-se encontrar posicionamentos claros e inteligíveis que abarcam as questões sobre demarcação do fazer científico e progresso da Ciência.

Quando se trata da Ciência, torna-se oportuna a premência de critérios de demarcação entre afirmações científicas e aquelas *pseudocientíficas*. Segundo Popper, é a *testabilidade* ou *refutabilidade* das teorias científicas que são capazes de discernir, de forma inequívoca, essas duas maneiras de se referir ao mundo.

Toda teoria, quando em fase de desenvolvimento, passa por dois momentos: o primeiro abarca seu enunciado; o segundo, sua evidenciação. De acordo com Popper, não é relevante conhecer de que forma o cientista chegou a determinado conjunto de enunciados (contexto de descoberta), pois caracterizar esse processo criativo não forneceria dicas sobre a qualidade de uma teoria, mas apenas sobre seus os critérios e processos psicológicos. Para validar uma teoria, seria necessário testá-la da forma mais contundente possível. Assim, faz-se primeiramente necessário reconhecer o tipo de proposição que as teorias científicas usam para estabelecer suas leis. Segundo Popper, as teorias científicas fazem uso de proposições universais, cuja contestação contundente tem caráter dedutivo (MOREIRA; MASSONI, 2011).

Logicamente, é um enunciado do tipo $\forall(x_1, \dots, x_n) [p(x_1, \dots, x_n)]$ cuja possibilidade de refutação é

$$\forall(x_1, \dots, x_n)[p(x_1, \dots, x_n)] \rightarrow \exists(x_1, \dots, x_n) [\neg p(x_1, \dots, x_n)], \quad (1)$$

isto é, sua refutação existencial e, portanto, de caráter concreto (em ciências empíricas, de caráter experimental). Para testar uma teoria, segundo MAGEE (1974), Popper apresenta quatro etapas: (1) *testes internos*, os quais buscam a coerência das conclusões extraídas a partir do enunciado – que apontam para sua *validade* lógica; (2) *testes da forma*, que consistem na intenção em conhecer se a teoria é, efetivamente, uma teoria científica; (3) *testes de inovação*, que verificam se a teoria é nova ou se já está assimilada por outras existentes e, por fim, (4) *testes empíricos*, os quais visam refutar uma teoria a partir de dados empíricos ou experimentais. Dada teoria pode transitar ileso nos três primeiros estágios, mas ser falseada pela realização de testes experimentais a partir de suas conclusões, momento em que poderá ser contestada. Como se sabe, um argumento pode ser perfeitamente *válido* e gerar conclusões *falsas*.

Popper defende que, mesmo sendo impraticável provar de forma inequívoca que uma teoria é verdadeira, fazendo-se uso dos dados obtidos por meio de testes e experimentações, torna-se possível provar que ela é falsa, isto é, refutá-la.

O critério popperiano que define a qualidade de uma teoria é sua capacidade de sugerir testes que possam falseá-la. Ela deve descrever de forma clara o resultado esperado e possibilitar que esse resultado seja experimentalmente verificado; e é justamente a testabilidade e a refutabilidade das teorias científicas que as distinguem das abordagens não caracterizáveis como científicas.

Nesse contexto, Popper abre a possibilidade de caracterizar as abordagens pseudocientíficas ao se constatar que tais abordagens tem a *pretensão* de serem científicas, sem, entretanto, serem falseáveis. Segundo esse fundamento, o *falseacionismo*, verificações e falseamentos não estão em pé de igualdade epistemológico, pois a veracidade de uma teoria é sempre temporária, enquanto sua refutação tem caráter irrevogável.

Nessa contínua análise crítica de conjecturas e hipóteses, nas constantes tentativas de falseamento pelas quais as teorias científicas deverão passar, mais cedo ou mais tarde, se desenrola o progresso científico.

Dado o caráter lógico das proposições científicas, de caráter universal, a confirmação das teorias não implica em progresso algum, visto que os casos particulares de uma proposição universal não acrescentam conhecimento fundamentalmente novo, mas apenas desdobra a proposição universal em suas instanciações particulares. Em sentido lógico, trata-se da passagem $(\forall x)p(x) \rightarrow p(a)$.

Em contrapartida, quando um dado (empírico) falseia uma teoria vigente, a ciência prospera, avança, progride. Este avanço, entretanto, não decorre da simples refutação da teoria científica, mas da necessidade que tal refutação implica de se encontrar uma teoria alternativa que responda às perguntas que agora estão sem resposta.

Nesse sentido, o critério metodológico de ação frente às teorias científicas é o de tentar falseá-las, em detrimento à busca por sua verificação – este é, basicamente, o fundamento da crítica popperiana ao critério indutivo de verificação. Nesse sentido, POPPER (1975) defende que uma teoria será tão mais valiosa quanto mais for falseável e, mesmo assim, continuar a superar as sucessivas tentativas de refutá-la.

Argumentos de CHALMERS (1993, p. 64) endossam esse argumento, tendo em vista seu posicionamento quanto à qualificação do conhecimento científico:

A ciência progride por tentativa e erro, por conjecturas e refutações. Apenas as teorias mais adaptadas sobrevivem. Embora nunca se possa dizer legitimamente de uma teoria que ela é verdadeira, pode-se confiantemente dizer que ela é a melhor disponível, que é melhor do que qualquer coisa que veio antes.

Com isso, reitera-se a interação, de acordo com a epistemologia popperiana, entre os elementos capazes de demarcar um conhecimento como científico e o modo pelo qual este conhecimento é capaz de progredir, sob a conjuntura de uma teoria, uma vez que o permanente exame crítico-reflexivo desses elementos é que poderão refutá-la. E, em algum tempo, o farão.

A questão, entretanto, é se, ao caracterizar um campo do conhecimento desta maneira, não se deixa de fora do critério de cientificidade áreas inteiras concebidas como científicas, mesmo em caráter intuitivo, pelos próprios especialistas. Assim, por exemplo, pode-se citar a Teoria de Cordas, um campo nada afeito, até o momento, para processos de refutação estritos. Também é um questionamento possível ao critério o fato de as teorias físicas, por exemplo, estarem se tornando cada vez mais abstratas, tornando a sua refutação muito mais complexa. Outro exemplo é a cosmologia, que não permite, em geral, acessos experimentais, mas apenas empíricos, tornando uma refutação extremamente difícil.

2.2 Demarcação e progresso científicos em Kuhn

Para se tratar da epistemologia de Thomas Kuhn, é necessário apresentar, mesmo que panoramicamente, seus conceitos principais, os quais constituem a base de sua abordagem. Dentre eles, pode-se citar: *paradigmas, ciência normal, revolução científica e incomensurabilidade*. Dessa forma, esta seção aborda, de modo sucinto e possivelmente superficial, argumentos kuhnianos capazes de sustentar sua postura frente ao critério de demarcação e ao progresso, em contextos científicos.

Os *paradigmas* são conhecimentos científicos, plenamente aceitos por uma comunidade, que fornecem problemas e soluções relativos a um campo de investigação. São eles regras, normas e métodos que são utilizados para qualificar e demarcar o que de fato trata-se de um resultado e/ou produto caracterizável como científico. Paradigmas são mutáveis ao longo do tempo; eles serão capazes de propiciar soluções para problemas com os quais os paradigmas anteriores não conseguiram lidar satisfatoriamente. Entretanto, a mudança de paradigmas traz também novos problemas que a nova abordagem não necessariamente irá tratar de forma eficaz. Entretanto, não se pode demonstrar a superioridade de um paradigma sobre

outro. Notoriamente, isso se verifica quando buscam descrever um mesmo fenômeno. Assim, o objetivo de argumentos e discussões entre partidários de paradigmas combatentes é mais a persuasão do que a logicidade (KUHN, 2001).

Entretanto, paradigmas só são abandonados quando novos paradigmas passam a ser reconhecidos e utilizados no âmbito de uma ciência normal. Essa característica aponta para uma perspectiva relacionada à Sociologia das Ciências (CHALMERS, 1993), uma vez que suscita a pergunta pelos critérios de adesão de uma comunidade científica a determinado conjunto de novos paradigmas, raramente puramente objetivos.

Portanto, é nessa adesão a um único paradigma, isto é, a um único “[...] objeto de investigação, tipo de problemas que colocar e resolver, a própria essência dos processos de investigação, as estratégias, as técnicas e os instrumentos que se consideram mais adequados” (SACRISTÁN; GÓMES, 1998, p. 100) que se pode caracterizar algo como sendo ou não científico.

Assim, a dita *ciência normal* tem como alicerce os feitos científicos passados que são conhecidos e aceitos por sua comunidade. Nela, os cientistas seguem um paradigma que oferece tanto os problemas (de forma bem definida), quanto as metodologias que deverão ser seguidas para se encontrar sua solução. Em um período de ciência normal se busca aumentar o paralelismo entre os fatos conhecidos e o que o paradigma defende, fazendo com que ambos estejam cada vez mais associados, não com intuito de criar teorias, mas de confirmar cada vez mais a relevância do paradigma vigente (MOREIRA; MASSONI, 2011).

Os paradigmas, por sua natureza mutável e evolutiva, por regra encontrarão problemas para os quais se mostrarão pouco adequados; com isso, a confiança neles por parte da comunidade científica começará a ficar abalada, o que o fará entrar *em crise*. Segundo KUHN (2001), citado por MOREIRA; MASSONI (2011, p. 32), as crises podem processar-se de três modos distintos:

1o. algumas vezes, a ciência normal acaba revelando-se capaz de tratar a anomalia que provoca a crise; 2o. em outras, a anomalia resiste até mesmo a novas abordagens aparentemente radicais, permanecendo sem solução e posta de lado para ser resolvida por uma futura geração que disponha de instrumentos mais elaborados; 3o. a crise pode terminar com a emergência de um novo candidato a paradigma e com subsequente batalha por aceitação.

A terceira configuração mostra-se como a mais expressiva, pois se relaciona diretamente ao progresso da ciência, a partir do momento que permite a elaboração de (e posterior adesão a) um paradigma totalmente novo e irreduzível ao seu antecessor, bem como incapaz de reduzi-lo, isto é, incomensurável àquele. Nesse ínterim, o conceito kuhniano de *incomensurabilidade* se relaciona às distintas formas e abordagens que cada paradigma apresenta. Não há método de comparação ou de qualificação entre paradigmas como mais ou menos desenvolvidos; cada qual reflete a forma particular pela qual uma comunidade científica percebe o mundo e os problemas nele existentes.

A *revolução científica*, portanto, mostra-se como premente à concepção kuhniana na qual a ciência não se desencadeia em uma progressão, em uma evolução, mas em uma revolução. Esta, trata-se do momento no qual o paradigma existente falha em solucionar dado problema científico, perde apoio e aceitação da comunidade e um novo paradigma que soluciona tal problema emerge. MOREIRA; MASSONI (2011) tratam esse momento de “confusão” entre o antigo e novo paradigma como *pré-ciência*, onde se pode identificar outro cenário à caracterização da ciência e da *não-ciência*.

E, assim, no momento em que uma comunidade científica considera não mais haver possibilidades de continuidade para o paradigma vigente, se estabelece uma revolução científica, isto é, uma mudança descontínua de paradigmas, a qual dá início a novo período de ciência normal, sob a tutela desse recém-adquirido campo teórico-metodológico, capaz de oferecer perguntas e respostas necessárias à sistematização científica. Isso será mantido até o surgimento de uma nova crise, e então esse ciclo será reiniciado, em uma perspectiva de continuidade temporalmente indefinida, demarcando um conhecimento, caracterizado por Kuhn, como eminentemente científico (FERREIRA; SILVA; VERDEAUX, 2018).

2.3 Demarcação e progresso científicos em Lakatos

Nesta seção, realizamos uma síntese dos conceitos basilares da metodologia dos *programas de pesquisa* científica lakatosianos. Imre Lakatos é fortemente influenciado pelas ideias de Popper, mas isso não significa que ambas as epistemologias são equipolentes. Pelo contrário, Lakatos encara as principais teorias de Popper de forma crítica, defendendo a análise fundamentada como algo inerente a um autêntico programa de pesquisa, conceito basilar de sua epistemologia.

Em relação ao falseacionismo que Popper utiliza como critério de demarcação entre a ciência e a não-ciência, Lakatos o divide em duas variantes: *falseacionismo dogmático* e *falseacionismo metodológico*. O primeiro dos conceitos outorga que todas as teorias podem ser falhas, mas são suportadas por empirismo indefectível; o segundo, que não concebe uma base empírica infalível, mas uma estrutura ao conhecimento técnico, que até então o torna aceitável, embora dependente do avanço científico-metodológico (LAKATOS, 1982).

O falseacionismo metodológico, por abarcar o *falibilismo* (não há uma base empírica infalível) configura-se, para Lakatos, como um critério de demarcação entre a ciência e a não-ciência muito mais flexível do que aquele proposto por Popper, uma vez que possibilita maior número de teorias serem qualificadas como científicas. Assim, considere o último parágrafo da seção anterior, quando mencionamos a questão da Teoria das Cordas e da Cosmologia.

Nessa vertente, “a decisão sobre refutação ou aceitação (provisória) de teorias não pode estar baseada somente em dados empíricos, mas, sim, em alguns casos, em um acordo” (MOREIRA; MASSONI, 2011, p. 43). Lakatos ainda subdivide o falsacionismo metodológico em dois grupos: *falseacionismo metodológico ingênuo*, em que qualifica qualquer teoria como científica se ela puder ser experimentalmente falseada; e *falsacionismo metodológico sofisticado*, em que uma teoria só é qualificada como científica se for fortemente baseada em um grande volume de conhecimento empírico.

Especificamente com relação ao seu critério de demarcação, defende que

[...] são científicas aquelas teorias que proibem certos acontecimentos observáveis e que especificam de antemão um experimento tal que se o resultado a contradiz ela deve ser abandonada; ou, em outras palavras, o critério é o de que uma teoria é “científica” (“ou aceitável”) se tem uma base empírica (MOREIRA; MASSONI, 2011, p. 44).

Desse modo, deve-se reconhecer que são aceitas como científicas teorias que possuem uma base empírica (ou a virtualidade desta), ainda que reconhecidamente falível, sendo, portanto, necessário

extremo rigor teórico-metodológico na construção desse arcabouço demarcatório¹

Lakatos tem como cerne da sua epistemologia as metodologias dos programas de pesquisa científica, sendo esse conceito haurido de sua concepção do falseacionismo sofisticado. Desta concepção, ele percebeu que aquilo que se deve avaliar para qualificar uma teoria como científica ou não-científica não é a teoria em si, mas a metodologia empregada até sua caracterização, uma vez que, caso essa metodologia seja altamente difundida e seguida por uma comunidade científica, sua teoria decorrente terá seguido um protocolo lógico e experimental fundamentado pelos dados mais recentes sobre aquele tema e, por isso, será aceitável. Desse modo, Lakatos infere que a partir dessas regras é possível distinguir duas linhas de pesquisa: *heurística negativa* e *heurística positiva* (LAKATOS, 1982).

Na heurística negativa, existem postulados fundamentais que devem ser resguardados de toda e qualquer refutação, mesmo que para isso seja necessário a alteração por completo das hipóteses que auxiliam e trazem veracidade a esses postulados; o cerne da metodologia é intocável, e todo excedente se adequa para torná-lo “correto” e irrefutável.

A heurística positiva é mais ajustável, ela norteia o foco da pesquisa dentro do programa, e não se estagna por refutações em seu núcleo (CHALMERS, 1993).

Em pontos de contato para com as propostas de Kuhn, pode-se caracterizar indícios da concepção de Lakatos em resposta à questão do progresso científico. Ele defende que a diversidade entre paradigmas integra a História da Ciência. Em sua linguagem, a competição entre programas de pesquisa é uma constante e representa uma importante fonte de renovação, evolução e de novas descobertas; onde um programa falha, outro pode obter sucesso, e assim os programas vão se substituindo, sempre sendo trocados por aqueles que são mais abrangentes ou efetivos (SILVEIRA, 1996).

Sob uma abordagem didática, Lakatos foi fortemente influenciado por Popper, mas essa influencia não foi acrítica, pois ele enxerga o falseacionismo popperiano como muito simplista e pouco abrangente. Em contraponto, defende que a evolução da racionalidade é lenta e realizável a partir da reconstrução de teorias e postulados, em que a competição entre antigos e novos programas de pesquisa é fundamental para o progresso da ciência, uma vez que, superado um programa, ele será substituído por outro, adequado e avançado que seu predecessor.

2.4 Demarcação e progresso científicos em Laudan

Nesta seção, apresenta-se uma breve introdução à epistemologia de Laudan, com a consideração de seus aspectos básicos, particularmente tendo-se como pretensão encontrar nela respostas às questões sobre a demarcação entre ciência e não-ciência e a forma pela qual o conhecimento científico progride, se é que o faz.

Larry Laudan tem seu modelo epistemológico baseado na *resolução de problemas*; ele defende que o progresso da ciência ocorre por meio do exercício processual de resolver problemas. De acordo com MOREIRA; MASSONI (2011, p. 53-54), essa progressão se dá por meio de “rasgos persistentes” do progresso científico, sendo mais relevantes aqueles em que

¹Um complicador óbvio é o fato de que uma teoria científica pode demorar décadas para terem suas proposições acessíveis por experimento, como é o caso das ondas gravitacionais, previstas por Einstein em 1916, no bojo da Teoria da Relatividade, e verificadas experimentalmente apenas em 2015.

[...] a troca de teorias científicas é não cumulativa; teorias não são rejeitadas simplesmente porque apresentam anomalias; teorias não são aceitas simplesmente porque são confirmadas empiricamente; a mudança de teorias e as controvérsias sobre elas são resolvidas mais em bases conceituais do que empíricas; há um aspecto de níveis de generalidade das teorias que vai de leis até marcos conceituais abrangentes; dadas as notáveis dificuldades semânticas e epistêmicas do conceito “verdade aproximada” é implausível caracterizar o progresso científico como evolução rumo a uma maior verossimilidade; a coexistência de teorias rivais é a regra, não a exceção, de modo que sua avaliação é, primordialmente, uma atividade comparativa.

Com base nessas propriedades, fica explícito que a epistemologia de Laudan é altamente fundamentada no processo, na ação de se resolver problemas, em que a ciência progride a partir do surgimento de novas e mais eficazes teorias, que são capazes de solucionar um maior número de problemas em relação à sua antecessora.

Para LAUDAN (1986), não há um consenso manifesto sobre o que pode ou não ser caracterizado como um problema, bem como aquilo que poderia se definir por solução de problemas. Para facilitar essa leitura, ele categoriza os problemas em *empíricos* e *conceituais*. Um problema empírico começa de uma forma simples. Laudan utiliza o conceito de “tradições de pesquisa” como forma de compreender a natureza e o progresso dessas explicações, em que uma autêntica tradição de se fazer pesquisa vai além das teorias de curta duração, pois proporciona um conjunto de diretrizes para o desenvolvimento de teorias específicas (PESA; OSTERMANN, 2002).

Os problemas empíricos são aqueles primordiais encontrados por uma determinada ciência; representam as primeiras indagações de um grupo de cientistas que busca responder a determinada questão, bem como as respostas emergentes que darão origem às teorias. Os problemas conceituais tratar-se-iam assim das teorias que abrigam algum problema, e que não conseguem realizar todas suas incumbências; problemas conceituais são característicos das teorias. Segundo Laudan, citado por MOREIRA; MASSONI (2011, p. 60), podem surgir de dois modos:

[...] quando a teoria mostra certas inconsistências internas, ou quando suas categorias básicas de análise são vagas e estão pouco claras; estes são problemas conceituais internos; quando a teoria está em conflito com outra teoria ou doutrina cujos partidários acreditam que está racionalmente bem fundamentada; estes são problemas conceituais externos.

Entende-se, com isso, que Laudan possui uma visão sobremaneira objetiva em relação aos demais epistemólogos das ciências. Nesse sentido, por exemplo, vem sua crítica forte a Popper, quando aquele defende que uma teoria apenas aproxima-se da realidade, bem como uma crítica a Kuhn, quando aquele menciona que o acúmulo de um elevado número de anomalias faz com que o cientista abandone uma teoria (paradigma).

Laudan, por sua vez, julga mais coerente abordar o nível de ameaça epistemológica do que as inevitáveis inconsistências que possam apresentar as teorias. Dessa forma, esse teórico diverge de importantes filósofos da ciência (Kuhn, Popper, Lakatos, dentre outros) em aspectos básicos de sua epistemologia; seu modelo conceitual-proposicional é pautado no pragmatismo, na racionalidade, em que

o progresso científico está embasado na resolução de problemas.

Com relação à singularidade laudasiana de um critério de demarcação capaz de distinguir o conhecimento científico de outros modos de indagação, verifica-se sua *inexistência*. Não se encontra em sua epistemologia essa preocupação. O que se busca são teorias progressivas em resolver problemas, sem juízos de valor, com alta eficácia nessa função, com distinções entre elas de grau, não de natureza. Trata-se da diferença descritiva e normativa de ciência, Laudan sendo um representante da primeira, enquanto Popper e Lakatos são representantes da última.

3 METODOLOGIA

Para atingir o objetivo de conhecer perspectivas de alunos da educação básica, do ensino técnico e do ensino superior sobre epistemologias científicas, foi aplicado um questionário a alunos da Educação Básica, ingressantes no primeiro ano do Ensino Médio, ingressantes em um curso profissionalizante em Técnico em Química e também ingressantes em um curso licenciatura em Ciências Exatas. Foram obtidas 68 respostas ao questionário, sendo 24 do nível superior, 22 do nível médio técnico, e 22 do ensino médio regular. O questionário foi aplicado no primeiro semestre de 2017, na primeira semana de aulas. Todos os alunos são de instituições públicas situadas no estado do Rio Grande do Sul.

As questões formuladas (apresentadas na forma de enunciados, como se poderá ver nos títulos dos gráficos apresentados na seção seguinte) foram direcionadas ao entendimento (em níveis de concordância/discordância) sobre aportes teóricos dos epistemólogos eleitos e discutidos neste trabalho e visam mapear, com as limitações da escola e da natureza da própria forma de interrogação, algumas evidências sobre a percepção dos alunos, nos seus respectivos níveis, sobre as concepções de demarcação e progresso científicos.

As respostas foram dadas em uma escala do tipo Likert, com escala variando de 0 a 4 para cada afirmação: 0 = não concordo; 1 = concordo com ressalvas; 2 = concordo parcialmente; 3 = concordo; e 4 = concordo plenamente. A tabulação deu-se com os seguintes pesos: -1 = não concordo; +1 = concordo com ressalvas; +2 = concordo parcialmente; +3 = concordo; e +4 = concordo plenamente.

Os resultados são apresentados e discutidos a seguir

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Com relação à perspectiva de demarcação entre o que é ciência e o que efetivamente não é.

- (Questão A.a) O que melhor classifica uma teoria como científica é sua capacidade de ser testada e de ser descartada; portanto, uma teoria é científica quando pode ser declarada falsa.

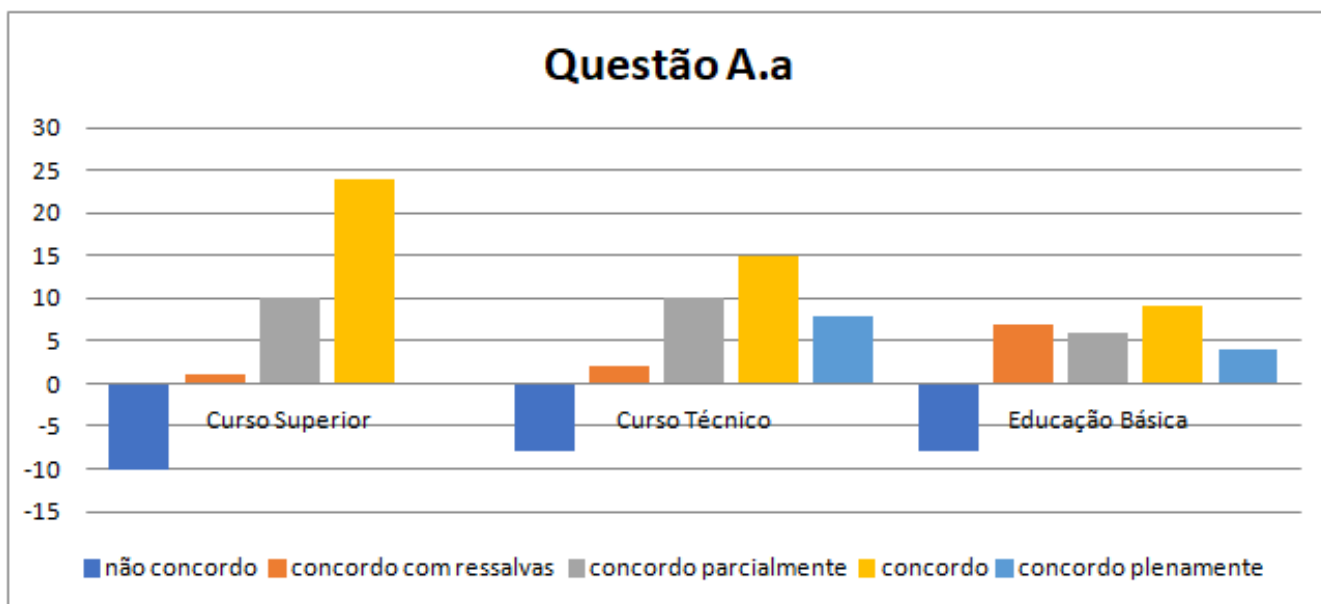


Figura 1: Respostas à questão A.a (Fonte: os autores).

- (Questão A.b) O que caracteriza uma teoria como científica é a existência de um único paradigma dominante, ou seja, de uma única forma de descrição do mundo, do qual regras e procedimentos são derivados.

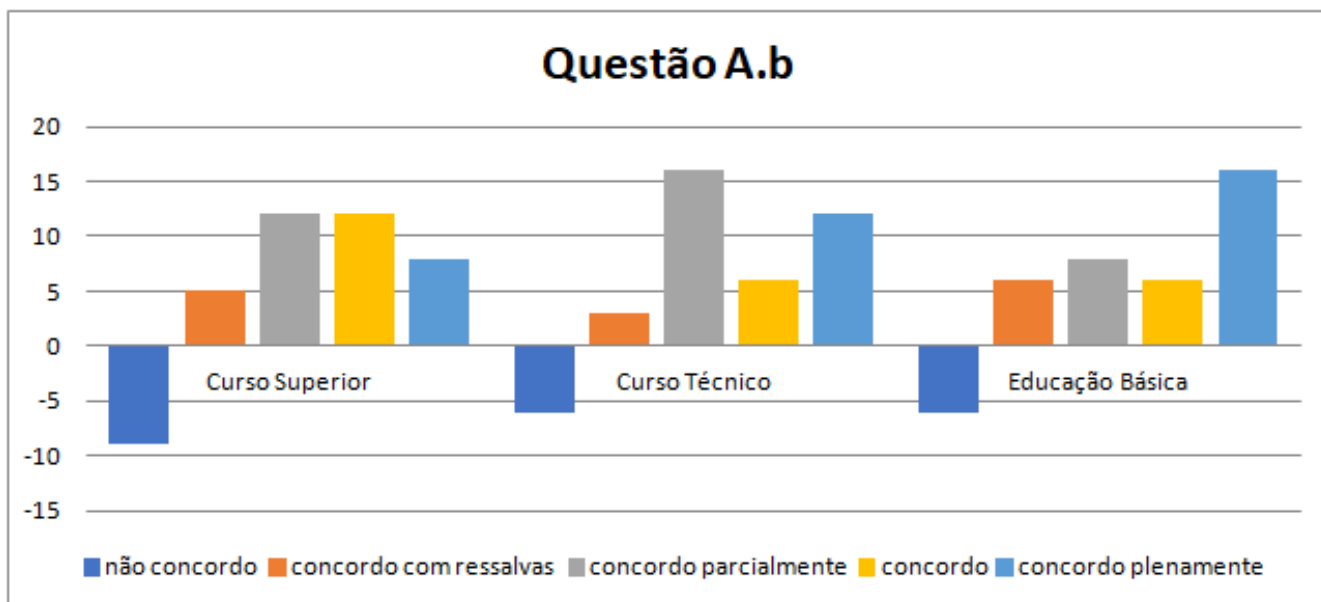


Figura 2: Respostas à questão A.b (Fonte: os autores).

- (Questão A.c) Uma teoria é considerada científica quando possui uma base empírica, isto é, quando proíbe certos acontecimentos experimentais, os quais são capazes de tornar essa teoria descartável.

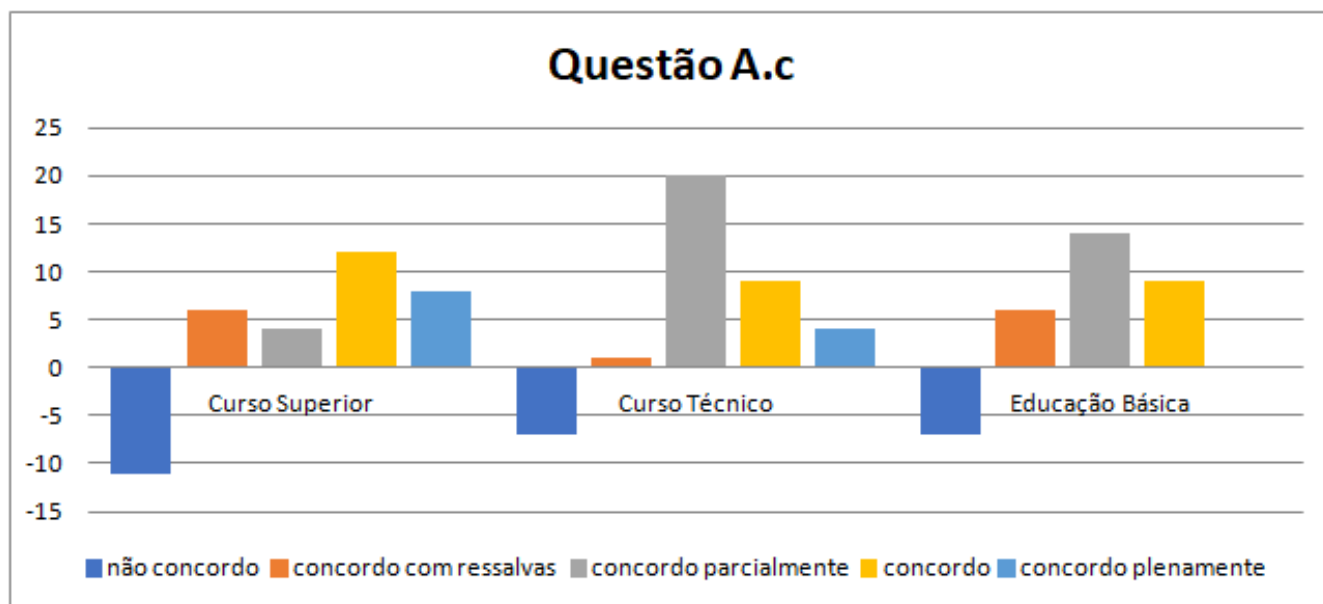


Figura 3: Respostas à questão A.c (Fonte: os autores).

- (Questão A.d) Não se pode definir um conhecimento como científico ou não científico, mas apenas considerar a existência de teorias com graus diferenciados em resolver problemas.

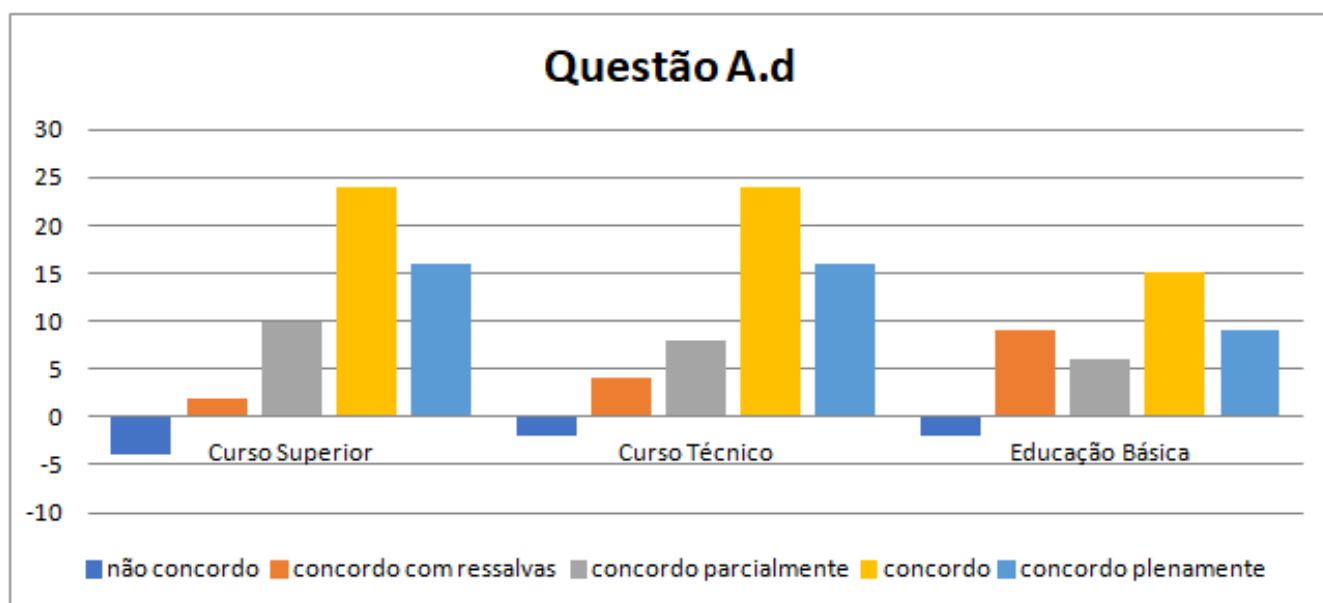


Figura 4: Respostas à questão A.d (Fonte: os autores).

4.2 Com relação à(s) forma(s) pela(s) qual(is) o conhecimento científico progride.

- (Questão B.a) A ciência evolui a partir de um exame crítico de suas teorias, as quais necessariamente precisam ser falseáveis, isto é, serão em algum momento consideradas falsas.

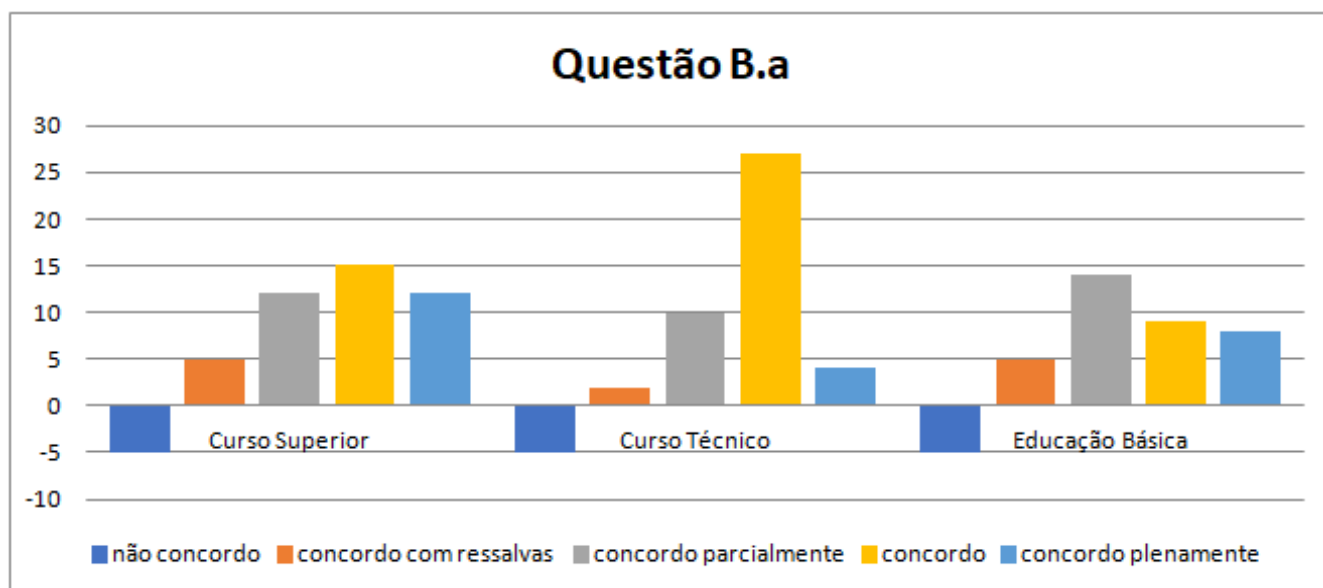


Figura 5: Respostas à questão B.a (Fonte: os autores).

- (Questão B.b) A partir da mudança revolucionária entre um paradigma (forma de compreensão do mundo e de se fazer ciência) e outro, o conhecimento científico pode progredir.

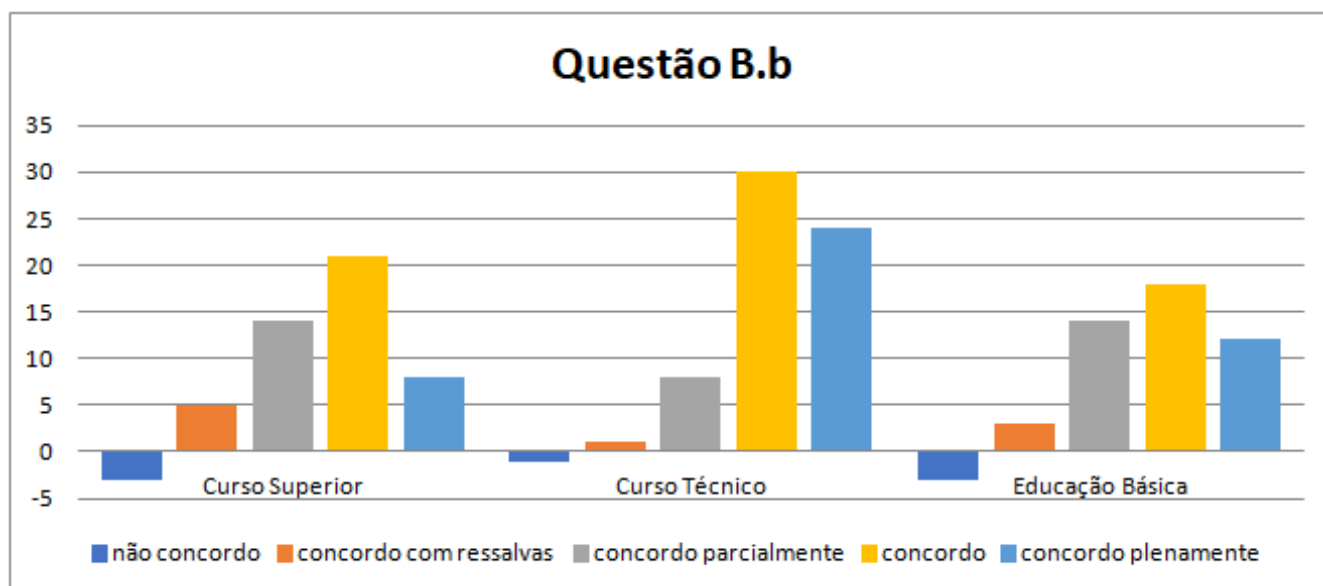


Figura 6: Respostas à questão B.b (Fonte: os autores).

- (Questão B.c) O que capacita a ciência a progredir é a coexistência e a competição entre diferentes formas de se fazer ciência, ou seja, diferentes programas de investigação ou de pesquisa que existem ao mesmo tempo.

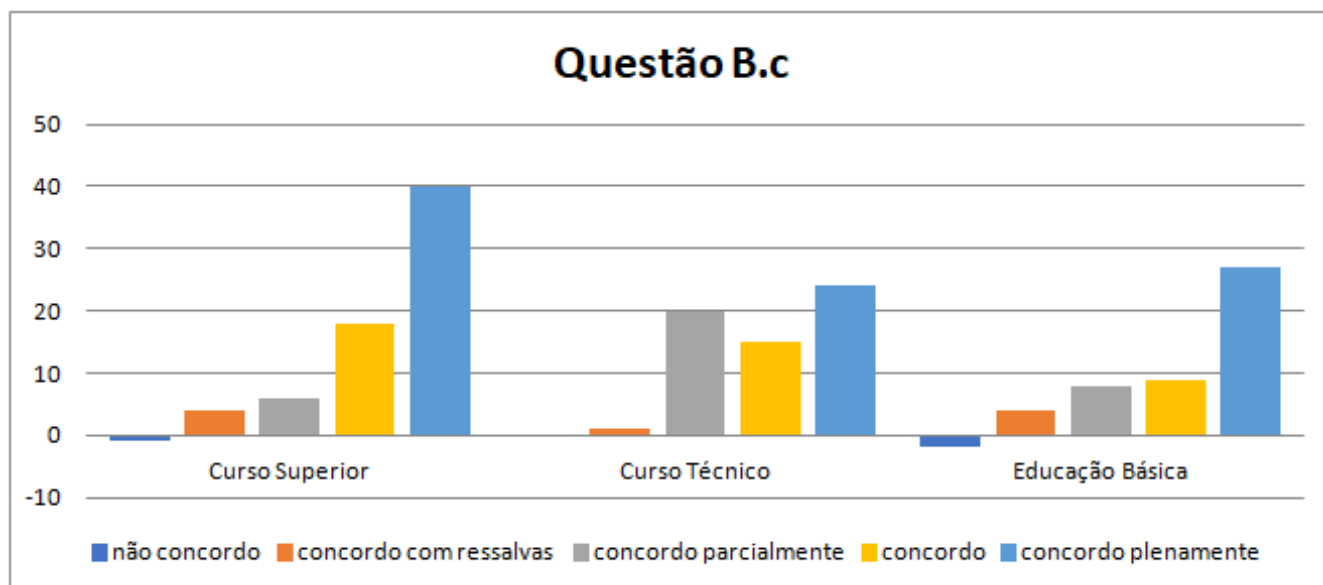


Figura 7: Respostas à questão B.c (Fonte: os autores).

- (Questão B.d) O conhecimento científico progride em função da capacidade de suas teorias em resolver problemas, empíricos e conceituais.

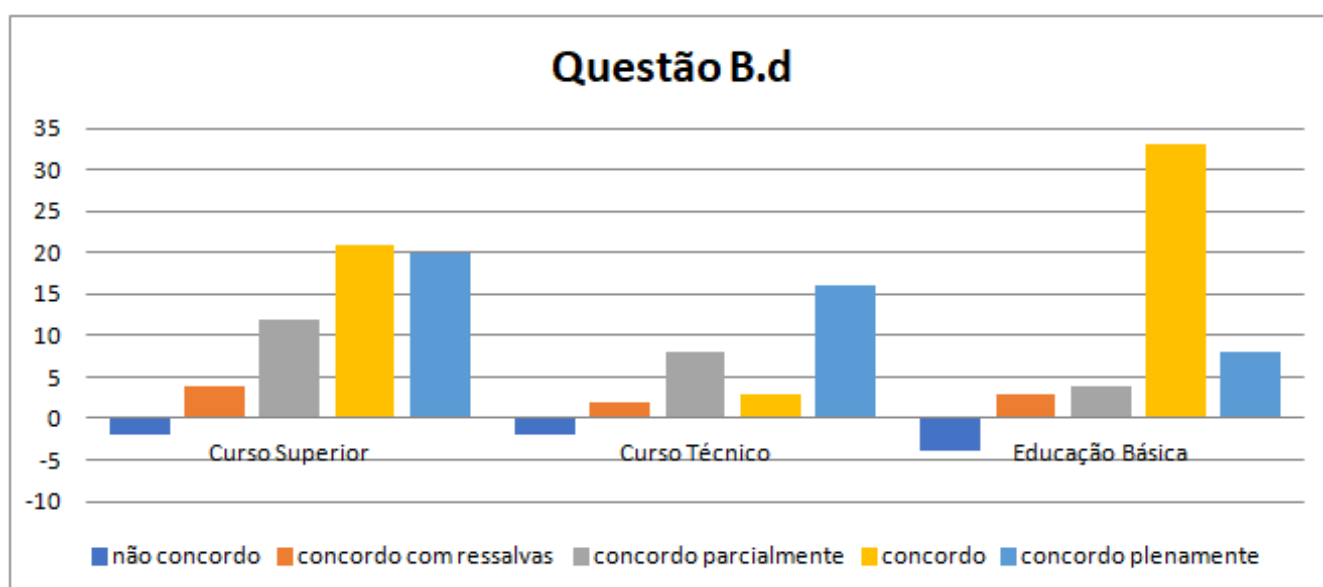


Figura 8: Respostas à questão B.d (Fonte: os autores).

De partida, é importante destacar que esses resultados são, pelo desenho e recorte metodológicos, representativos de visão restrita (um conjunto de 68 alunos, sendo 24 do nível superior, 22 do nível médio técnico, e 22 do ensino médio regular), não necessariamente extensíveis a populações distintas e maiores (por exemplo, alunos do sistema privado de ensino, de áreas distinta à das ciências naturais e em outros períodos dos respectivos cursos) e localizada, uma vez que foi aplicada em um único Estado da federação.

De qualquer maneira, se interpretados à luz de sua natureza e limitações, eles podem auxiliar pesquisadores e professores interessados em analisar a visão epistemológica de alunos de ciências, buscando a ampliação do escopo e da amostra investigativos, bem como associações complementares. Estes resultados, portanto, servem mais à reflexão do que ao estabelecimento de padrões ou de correlações ainda não adequadamente investigadas.

Desse conjunto de dados, dá-se destaque ao fato de que os alunos ingressantes em curso superior na área de ciências exatas consideram em maior nível, embora não de forma plena (ou sem ressalvas), a validade da ciência a partir de sua falseabilidade. Nesse aspecto, os três níveis de ensino (superior, médio e técnico) aproximam-se da visão popperiana, de forma mais enfática no ensino superior.

Os alunos ingressantes em curso superior na área de ciências exatas da amostra mostraram-se, em comparação àqueles dos níveis médio e técnico, mais céticos em relação à existência de um paradigma dominante na perspectiva da demarcação científica. Isso talvez possa ser explicado pelo fato de esses alunos terem tido, ao longo do ensino médio, contato com diferentes ciências naturais (Física, Química e Biologia) e com diversas perspectivas de verdade (ou paradigmas) enfrentados por essas ciências, em diversos níveis. Por exemplo, visões coexistentes entre mecânica clássica e relatividade; entre modelos atômicos e formas de constituição da matéria clássicos e contemporâneos; e entre criacionismo e evolucionismo. Isso para ficar nos exemplos mais triviais.

Com relação à perspectiva lakatosiana das bases empíricas, observou-se que os alunos ingressantes em curso de ciências em nível técnico, na amostra investigada, mostraram-se em maior nível concordantes (ainda que parcialmente) com a relação intrínseca entre verdade científica e seu correspondente empírico. Essa superioridade se mantém nos outros níveis de ensino, embora de forma menos enfática. Uma possível explicação pode residir no fato de que alunos que buscam a formação técnica, em geral, possuem experiências anteriores favoráveis à visão empírica da ciência, muitas vezes associada à boa relação com a experimentação nas etapas escolares anteriores. Além disso, a própria expectativa com um curso técnico parece ser a de associar teoria e prática o que, no senso comum, pode corresponder à relação entre teoria e empiria.

Nos três níveis de ensino investigados, houve alto grau de concordância com a decorrência da visão científica eminentemente *problemática* de Laudan, qual seja, de que não se poderia distinguir entre conhecimento científico e não científico. Este resultado não parece trazer surpresa num contexto de senso comum que não distingue sistematicamente o científico do não científico em grande parte das questões humanas. Por exemplo, medicina/religião e esoterismo/psicologia são instâncias da vida humana frequentemente tomadas por uma mesma base de compreensão, com correlações das mais variadas. Esse aspecto dificulta, no âmbito do ensino de ciências, e particularmente de física, a construção de modelos mais concretos de análise de hipóteses científicas e não científicas, do que decorrem muitas incompreensões e malversações de achados das ciências (para ficar num exemplo simples – e polêmico – poderíamos citar a astrologia).

Da mesma maneira, houve alto grau de concordância, nos três níveis de ensino, sobre o fato de que a ciência evolui e que pode ser falseada. Esse dado pode ser a correspondência (ou indicativo) da forma como a ciência e a evolução científica são ensinadas nos níveis escolares mais básicos, muitas vezes a partir da perspectiva de *superação paradigmática* e de que progresso por negação ou correção da perspectiva anterior (poucas são as oportunidades no ensino de ciências no nível básico, como é o caso de temas como o efeito fotoelétrico, a dualidade onda-matéria ou mesmo o princípio de incerteza de Heisenberg, para ficar nos exemplos da física, em que se pode objetivamente tentar desnaturalizar essa visão).

Outra concordância ampla foi na sondagem sobre o progresso da ciência a partir da ruptura de paradigmas. Essa visão kuhniana é bastante forte – e mesmo predominante – na visão geral sobre ciência. Ela deriva, em grande parte, da forma como a ciência é ensinada nas escolas e divulgada pelos meios de comunicação, sempre destacando apoteoses, erros que culminaram em avanços e mártires de uma perspectiva eurocêntrica. É disso também que decorre a perspectiva lakatosiana de que a pesquisa se sucede pela progressão. Essa ideia da competição e de vencedores e vencidos associa-se de forma orgânica à ideia de ruptura paradigmática e está presente na visão sobre ciências dos alunos da amostra investigada.

Por fim, parece haver também uma concordância ampla, que se reduz no ensino médio, sobre o pragmatismo da ciência, o que se aproxima da ideia de processualidade na resolução de problemas, proposta por Laudan. Não traz surpresas o fato de que os alunos, particularmente os ingressantes nos ensinos médio, técnico e superior, nesse quesito arrastam a visão de senso comum sobre a ciência como panaceia. A ideia de que a ciência tem um valor pela tecnologia ou pelo serviço que produz, ou mesmo pelo efeito em questões concretas, é amplamente difundida e valorizada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Reiterando a fragilidade dos dados extraídos nesta pesquisa, não por sua natureza ou constituição, mas, sobretudo, pelas limitações da amostra, é importante dizer que eles são extremamente úteis ao objetivo de refletir sobre as visões científicas de alunos de ciências em três diferentes níveis escolares – superior, técnico e médio.

Os principais achados sugerem que os alunos, ao responderem questões sobre epistemologias científicas, acabam por reproduzir aspectos que estão no pensamento dos principais epistemólogos científicos do Século XX.

De Popper, eles parecem crer na validade de uma teoria a partir da possibilidade de falseá-la, contradizê-la. De Kuhn, permanece forte a ideia de existência de um único paradigma por período científico, bem como a ideia de sucessão por ruptura, por negação do anterior. De Lakatos, os alunos demonstraram concordância com a ideia de que a ciência se demarca por suas bases empíricas e que pela competição os programas (ou processos) de pesquisa científica progridem. Por fim, os alunos anuem a visão de Laudan sobre o pragmatismo científico, particularmente na perspectiva de resolução de problemas.

Esses achados, embora não definitivos nem conclusivos, podem ser importantes e relevantes, no ensino de ciências, para a reflexão acerca do que os alunos vislumbram ao discutir ciência, bem como para a parametrização das formas de abordagem, escolhas de materiais de ensino, bem como para a organização de indicadores de avaliação compatíveis a uma visão mais ampla, agregadora e não-determinista da ciência

e do fazer científico.

Referências

- CHALMERS, A. F. *O Que é Essa Coisa Chamada Ciência, Afinal?* São Paulo: Ed. Brasiliense, 1993.
- FERREIRA, M.; SILVA, A. L. S.; VERDEAUX, M. F. S. Progresso e não determinismo científicos, a partir de conceitos-chave da epistemologia de thomas kuhn. *Conjectura: Filosofia e Educação*, v. 23, n. 2, p. 244–266, 2018.
- KUHN, T. A. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Editora Perspectiva, 2001.
- LAKATOS, I. *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza Universidad, 1982.
- LAUDAN, L. *El progreso y sus problemas. Hacia una teoría del crecimiento científico*. Madrid: Encuentro Ediciones, 1986.
- MAGEE, B. *As ideias de Popper*. São Paulo: Editora Cultrix, 1974.
- MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T. *Epistemologias do século XX*. São Paulo: Editora E.P.U, 2011.
- PESA, M. A.; OSTERMANN, F. La ciência como actividad de resolución de problemas: la epistemologia de larry laudan y algunos aportos para las investigaciones educativa en ciências. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 19, n. 2002, p. 84–99, 2002.
- POPPER, K. *Lógica da investigação científica*. São Paulo: Abril Cultural, 1975.
- SACRISTÁN, J. G.; GÓMES, A. I. P. *Compreender e transformar o ensino*. 4a. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- SILVEIRA, F. L. A metodologia dos programas de pesquisa: a epistemologia de imre lakatos. *Cad. Cat. Ens. Fis.*, v. 13, n. 3, p. 219–230, 1996.