

Instituto Federal Sul-rio-grandense
Campus Pelotas – Visconde da Graça
Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação
Epistemologia e Ensino de Ciências

Síntese geral dos enfoques epistemológicos para o ensino e a pesquisa no ensino de ciências.

Epistemólogo	Visão de Ciência	Conceitos Relevantes	Algumas ideias centrais	Contribuições	
				Ensino	Pesquisa
KARL POPPER (1902-1994)	Racionalismo crítico.	Critério de Demarcação Testabilidade e Refutabilidade Ciência e Pseudociência Conjecturas e refutações Lógica falseacionista.	O critério de demarcação entre ciência e não ciência é a refutabilidade das teorias científicas. A Ciência progride graças à sucessão de conjecturas e refutações. As teorias científicas são conjecturais. Uma boa teoria científica é aquela que faz afirmações bem definidas e de amplo alcance, sendo sumamente falseável, resiste firmemente (é corroborada) quando submetida a provas observacionais e experimentais.	Teorias não devem ser ensinadas como descobertas de cientistas geniais, nem como definitivas, acabadas. Isso não existe. Teorias são construções do ser humano e devem ser testáveis. Aprender ciência é aprender a conjecturar, questionar, argumentar, ao invés de decorar fórmulas e “resolver” problemas de aplicação de fórmulas.	O conhecimento progride graças à sucessão de conjecturas e refutações, ou seja, controladas pelo espírito crítico (método crítico).
THOMAS KUHN (1922-1996)	Compromissos paradigmáticos. Relativismo (não há padrão mais alto que o assentimento da comunidade relevante – apesar de negar ser).	Paradigma; Ciência Normal; Ciência Extraordinária; Anomalias e crises; Revolução Científica; Anomalia.	Ciência Normal é aquela em que a pesquisa está orientada por um paradigma. Anomalias são problemas, enigmas, não resolvidos dentro do paradigma. O excesso de anomalias sérias e persistentes pode significar uma crise para o paradigma e levar a sua rejeição e substituição por outro. A mudança descontínua de um paradigma para outro é uma revolução científica. A ciência progride da seguinte maneira: ciência normal → crise → revolução científica → nova ciência normal → nova crise...	Educação científica, ou seja, o processo de aprendizado de uma nova teoria depende dos estudos das aplicações dessa na resolução de problemas. Contrariamente à mudança paradigmática descontínua (troca de um paradigma por outro) de Kuhn, a mudança conceitual no aluno não é uma substituição, ou troca, de significados alternativos por significados “corretos” em sua estrutura cognitiva. A mudança conceitual é progressiva, evolutiva, não substitutiva, não revolucionária.	A pesquisa e o estudo acerca do paradigma vigente é que preparam o futuro cientista, para ser membro da comunidade científica na qual atuará mais tarde.

<p>IMRE LAKATOS (1922-1974)</p>	<p>Criação não isolada que se organiza em programas de pesquisa científica.</p> <p>Racionalismo crítico.</p> <p>Deplora o relativismo</p>	<p>Programa de Pesquisa: núcleo firme, cinturão protetor, heurística positiva e negativa. Progresso científico.</p> <p>Critério universal para avaliação de teorias: a metodologia dos programas de pesquisa (o critério universal de racionalidade deve ser testado na História da Ciência – o critério da racionalidade tinha a intensão de orientar a escolha de teorias)</p>	<p>Teorias científicas devem ter indicações de o que fazer e o que não fazer, o que Lakatos denomina de programa de pesquisa. A forma pela qual a ciência avança é com a estruturação das teorias. Um programa de pesquisa deve sempre respeitar os pressupostos teóricos que desencadeiam a pesquisa, pressupostos básicos (núcleo comum). A heurística positiva mostra como desenvolver o cinturão protetor, a negativa restringe-se ao que não se deve fazer. Quando um pesquisador modificar o núcleo central acabará por se afastar do programa de pesquisa. Modificações ou adições ao cinturão protetor devem sempre ser comprovadas de forma independente. Um programa de pesquisa deve ser avaliado pela medida em que progride ou se degenera. Jamais se pode afirmar que um dado programa é melhor do que outro. É preciso oferecer chances ao programa de pesquisa quando este não está funcionando, e não o abandonar, conforme propusera Popper em relação às teorias.</p> <p>Um programa de pesquisa é melhor que um rival se for mais progressivo (coerência e predições)</p> <p>A ciência progride por meio da competição entre os programas de pesquisa</p>	<p>O conhecimento prévio determina a interpretação da realidade; A coexistência das teorias científicas estimula a discussão e a crítica; A observação e a interpretação são inseparáveis.</p>	<p>Sustentação do Programa de Pesquisa (teorias e métodos); avaliar o poder heurístico do programa, visando competição e superação.</p>
<p>LARRY LAUDAN (1945-....)</p>	<p>Essência da atividade de resolução de problemas. Racionalidade e progressividade</p>	<p>Resolução de Problemas; Tradição de Pesquisa; Problemas Empíricos; Problemas Conceituais.</p>	<p>Troca de teorias não-cumulativas. As teorias em ciências não são derrubadas simplesmente por apresentarem anomalias. As teorias não são aceitas simplesmente porque são confirmadas empiricamente. O progresso científico está baseado na resolução de problemas, tanto de natureza empírica quanto conceitual. A coexistência de teorias é a regra,</p>	<p>Valida a atividade de Resolução de Problemas para eliminar dificuldades empíricas e conceituais no ensino.</p>	<p>A racionalidade da pesquisa científica está na escolha de teorias mais progressistas em termos de resolução de problemas.</p>

			e não a exceção. É considerado normal várias teorias competirem. O progresso científico se dá somente se as novas teorias resolverem um maior número de problemas do que as suas antecessoras. Apresenta tradições de pesquisas, isto é, crenças emergentes que tem espaço para várias teorias. A ciência pode ser vista como resolução de problemas. A ciência progride quando as teorias adquirem uma comprovação empírica.		
GASTON BACHELARD (1884-1962)	Corpo total de verdades que cresce, por meio do diálogo ativo entre a razão e a experiência.	Espírito científico; Espectro epistemológico; Perfil e obstáculo epistemológico; Noções-obstáculo; Filosofia do não; Obstáculo pedagógico.	A filosofia da ciência é aberta, pluralista, e isso leva à existência de um espectro epistemológico. Leva também à existência de um perfil epistemológico das distintas conceitualizações de um indivíduo. Na formação do espírito científico é preciso dizer não à experiência primeira, ao substancialismo, ao animismo, ao choquismo, ao coisismo, ao imaginismo. Conhecimentos alternativos e “ismos” podem funcionar como obstáculos epistemológicos. Mas essa filosofia do não é uma atitude construtiva, não uma atitude de recusa, negação.	O conhecimento prévio do aluno deve ser sempre considerado no ensino de ciências, pois pode funcionar como obstáculo epistemológico, pode impedir a aprendizagem de conhecimentos científicos. Além disso, é preciso ter sempre em conta que o aluno está aprendendo, está conceitualizando, dentro de um perfil epistemológico.	O espírito científico requer a filosofia do não, busca permanente do conhecimento, processo a ser incorporado pela pesquisa científica; O problema a ser pesquisado deve ser colocado em termos de obstáculos epistemológicos.
STEPHEN TOULMIN (1922-...)	Empresa racional que integra características intelectuais e institucionais complementares dela mesma.	Conceitos; Populações conceituais Mudança conceitual; Ciência; Disciplinas científicas.	A chave da compreensão humana está nos conceitos. Em ciências há certos conceitos fundamentais que são constitutivos, estruturadores, daquelas em que estão sendo usados. Disciplinas são populações de conceitos em evolução, são entidades históricas em evolução, empresas racionais em desenvolvimento histórico. A mudança conceitual não é revolucionária (troca de paradigmas), mas sim evolutiva. Conteúdos declarativos procedimentais de uma ciência são transmitidos de uma geração para outra em um processo de encultramento. Conceitos têm três aspectos distintos: linguagem, representação e aplicação.	O ensino de ciências deve enfatizar muito mais a conceitualização, a aquisição de conceitos chave da matéria de ensino do que a memorização de fórmulas, equações, reações, “respostas corretas”. Conceitos terão retenção muito maior, talvez permanente, do que fórmulas e definições rapidamente esquecidas. Conceitos são muito mais importantes do que fórmulas. Conceitos científicos podem conviver com as concepções e construtos pessoais dos estudantes.	Concebe a pesquisa como fórum profissional de discussão; O pesquisador como promotor de enculturação dos conceitos de uma ciência; A mudança conceitual é evolutiva e crítica.

<p>PAUL FEYRABEND (1924-1994)</p>	<p>Um anarquismo metodológico.</p>	<p>Pluralismo libertário; Irracionalismo; Contraindução; tudo vale; Progresso científico.</p>	<p>De acordo com o seu pensamento, não existe um método científico universal a - histórico. Ele critica abertamente o método científico. A ciência é uma empresa anárquica. Rejeita a existência de regras universais, defende a violação dessas regras metodológicas. Defende um “tudo-vale”, ou seja, um radical pluralismo metodológico. Nenhuma teoria interessante pode ser consistente com todos os fatos. Mostrou que o progresso da ciência é desigual. Todas as teorias são falíveis por natureza.</p>	<p>Diversidade metodológica; O contexto histórico para a compreensão do desenvolvimento científico; Discussão de diferentes pontos de vista.</p>	<p>A importância da diversidade metodológica, filosófica e teórica para o progresso da ciência por meio de discussões críticas sobre as teorias.</p>
<p>MÁRIO BUNGE (1919...)</p>	<p>Enfoque racional do mundo.</p>	<p>Ciência fática, ciência formal, modelo conceitual (objeto modelo), modelo teórico.</p>	<p>A ciência formal demonstra ou prova, a ciência fática verifica hipóteses geralmente provisórias. A demonstração é completa e final, a verificação é incompleta e temporária. Método científico, como receita infalível, para chegar a respostas corretas a perguntas científicas, não existe. Não há regras infalíveis que garantam o descobrimento de novos fatos e geração de novas teorias. Toda teoria fática encerra aspectos idealizados de pedaços da realidade e estas idealizações chamam-se modelos, inicialmente conceituais (tipo caixa preta) e depois teóricos, formalizados, matematizados.</p>	<p>Modelos são fundamentais para na ciência. Tudo o que se ensina são está baseado em modelos, mas estes não são enfatizados ou, pior, são ignorados. Um grande erro no ensino de ciências. Ao invés de ficar decorando definições e fórmulas, o estudante deve ser ensinado a modelar, inclusive computacionalmente. A metodologia científica não deve ser tratada como “método científico”. O uso de modelos instrumentaliza o aluno a representar a realidade.</p>	<p>Propõe a modelização, a indução e dedução como formas válidas de aventar hipóteses científicas.</p>
<p>HUMBERTO MATURANA (1928...)</p>	<p>Atividade humana conectada com o cotidiano.</p>	<p>Observador; Realidade; Percepção; Emoções, Autopoiese; Explicação, Cognição; Distinção; Organização; Estrutura</p>	<p>A explicar sempre depende do observador. Vivemos todos na linguagem, a qual se fundamenta nas emoções, e estas são a base do fazer científico. Explica o conhecer a partir do conhecedor. Seu principal conceito é do da autopoiese, ou seja, um sistema que se autorregula (biologia do conhecer). A explicação sempre gera uma interpretação de nossa própria experiência. Uma explicação torna-se válida apenas pela existência de alguém que a aceite como tal. Todo ser vivo tem características de organização, onde a perda da organização é a morte. Não é o exterior quem determina a experiência, o</p>	<p>Ideia de aluno como um sistema dinâmico e o professor como perturbador do sistema satisfazendo as diferentes formas de explicar.</p>	<p>Oferece a Teoria da autopoiese para explicar o conhecer a partir da experiência do conhecedor/observador.</p>

			<p>sistema sempre funciona a partir de correlações interiores. A diferença do conhecimento científico é que o cientista que o produz deve ser cuidadoso para não permitir que as emoções intervenham no critério da validação das informações. A ciência possui critérios de validação para a explicação, mas essa explicação jamais é única.</p>		
<p>ERNST MAYR (1904-2005)</p>	<p>Como um processo em constante evolução.</p>	<p>Evolução; Seleção Natural; Complexidade dos Seres Vivos; Biopopulação; Causalidade Dual; Fisicalismo.</p>	<p>Não aceitaria em nenhuma circunstância o que via como a arrogância dos físicos (oposição ao fisicalismo). A física não poderia jamais assumir um status de paradigma da ciência. Critica a busca por verdades universais para a ciência. Não aceita o reducionismo, ou seja, a explicação do todo pelas partes, nas ciências, particularmente, na biologia. De acordo com Bunge, o todo assume um grau de completude que não o permite que seja compreendido por suas partes constituintes. Assim, o todo não seria apenas o somatório de suas partes, mas seria mais do que isso. A ciência jamais poderá ser associada a uma ou mais verdades absolutas; a ciência não é estática, mas essencialmente dinâmica. O dinamismo científico impera sobre qualquer tentativa de descrevê-la com simplicidade ou estagnação. Antes de tudo, o conhecimento científico é mutável e capaz de evoluir.</p>	<p>Ensino de Biologia, baseado no conhecimento da História dos Conceitos e ideias da biologia, permite análise dos impactos e das soluções propostas; compreensão das controvérsias passadas.</p>	<p>A Ciência Biológica organiza-se em estruturas conceituais flexíveis e com aplicação heurística. O desenvolvimento da Biologia ocorre por elaboração de novos conceitos e princípios.</p>

Fonte: Adaptado e ampliado a partir do Moreira e Massoni (2016)¹.

Racionalismo: critério único, atemporal e universal com referência ao qual se podem avaliar os méritos relativos a teorias rivais. Critério: seu caráter universal e não-histórico. As teorias que se conformam às exigências do critério universal são provavelmente verdadeiras. Acha a distinção entre ciência e pseudociência fácil de entender. Exemplo: (a) racionalista indutivista: conhecimento científico deriva indubitavelmente da observação; (b) falsificacionista: para ser um conhecimento científico tem que ser falsificável.

Relativismo: nega que haja um padrão de racionalidade universal não-histórico, em relação ao qual possa se julgar que uma teoria é melhor que outra. O objetivo da busca do conhecimento dependerá do que é importante ou daquilo que é valorizado pelo indivíduo ou comunidade em questão. A

¹ MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T. Noções básicas de Epistemologia e Teorias de Aprendizagem. São Paulo: Livraria da Física, 2016.

compreensão das escolhas feitas por um cientista específico requererá uma compreensão daquilo que o cientista valoriza e envolverá uma investigação psicológica, enquanto as escolhas feitas por uma comunidade dependerão daquilo que ela valoriza e uma compreensão dessas escolhas envolverá uma investigação sociológica. A concepção de ciência e pseudociência varia de acordo com a compreensão do cientista ou da comunidade. A distinção entre ciência e pseudociência torna-se mais arbitrária e menos importante do que para um racionalista.

Objetivismo: opõe-se de certa forma ao relativismo por remover os indivíduos e seus julgamentos de uma posição de primazia em relação a uma análise do conhecimento. Trata o conhecimento como algo exterior, expresso em conjecturas verbais ou lógicas, independente da crença do indivíduo acerca do status de qualquer teoria. Os pressupostos objetivistas corroboram na tentativa de caracterizar de modo completo o desenvolvimento da Ciência como uma prática social, considerando seu aspecto prático, que requer o envolvimento de um conjunto de técnicas para articular e testar as teorias das quais é formada.