UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA

EDNILSON LUIZ SILVA VAZ

Professores construindo uma proposta interdisciplinar no ensino de ciências a partir das indicações da teoria do pensamento complexo de Edgar Morin

Lorena
2015

EDNILSON LUIZ SILVA VAZ

Professores construindo uma proposta interdisciplinar no ensino de ciências a partir das indicações da teoria do pensamento complexo de Edgar Morin

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências do programa de Mestrado Profissional em Projetos Educacionais de Ciências

Orientador: Dr. Marco Aurélio Alvarenga Monteiro

Versão original

Lorena
2015

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Automatizado
da Escola de Engenharia de Lorena,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Vaz, Ednilson Luiz Silva
Professores construindo uma proposta interdisciplinar no ensino de ciências a partir das orientações da teoria do pensamento complexo de Edgar Morin / Ednilson Luiz Silva Vaz; orientador Marco Aurélio Alvarenga Monteiro - Versão Original. - Lorena, 2015.
71 p.

Dissertação (Mestrado em Ciências - Programa de Mestrado Profissional em Projetos Educacionais de Ciências) - Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. 2015
Orientador: Marco Aurélio Alvarenga Monteiro

1. Interdisciplinaridade. 2. Pensamento complexo. 3. Pesquisa-ação. 4. Bebida alcoólica. I. Título. II. Monteiro, Marco Aurélio Alvarenga, orient.

Dedico esta dissertação aos meus avós, José Gonçalves e Dionísia,
(in memórian), por sempre me incentivar ao estudo.

À minha esposa Aline por sempre me apoiar e minha fonte motivadora.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por me permitir finalizar mais uma etapa de minha vida. Por ter oferecido condições necessárias para o cumprimento dessa etapa e aos amigos e pessoas maravilhosas que colocou em minha vida.

Aos meus avós, José Gonçalves e Dionísia, quem tive muito orgulho de conhecer e ter a oportunidade de conviver. Obrigado pela educação e pela minha formação de pessoa, e que, pessoas especiais como vocês estarão sempre presentes em minha memória. Muito obrigado por tudo que vocês proporcionaram para mim!

À minha esposa Aline que sempre me incentivou e me apoiou nos momentos de desesperos e angústias nesta etapa que esta sendo concluída.

À todos os meus familiares e amigos, que não citarei os nomes, pois certamente cometerei equívocos em esquecer alguns e todos vocês são muito importante para mim.

À minha cunhada Alane por estar sempre disposta e solícita no esclarecer de algumas dúvidas.

À todos os professores do PPGPE pelas aulas ministradas com dedicação e pelos conhecimentos transmitidos.

À todos os professores e gestores, da Escola Antônio Magalhães Bastos – Taubaté, que desde minha chegada nesta unidade escolar, no ano de 2013, e até o presente momento me fez sentir muito acolhido pela equipe e, sem eles, esse trabalho não seria possível de acontecer.

Aos membros da banca do Exame de Qualificação, Prof. Dr. Eduardo Norberto Codaro pelos ensinamentos e oportunidades que tanto contribuíram para a minha formação como pesquisador e a Profª. Dra. Rosa Maria Capri pelas valiosas contribuições ao projeto.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Marco Aurélio Alvarenga Monteiro por todos os ensinamentos e contribuições significativas na minha formação como professor desde a graduação e agora como pesquisador.

"A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original"

Albert Einsten

RESUMO

VAZ, E. L. S. Professores construindo uma proposta interdisciplinar no ensino de ciências a partir das indicações da teoria do pensamento complexo de Edgar Morin. 2015 71p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2015.

Em resposta às exigências da sociedade atual, o ensino deve superar a visão fragmentadora da realidade, desenvolvendo ações educativas e contextualizadas, de tal forma que a construção do conhecimento possa ser estabelecida a partir da integração e articulação entre os diferentes saberes, implantando o pensamento complexo no ensino das ciências. Diante do desafio de desenvolver esse pensamento, a ideia de interdisciplinaridade vem ganhando força em práticas de ensino e de aprendizagem. Contudo, para vivenciar uma prática interdisciplinar ainda encontramos muitos desafios a serem superados no sistema educacional brasileiro. Nesse sentido, o presente trabalho objetivou desenvolver uma proposta em conjunto com o corpo docente de uma escola pública de ensino médio, abordando o tema álcool em sua complexidade. Durante o processo, foram realizadas reuniões nos horários de Aula de Trabalho Pedagógico Coletivo (ATPC) para a construção de um referencial teórico e, posteriormente, momentos de discussão para elaboração da proposta, abrangendo diferentes disciplinas do currículo oficial do Estado de São Paulo para o ensino médio. O produto final, que consiste numa proposta interdisciplinar, poderá inspirar outras instituições atendendo às solicitações que se fazem para a escola e do processo de formação do cidadão crítico e participativo, capaz de contribuir e intervir na sociedade tomando decisões para ações socialmente responsáveis.

Palavras chave: Interdisciplinaridade. Pensamento Complexo. Pesquisa-Ação. Bebida Alcoólica.

ABSTRACT

VAZ, E. L. S. **Teachers building an interdisciplinary approach in science teaching based on the statements of Edgar Morin's complex thinking theory**. 2015 71p. Disserlation (Master of Science) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2015.

In response to the demands of today's society, the teaching must overcome the fragmenting view of reality, developing educational and contextualized actions, in a way that the construction of knowledge can be established from the integration and articulation between the different knowledge by deploying complex thinking in science teaching. Faced with the challenge of developing this thought, interdisciplinary idea has been gaining strength in teaching and learning practices. However, in order to experience an interdisciplinary practice, we still found many challenges to be overcome in the Brazilian educational system. In this sense, the present study aimed to develop a proposal together with the teachers of a public high school, addressing the theme alcohol in its complexity. During the process, meetings were performed at the times of Collective Pedagogical Work Class for the construction of a theoretical reference, and after discussing times for preparation of the proposal, covering different disciplines of the State of São Paulo official curriculum for high school. The final product, which is an interdisciplinary proposal, can inspire other institutions attending to requests that are made to the school in relation to the formation process of critical and participative citizens, wich are able to contribute and intervene in society making decisions to socially responsible actions.

Keywords: Interdisciplinary. Complex thinking. Action research. Alcoholic beverage.

SUMÁRIO

1 - As influências dos pensamentos cartesiano e complexo no desenvolvimento da ciência e da educação..... 7
1.1 - O Nascimento do Pensamento Cartesiano..... 10
1.2 - O pensamento complexo na perspectiva de Edgar Morin..... 14
2 - A interdisciplinaridade no ensino das ciências: uma metodologia didática em busca do pensamento complexo..... 20
3 - A pesquisa..... 29
3.1 - Objetivo geral da pesquisa..... 33
3.2 - Objetivos específicos..... 33
4 - Resultados e análises de dados..... 34
4.1 - Planejamento da proposta interdisciplinar..... 38
4.2 - Planejamento das atividades..... 47
4.3 - As atividades experimentais sobre determinação do teor alcoólico..... 48
4.4 - Aplicando a atividade em sala de aula..... 54
4.5 - Rediscutindo as atividades para explicar os resultados obtidos e buscar soluções para aperfeiçoá-las..... 56
4.6 - Replanejamento das atividades..... 57
4.7 - Dificuldades que impossibilitaram a reaplicação das atividades propostas..... 58
5 - Considerações finais..... 64
Referências..... 68

1 AS INFLUÊNCIAS DOS PENSAMENTOS CARTESIANO E COMPLEXO NO DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA E DA EDUCAÇÃO

A busca pelo conhecimento tem motivado a espécie humana desde a sua origem até a atualidade. Mudanças de paradigmas ocorrem ao longo dos tempos seguindo a linha histórica de evolução da humanidade (BEBRENS; OLIARI, 2007). Essas mudanças acontecem devido aos diferentes olhares que foram utilizados para fenomenalizar a natureza e a construção do conhecimento científico (RAMOS *et al*, 2011). Assim, várias concepções de ciências foram se formando ao longo dos tempos na busca da construção do saber e sofrendo grandes influências filosóficas (CASTRO; FERNANDEZ, 2011; RAMOS *et al*, 2011; MOREIRA, 2014).

Na Grécia Antiga, entre os séculos VIII a.C e VI a.C, a história da humanidade foi privilegiada com a descoberta do *"logos"* (razão), sendo compreendida como um produto da consciência racional, construída a partir de um discurso lógico-filosófico e de um instrumento de conhecimento da realidade e das coisas da natureza (DOS SANTOS, 2012; VASCONCELLOS, 2013). Esse período ficou conhecido como a *"Era do Conhecimento Clássico"* cuja origem do conhecimento está na natureza, pois esta possui uma ordem, uma causa e um efeito e tudo se explica a partir dela (BEBRENS; OLIARI, 2007). Sendo assim, para buscar o saber bastava olhar a natureza e descobrir o conhecimento verdadeiro.

Segundo Vasconcellos (2013), foi no século IV a.C. que o filósofo Sócrates iniciou a discussão de forma a clarear a ideia de que é fundamental justificar as proposições utilizando as demonstrações com base na argumentação. Na concepção de Platão, o mundo estava dividido entre as ideias "*eidos*" (pensamentos) e as coisas no mundo físico, e a partir da contemplação da alma é que se pode chegar à ideia essencial das coisas, sendo a ideia o direcionador do sentido das coisas (NASCIMENTO JÚNIOR, 2001). As coisas físicas do mundo platônico eram constituídas pelos quatro elementos (fogo, água, terra e ar), organizados de forma geométrica e responsável pela constituição de tudo que havia no mundo e sendo reorganizados pelos deuses que habitavam o mundo das ideias da alma.

Em contrapartida, Aristóteles discordava do mundo platônico dividido entre ideias e coisas como dirigente, bem como do mundo organizado por forma geométrica (NASCIMENTO JÚNIOR, 2001). Na concepção de Aristóteles, as ideias estavam dentro das coisas e as coisas se movem pelas intenções das ideias, portanto, não existe a necessidade de dois mundos como se pensava Platão. Além disso, Aristóteles entendia que a ideia era direcionada por meio dos sentidos, da observação e da dedução, sendo a ação dirigente fundamentada no *"logos"* (NASCIMENTO JÚNIOR, 2001; VASCONCELLOS, 2013).

Tanto Platão (427-347 a.C) quanto Aristóteles (384-322 a.C) convergiram seus pensamentos para mostrar que o mito não era uma forma de conhecimento e, consequentemente, não se podia considerar os conhecimentos advindos do mito, assim, devia se considerar apenas aqueles conhecimentos elaborados com o uso da razão. Dessa forma, há uma valorização da razão e a formação da *"episteme"* (conhecimento) como um produto da racionalidade humana sendo elaborado e construído por meio de um discurso lógico-filosófico. Nesse contexto, os gregos não se preocuparam em tentar entender por que a realidade ficava escondida nas coisas, contentando-se apenas em entender que a realidade existe e seus elementos sempre se revelam por meio da razão (VASCONCELLOS, 2013).

Para Vasconcellos (2013) o conhecimento científico, assim como o filosófico, é mediado por um discurso demonstrativo e originado de uma ciência-filosófica estando presentes as duas formas de racionalidades: a lógica e a matemática. Dessa forma, a filosofia de Platão e Aristóteles, com características distintas, são complementares (CASTRO; FERNANDEZ, 2011; RAMOS *et al*, 2011; MOREIRA, 2014).

No quadro 1.1, buscamos apresentar um resumo das concepções das filosofias de Platão e Aristóteles.

O período posterior da Antiguidade, caracterizado como Idade Média, pouco acrescentou ao desenvolvimento do conhecimento do científico, visto que, nesse período, a Ciência sofreu uma grande oposição por parte da Igreja Católica que impunha sua autoridade. Entretanto as teorias que surgiram nesse período tiveram grande relevância para o desenvolvimento posterior da Ciência, provocando uma mudança de paradigma no sentido de dissociá-la da religião,

pois a igreja reprimia toda ideia que pudesse traçar novos caminhos para a Ciência, impedindo o seu livre desenvolvimento (PRIMOM *et al*, 2000).

Quadro 1.1 - Origens das influências da ciência moderna.

	Platão	**Aristóteles**
Filosofia	Racionalista	Empirista
Concepção de mundo	Ideias e coisas	Ideias dentro das coisas
Construção do conhecimento verdadeiro	Nas ideias	Nas coisas
Busca pelo conhecimento	Lógica matemática	Dedução por meio da observação

Essa mudança de mentalidade causou uma crise de paradigma no pensamento europeu no final da Idade Média, modificando a maneira do homem ver a si mesmo e ao mundo em que se vivia e, por consequência, possibilitou o surgimento da Renascença no início no século XIV, que apreciou os valores humanos cujo espírito humanístico passou a desafiar o misticismo e o ascetismo, características da Idade Média (PRIMOM *et al*, 2000). Além disso, com essa mudança de atitude, o homem retomou os pensamentos da Antiguidade Clássica, com a revolução científica, suscitando entre o século XV ao final do século XVI, a formação da concepção científica moderna afetando todos os campos dos conhecimentos e elaborando novas técnicas de investigação na busca do pensar com apresentação de novos objetivos e desafios de uma nova abordagem dos cientistas no papel da ciência frente à filosofia e a própria sociedade da época (PRIMOM *et al*, 2000).

O resultado dessa nova valorização do pensar frente à sociedade do século XV e XVI resultou no crescimento da população européia, impulsionou o crescimento das cidades objetivado pela nova classe burguesa nascente, aumentou o comércio, facilitou os descobrimentos marítimos, possibilitou o desenvolvimento e a utilização da imprensa, que, por sua vez, permitiu um maior acesso às informações e ao fluxo de ideias (MOREIRA, 2014).

Com os novos valores humanísticos em formação, ocorreu a redescoberta do conhecimento científico que, a partir de dois grupos epistemológicos,

denominados empiristas e racionalistas, tentaram responder um grande problema em torno do estudo da ciência para a origem do conhecimento.

Os empiristas acreditavam fundamentalmente que a verdade estava nas coisas da natureza. As relações entre ideias reduzem-se às associações. Ou seja, pensamentos e ideias, por mais complexos que sejam, baseiam-se em ideias simples que por sua vez se originam de uma percepção. Assim, o objetivo do cientista é descobrir a verdade que se encontra encoberto nas coisas da natureza, sendo preciso realizar experiências para observar as coisas segundo um método, denominado de científico. É baseando nesse método e nas observações das relações de causa e efeito que os empiristas acreditavam que o conhecimento era produzido. Esse grupo de cientistas acreditava que uma verdade só poderia ser apresentada ou provada, experimentalmente, utilizando as observações como fruto dos sentidos da visão, da audição, do olfato, do tato e gustação. Essa doutrina empirista encontra sua raiz filosófica na Grécia Antiga e ganhou novo impulso com a revolução científica do século XVII, sendo seus principais representantes no período moderno John Locke e David Hume (CHIBENI, 1993; RAMOS *et al*, 2011).

Contrariamente aos empiristas, os racionalistas acreditavam que para descobrir a verdade era preciso fazer uso apenas da razão, pois os nossos sentidos podem nos induzir ao erro, estando sujeitos a interferências das diferentes culturas sociais, questões psicológicas e políticas. Assim sendo, para os racionalistas, a verdade é o fruto da razão e só pode ser contemplada pelo uso de processos intuitivos e dedutivos, com a generalização realizada pelo uso do raciocínio lógico matemático. Dentre os principais representantes da proposta filosófica racionalista destaca-se René Descartes que tem sua base de pensamentos na Antiguidade e que vêem apresentando suas influências no pensamento, desde o século XVII, no desenvolvimento do paradigma da Ciência (NASCIMENTO JÚNIOR, 1998; JOÃO; BRITO, 2004).

1.1 – O NASCIMENTO DO PENSAMENTO CARTESIANO

René Descartes, portanto, acreditava que a descoberta da verdade seria apresentada pela razão por meio da intuição e dedução, como proposto por

Aristóteles e pela valorização do raciocínio lógico matemático. É com base na lógica matemática iniciada por Platão (Quadro 1.1) que o racionalista fundamenta sua concepção. Esse pensamento cartesiano era traduzido por fórmulas matemáticas, incluindo a intuição e excluindo as influências das experiências sensoriais, pois, no entender de sua filosofia, os sentidos poderiam induzir ao erro. Uma das principais propostas desse pensamento era o desenvolvimento de uma metafísica que libertasse o pensamento humano para uma construção do seu próprio pensar (NASCIMENTO JÚNIOR, 1998).

Além disso, o paradigma cartesiano considera que não existem dúvidas na origem dos fatos uma vez que eles são conhecidos perfeitamente. Entretanto, para se estudar os fatos complexos, eles precisam ser divididos em pequenas partes, buscando desvendá-las, partindo destas para o entendimento do todo (BEBRENS; OLIARI, 2007).

Desse ponto de vista, o conhecimento da realidade complexa seria desvendado pela soma das partes mais simples. É assim que se estrutura a base do paradigma cartesiano: a proposição de um método analítico dedutivo, fundamentado na lógica matemática e no controle da natureza.

Porém, é nesse contexto que, ao simplificar a realidade, a ciência consegue um maior controle da natureza e de seus processos, ganhando em padronização e condições de generalização, mas perde em contexto e em ecologia do saber (SCHMIDT NETO, 2010).

O método proposto por Descartes explica que o homem nasce com os elementos básicos do saber (intuição) e que basta, por dedução, ampliar seus conhecimentos. Assim, nessa perspectiva a razão seria constituída por suas partes: a intuição e a dedução. Porém, a realização de uma experiência que confirme a conclusão advinda da dedução seria necessária para fechar o ciclo do achado da verdade (NASCIMENTO JÚNIOR, 1998).

Portanto, se o mundo como um todo é um grande mecanismo como um relógio, não podendo ser desmontado para ser compreendido, só pode ser entendido, segundo o método cartesiano, por meio de uma formulação de hipóteses (NASCIMENTO JÚNIOR, 1998).

Dessa forma, na concepção cartesiana, a experiência tem seu papel na Ciência, porém subordinada ao processo racional estabelecido no raciocínio lógico-matemático.

Com o advento da Idade Moderna, a proposta cartesiana floresce. Toda a estrutura social moderna é construída com base no paradigma cartesiano. A fonte de todo o saber verdadeiro, inquestionável, gerador de certezas absolutas, e garantidas pela objetividade, é a natureza, divida em partes observáveis e mensuráveis. (NASCIMENTO JÚNIOR, 1998; BEBRENS; OLIARI, 2007).

A visão de mundo a partir do século XVII tem sido, portanto, a metáfora mecanicista dominante para o entendimento da natureza de uma realidade objetiva e governada por leis da matemática (TÔRRES, 2005).

Essa ciência moderna que se iniciou com René Descartes, desenvolveu-se com os empiristas, cristalizou-se com Newton, projeta-se com os iluministas e chega a Immanuel Kant no final do século XVIII (NASCIMENTO JÚNIOR, 2000).

Antes da primeira metade do século XIX o empirismo na França avança sobre racionalismo, produzindo o pensamento positivista que passa a dominar o pensamento como método e como doutrina (NASCIMENTO JÚNIOR, 1998). Esse pensamento caracteriza-se pela redução da realidade em fragmentos cada vez menores, isolando o pesquisador de seu contexto de estudo e observando a realidade por um olhar lógico-cartesiano, sem emoções e sentimentos, negando o senso comum e os estudos humanísticos por não produzirem conhecimentos comprovados matematicamente e deixando de ter o valor de conhecimento. É por esse caminho que a ciência moderna se consolida na busca da construção do saber por um método de pensar, permitindo um enorme desenvolvimento científico e tecnológico, ao mesmo tempo em que provoca a deterioração humana, psicológica, ética e ecológica (SCHMIDT NETO, 2010).

Tal modelo científico inserido pela modernidade passa a ser um modelo global, sendo a nova racionalidade um modelo totalitário e globalmente aceito. Boaventura de Sousa Santos (2008) esclarece esse modelo na obra intitulada “Um discurso sobre as ciências”:

> A nova racionalidade científica é também um modelo totalitário, na medida em que nega o caráter racional a todas as formas de conhecimento que se não pautarem pelos seus princípios

> epistemológicos e pelas suas regras metodológicas. É esta a sua característica fundamental e a que melhor simboliza a ruptura do novo paradigma científico com os que o precedem. Está consubstanciada, com crescente definição, na teoria heliocêntrica do movimento dos planetas de Copérnico, nas leis de Kepler sobre as órbitas dos planetas, nas leis de Galileu sobre a queda dos corpos, na grande síntese da ordem cósmica de Newton e finalmente na consciência filosófica que lhe conferem Bacon e, sobretudo Descartes. Esta preocupação em testemunhar uma ruptura fundante que possibilita uma e só uma forma de conhecimento verdadeiro está bem patente na atitude mental dos protagonistas, no seu espanto perante as próprias descobertas e a extrema e ao mesmo tempo serena arrogância com que se medem com os seus contemporâneos. (2008, p. 21-22).

Assim, o método elaborado por Descartes, que propõem o paradigma da fragmentação do conhecimento na concepção mecanicista, impulsionou a revolução industrial em função da necessidade da alta especialização de mão de obra, construindo uma hiperespecialização do saber (MORIN, 2006).

É inegável que a ciência moderna, ou cartesiana, tenha oferecido grandes contribuições para o desenvolvimento da sociedade ao longo do século XVII, XVIII e XIX, como os valores iluministas e com a revolução industrial. Essas fragmentações dos saberes foram e “continuam sendo” importantes para a evolução da humanidade, com soluções de muitos problemas que afligem a sociedade, bem como no desenvolvimento de tecnologias que proporcionou e continua ofertando comodidade à população da sociedade atual.

No entanto, também é incontestável que esse mesmo desenvolvimento tecnológico, gerado pelo paradigma cartesiano, apresenta uma visão de que o sujeito social necessita relacionar formas e ideias para superar os diferentes problemas que a modernidade impõe. Visões fragmentadas da realidade pelo olhar do paradigma cartesiano apresentam resultados satisfatórios quando aplicadas em um processo industrial mecânico. Porém, não são suficientes em situações da realidade que envolvam aspectos mais amplos, como os sentimentais e emocionais, ou seja, não são capazes de lidar e entender a complexidade da vida humana. Além disso, ações restritas e pontuais não têm sido capazes de responder às diferentes demandas das diversas áreas de nossas sociedades, seja na medicina, na economia, na administração, muito menos na área educacional.

O método da complexidade formulado por Edgar Morin no século XX apresentou uma valiosa contribuição como ponte de comunicação entre as várias

áreas do conhecimento, permitindo uma visão mais ampla da real complexidade da realidade e propõe relacionar o todo e as partes sem a pretensão de esgotar o entendimento das partes (JOÃO; BRITO, 2004).

Desse modo destaca-se a interdisciplinaridade como um processo de ensino e de aprendizagem, uma vez que a sua prática apresenta como característica unificar os conhecimentos disjuntos pelo paradigma conservador.

Para Morin (2006), o princípio do pensamento complexo é o reconhecimento dos laços entre o todo e as partes, sem isolar uma da outra, entusiasmado por uma tensão permanente entre a aspiração a um saber não fragmentado, não compartimentado, não redutor e o reconhecimento do inacabado e da incompletude de qualquer conhecimento. Dessa forma, o pensamento linear não se desenvolve sem o pensamento complexo e vice-versa, pois a viga de sustentação do pensamento complexo é o pensamento linear e um sem o outro torna o processo de pensamento da sociedade atual fragilizado.

É nesse pensamento fragilizado que a sociedade moderna encontra os seus problemas. Quanto mais multidimensionais se tornam os problemas, maior a incapacidade para pensar em sua multidimensionalidade e, com isso, mais a crise progride.

À medida que um problema se torna global mais impensável se torna o entendimento deste. Contudo, o processo de pensar da sociedade atual está fundamentado em um pensamento linear e somente com um ensino de pensamento complexo é que podemos reverter essa crise da sociedade gerada pelo paradigma cartesiano fragmentador que não relaciona o todo com as partes.

Mas o que vem a ser o pensamento complexo discutido por Edgar Morin e defendido por João e Brito, (2004); Rodríguez *et al*, (2004); Batista e Salvi (2006); Limberger (2006); Schmidt Neto, (2010); Ferreira *et al*, (2010); Martinazzo (2010); Melo *et al*, (2011); Rodrígues (2013), e outros pesquisadores?

1.2 O PENSAMENTO COMPLEXO NA PERSPECTIVA DE EDGAR MORIN

A palavra complexidade comumente é entendida como uma informação a ser abordada para apresentar maior explicação a respeito de um determinado tema, cujo entendimento muitas vezes expressa sentidos de caos, obscuridade e

desordem. No entanto, o significado da palavra complexo, em seu sentido etimológico, vem do latim "*complexus"* onde "*plexus*" quer dizer entrelaçado, aquilo que é tecido em conjunto (VASCONCELLOS, 2013). Portanto, é nessa perspectiva, de relacionar as partes com o todo, que Morin (2000) desenvolve sua teoria de pensamento complexo.

Segundo Batista e Salvi (2006), a complexidade de Morin fundamenta-se no desafio e na motivação da organização do pensar ocasionado pela fragmentação como redução do pensamento e indica desafios a serem superados pelo paradigma fragmentador para conduzir ao pensamento complexo. Contudo, para analisar o pensamento complexo na contemporaneidade, devemos considerar as bases estruturantes desse pensamento de Morin, a partir de três operadores: o dialógico, o recursivo e o holograma.

O primeiro operador tem como característica a dialogia, de unir as coisas que aparentemente se encontram separadas, como coisas antagônicas que são indissociáveis e fundamentais para que se possa compreender a realidade complexa, sem ignorar o antagonismo (JOÃO; BRITO, 2004). É esse operador que tenta religar as noções disjuntas como a união entre razão e emoção, o real e o imaginário, a ciência e a arte, ciência e senso comum e outros processos antagônicos isolados pelo paradigma da ciência moderna.

O segundo operador tem como base a recursividade, um novo olhar para o pensamento linear gerado pelo paradigma precedente contemporâneo que um evento gera uma causa, e nesse processo recursivo, a causa produz o efeito de receber esse evento. A recursividade é um processo de organização que ultrapassa o limite da retroação, ou seja, reconhece as causas recursivas (BEBRENS; OLIARI, 2007). Portanto, os produtos de um efeito são os próprios produtores das causas que produzem o efeito.

Por fim, o terceiro operador se estabelece no holograma que é o mais importante dos operadores, pelo fato de associar o todo com suas partes, ou seja, o todo está nas partes, assim como as partes estão no todo.

A união dos três operadores do pensamento complexo de Morin representa a noção de totalidade, juntando as ideias que estavam separadas (dialogia), com a utilização do operador recursivo (recursividade), que faz circularem causa e efeito num circuito recorrente do conhecimento e a noção de totalidade que envolve

todo o pensamento complexo (holograma), pois a totalidade é sempre mais ou menos que a soma de todas as partes (JOÃO; BRITO, 2004).

Portanto, esse pensamento complexo formulado por Edgar Morin apresenta uma tentativa de integrar o pensamento em oposição à fragmentação proposta pelo paradigma cartesiano.

Para Morin (2006), o desafio da complexidade é desfazer duas ilusões que ofuscam as mentes do pensamento complexo. A primeira ilusão é acreditar que a complexidade tende a negar a simplicidade. De fato a complexidade age onde o pensamento fragmentador não atua, não objetivando a ruptura de uma forma de pensar em outra e nem criando metodologias, apenas métodos que complemente o pensar. A segunda ilusão é confundir complexidade com completude, uma vez que a complexidade aspira a um conhecimento multidimensional, ora, o anseio do pensamento complexo é dar conta das articulações entre os campos disciplinares que são fragmentados pelo paradigma moderno, ao passo que em contrapartida, a completude é uma busca pelo conhecimento completo.

Morin (2000), com base nos princípios dos operadores para se pensar em complexidade, apresenta em sua obra intitulada “Os sete saberes necessários à educação do futuro” sete capítulos, sobre os quais, resumidamente, serão apresentados os princípios de cada saber:

- 1º Saber: As cegueiras do conhecimento: o primeiro saber refere-se a ideia do erro, sendo que em todo e qualquer conhecimento sempre haverá o risco do erro e da ilusão. É fundamental inserir o erro nas concepções para que o conhecimento possa evoluir, pois o entendimento da formação do saber possibilita entender que o conhecimento não é estático e favorece a elaboração de um pensamento mais aberto para a nova realidade.

> O conhecimento do conhecimento, que comporta a integração do conhecer em seu conhecimento, deve ser, para a educação, um princípio e uma necessidade permanente (MORIN, 2000, p.31).

- 2º Saber: Conhecimento pertinente: compreender o princípio do conhecimento permanente contribui para o entendimento das influências

recíprocas entre o todo e as partes, articulando os conhecimentos e reconhecendo os problemas do mundo. Assim, não se trata de rejeitar as disciplinas, produtoras do saber fragmentado, mas realinhar as ideias para outros contextos, pois o mundo está cada vez mais globalizado, multidimensional e planetário. "Para que o conhecimento seja pertinente, a educação deverá torná-lo evidente" (MORIN, 2000, p.36).

- 3º Saber: Ensinar a condição humana: o terceiro saber refere-se ao processo de reconhecimento da nossa condição humana como ser complexo, sendo o ser humano formado por um princípio biofísico e um psico-sócio-cultural, um remetendo ao outro (MORIN, 2000). Além disso, o autor ensina que devemos compreender que "(...) não somos seres que poderiam ser conhecidos e compreendidos unicamente a partir da cosmologia, da física, da biologia, da psicologia". (MORIN, 2000, p.51-52).

- 4º Saber: Ensinar a identidade terrena: refere-se à reflexão sobre nossa condição de seres complexos, capazes de aprender com as diferentes culturas, compreender a diversidade e habitar a mesma biosfera de todo o ser mortal. Na busca de um futuro melhor, deve-se complementar o olhar do passado sem antagonismo, num processo circundante e reafirmando sua identidade, para compreender suas crises do presente e projetar o futuro (MORIN, 2000).

- 5º Saber: Enfrentando as incertezas: é por meio das incertezas do século XX que o conhecimento científico pode avançar a partir de sua imprevisibilidade. A partir dessa nova consciência de mundo o homem é confrontado pelas incertezas que o afrontam. "É preciso aprender a incerteza, já que vivemos em uma época de mudanças em que os valores são ambivalentes, em que tudo é ligado" (MORIN, 2000, p. 84).

- 6º Saber: Ensinar a compreensão: a finalidade do processo educativo é ensinar o desenvolvimento da compreensão. Sendo esta que conduz o indivíduo para a formação de uma cidadania e, consequentemente, o

desenvolvimento do respeito a diversidade. Aliás, a compreensão deve ser o meio e o fim da comunicação humana, respeitando as diferenças diante de tanta barbárie e intolerância do mundo atual pois *"a* compreensão do outro requer a consciência da complexidade humana" (MORIN, 2000, p.101).

- 7º Saber: A ética do gênero humano: a ética do gênero humano ou antropoética relaciona três elementos: indivíduo, sujeito e sociedade. Considera que o indivíduo por meio de suas interações, torna-se sujeito e, com as relações entre os sujeitos, forma-se a sociedade, reforçando a identidade do sujeito como espécie humana. É por meio da relação desses três elementos que são formados a consciência e o espírito propriamente humano (MORIN, 2000).

Esses sete saberes apresentam em seus diferentes enfoques a questão da recusa em alguns fundamentos antigos de formação do conhecimento. Essa recusa, no entender de Morin (2006) é fundamental, pois permite unir aquilo que foi separado por muito tempo pela ciência moderna, como exemplo, unir a razão com a emoção, unir a ciência e com a arte e as partes com o todo. Para esse autor, se o pensamento complexo fosse introduzido nas escolas, assim como vem sendo incorporado ao novo paradigma da ciência, a educação iria para outros rumos.

Segundo Rodríguez *et al.* (2004), o paradigma educacional atual segue a evolução do paradigma da ciência. Contudo, quase duas décadas do século XXI, ainda encontramos na maioria das escolas brasileiras, um ensino fragmentado e desconectado da realidade dos alunos, com o professor sendo o único detentor do saber. Nesse contexto, deve-se reformar o processo de ensino à luz do pensamento complexo, assim como vem sendo construído o paradigma da complexidade no desenvolvimento da ciência contemporânea.

Considerando o exposto, é necessário a religação dos saberes, ampliando as disciplinas para outros campos do conhecimento, como uma forma de superação do paradigma cartesiano, sem a pretensão de eliminar as disciplinas.

Porém, definir e implantar uma proposta que articule os saberes no ambiente escolar não é uma tarefa fácil. Isso porque a elaboração e a gestão de um

currículo dependem fundamentalmente da formação recebida pelos professores e gestores escolares e da visão que eles têm da sociedade e como eles entendem a função da escola nesse contexto.

Dessa forma, discutiremos a seguir uma metodologia pedagógica, conhecida como interdisciplinaridade, que propõe a articulação entre os saberes e a sua prática no âmbito escolar visando superar a fragmentação do conhecimento.

2 A INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO DAS CIÊNCIAS: UMA METODOLOGIA DIDÁTICA EM BUSCA DO PENSAMENTO COMPLEXO

A excessiva compartimentalização do conhecimento gera especializações do saber sem respeitar a indivisibilidade humana (LEMOS, 2006). Para Fazenda (2013), a ciência tradicional, ou ciência moderna, é questionada em suas objetividades por não considerar a subjetividade, ou seja, a verdade paradigmática da objetividade tem sido substituída pelo erro e pela temporariedade da ciência, sendo que, essa provisoriedade da verdade possibilitará a convergência do real encontro entre ciência e existência.

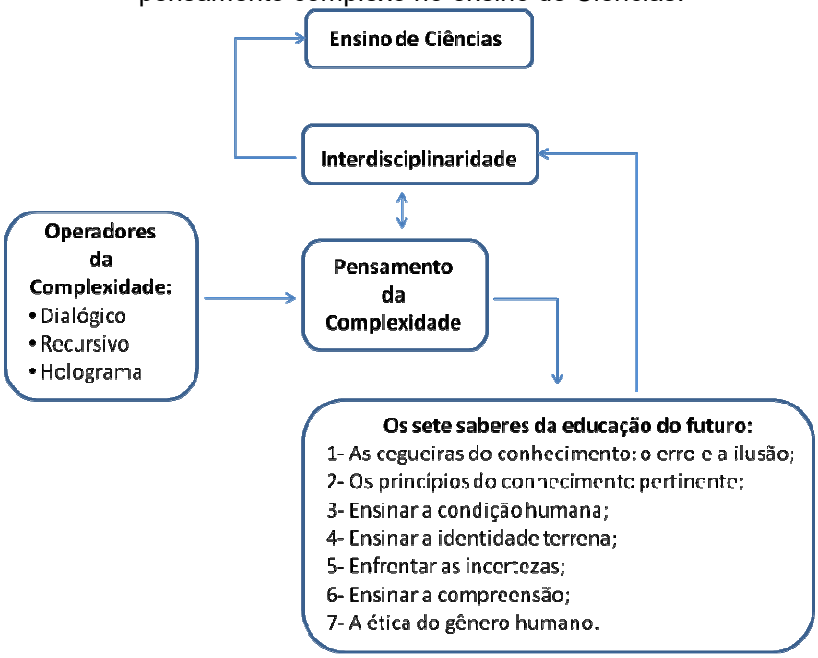
Fazenda (*opus cit*) menciona que o caminho a ser percorrido no atual momento da ciência é uma releitura da filosofia do passado, em seus primórdios com o olhar do futuro presente, pois nessa volta, encontramos o fio condutor do conhecimento, pois conhecer a si mesmo é conhecer em sua totalidade a sua interioridade. Além disso, quanto mais o ser humano interioriza, mais certezas da ignorância adquire sobre a limitação da limitação do conhecimento, numa condução profunda do exercício da humildade como um fundamento maior e primeiro da interdisciplinaridade.

Assim, uma proposta metodológica capaz de oferecer subsídio para a implantação do pensamento complexo na educação em ciência nasce a partir da prática da interdisciplinaridade no contexto escolar, de forma a produzir a interação entre os três operadores da complexidade.

A seguir, apresentamos a figura 2.1 que sintetiza nosso ponto de vista sobre como o ensino de ciências, visando o desenvolvimento de um pensamento complexo no aluno, pode ser desenvolvido a partir de uma proposta interdisciplinar capaz de efetivar os sete saberes na prática escolar.

Para Fazenda (2013), essa revisão do conceito de ciência nos orienta para uma nova consciência que não se apóia apenas na objetividade, mas que assume a subjetividade em todas as suas contradições, superando a dicotomia ciência/existência. Assim, estabelece uma relação entre o saber acumulado e a necessidade de aprender a estabelecer relações para um conhecimento complexo.

Figura 2.1 - A interdisciplinaridade como elo entre os sete saberes para a educação do futuro e o pensamento complexo no ensino de Ciências.



Fonte: Elaborado pelo autor.

De modo geral, a literatura tem mostrado que existe uma posição consensual quanto ao sentido da interdisciplinaridade que é a busca de responder à necessidade de superação de uma visão fragmentada nos processos de produção e socialização de conhecimento, como um movimento que caminha para novas formas de organização ou para um novo sistema de produção de saberes (THIESEN, 2008). Todavia, definir e implantar uma proposta interdisciplinar na escola não é uma tarefa fácil (WEIGERT *et al*, 2005; AUGUSTO; CALDEIRA, 2007). Isso porque a elaboração e gestão de um currículo dependem fundamentalmente da visão que o professor e os gestores têm da sociedade e como eles entendem a função da escola nesse contexto, sendo que, cada professor tem sua identidade profissional e é por meio dela que será realizada a abordagem do currículo escolar.

Dentre os obstáculos a serem superados em um ambiente escolar estão à falta de concepções epistemológicas da construção do conhecimento científico, da organização do trabalho coletivo no ambiente escolar, bem como das concepções de práticas pedagógicas (AUGUSTO; CALDEIRA, 2007). Para pensar na interdisciplinaridade, seja na ordem de ensino ou de pesquisa, torna-se fundamental uma imersão em discussão epistemológica (FAZENDA, 2013).

Segundo Fazenda (2013), o movimento da interdisciplinaridade nasceu, em meados da década de 1960, principalmente na França e na Itália, como um movimento de oposição à especialização do conhecimento em vias de superar o distanciamento entre as universidades e os problemas da realidade. Em meados dessa década, surgiram os movimentos estudantis que reivindicaram um novo estatuto.

> Esse posicionamento nasceu como oposição a todo o conhecimento que privilegiava o capitalismo epistemológico de certas ciências, [...] e a toda e qualquer proposta de conhecimento que incitava o olhar do aluno numa única, restrita e limitada direção, a uma patologia do saber (FAZENDA, 2013, p. 19).

No contexto da globalização e caracterizado pela intensa relação de trocas entre os homens no século XXI, a interdisciplinaridade:

> assume um papel de grande importância. Além do desenvolvimento de novos saberes, ela oferece novas formas de aproximação à realidade social e novas leituras das dimensões sócio culturais das comunidades humanas, motivo pelo qual a nova legislação outorga à interdisciplinaridade um lugar destacado (FAZENDA *et al*, 2013).

Para Lenoir (2013), a interdisciplinaridade se estabelece em três diferentes dimensões: a interdisciplinaridade didática, a interdisciplinaridade curricular e a interdisciplinaridade pedagógica.

- A interdisciplinaridade didática estabelece uma compreensão do planejamento do trabalho interdisciplinar que trata da organização e da avaliação da intervenção educativa, assegurando os planos curriculares e pedagógicos do trabalho interdisciplinar a ser desenvolvido em sala de aula.

- A interdisciplinaridade curricular requer uma incorporação de conhecimentos dentro de um todo indistinto, preservando a manutenção disciplinar e um cuidado em preservar as especificidades de cada componente curricular, objetivando assegurar sua complementaridade dentro de uma perspectiva de troca de conhecimentos enriquecedores, sem hierarquização dominante de disciplina.

- A interdisciplinaridade pedagógica é a que trata da prática pedagógica interdisciplinar que ocorre em sala de aula. Uma aplicação da prática interdisciplinar didática deve considerar os conflitos que acontecem em sala de aula, os estados psicológicos e as concepções cognitivas dos alunos, bem como o estado psicológico e as ideologias do educador. Nesse sentido, a interdisciplinaridade pedagógica esta relacionada não somente com a interdisciplinar didática, como afeta também a aplicação do trabalho interdisciplinar curricular proposto. Além desses fatores, podemos citar outras influências na real aprendizagem dos alunos como a gestão da classe e o contexto do desenvolvimento da profissão docente.

Lenoir (2005-2006) destaca três interpretações da lógica da perspectiva da interdisciplinaridade:

- A lógica do sentido, que representa a escola francesa orientada na direção do saber como compreensão dos saberes interdisciplinares nos planos epistemológicos,

- Ideológicos e sociais; a lógica da funcionalidade, procedente da cultura americana que remete ao sujeito aprendiz como resposta ao saber-fazer e a integração ao saber-ser; e a

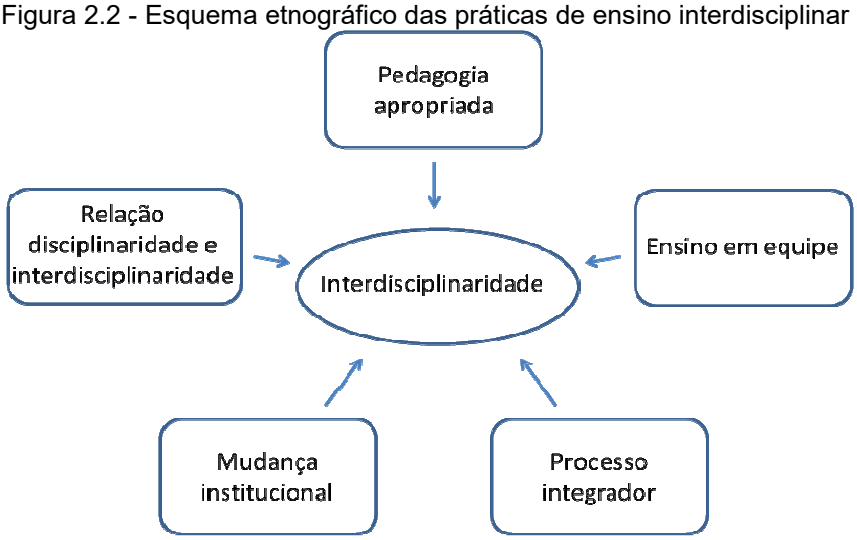
- Intencionalidade fenomenológica, destacada pela lógica brasileira do saber didático-pedagógico do docente em sua pessoa e no seu agir.

A interdisciplinaridade didático-pedagógico da escola brasileira é representada por uma perspectiva que coloca em destaque a questão da intencionalidade, pela necessidade de autoconhecimento, e da intersubjetividade, como produto do olhar da subjetividade dos sujeitos inseridos em um determinado contexto (LENOIR, 2005-2006). Dessa forma, a busca pelo conhecimento interdisciplinar pode ser representada pela atitude básica a ser desenvolvida a partir de um exercício profundo da prática efetiva (FAZENDA, 2013). Essa prática efetiva dos educadores só é interdisciplinar se for desenvolvida no âmbito de um projeto educacional centrado numa intencionalidade definida com base nos objetivos a serem alcançados pelos sujeitos educandos (SEVERINO, 2013).

Nesse agir, o conhecimento docente não deve colocar o problema sob o ponto de vista epistemológico para o desdobramento curricular, mas sim sob um olhar que considera a sua própria prática efetiva.

Atualmente, no Brasil, a prática interdisciplinar tem gerado muitas pesquisas sobre um ensino interdisciplinar com uso indiscriminado de práticas intuitivas, o que também é observado nos Estados Unidos e Europa, onde um grande número de projetos educacionais usa a palavra “interdisciplinar” em seus títulos, apenas por considerar tal palavra atual, sem nenhuma intenção clara de uma proposta efetiva nesse aspecto. A discussão atual sobre prática interdisciplinar incluir o esquema etnográfico das práticas de ensino em cinco grandes temas formadores: pedagogia apropriada, ensino em equipe, processo integrador, mudança institucional e relação entre disciplinaridade e interdisciplinaridade (GARCIA, 2008; KLEIN, 2013).

Figura 2.2 - Esquema etnográfico das práticas de ensino interdisciplinar



Fonte: Elaborado pelo autor (Adaptado de KLEIN, 2013)

Assim, não existe uma única pedagogia interdisciplinar, pois ainda que a literatura apresente registros que revelem um número enorme de práticas interdisciplinares que os professores tendem a valer como pedagogias inovadoras por promoverem o diálogo e a capacidade de resolver problemas (KLEIN, 2013), muitos desses estudos abordam apenas um ensino contextualizado e não interdisciplinar.

Como destacam Augusto *et al.* (2004), a interdisciplinaridade enquanto prática de ensino visa à formação de alunos com capacidade para compreender as intricadas relações das múltiplas variáveis que contribuem para o estabelecimento da realidade que nos cerca. Os autores ainda destacam que professores da área de Ciências da Natureza, apesar de valorizarem um ensino com prática interdisciplinar, confundem o conceito de interdisciplinaridade com o de multidisciplinaridade. Nesse sentido, é fundamental que existam propostas de práticas educativas que contribuam com ações interdisciplinares significativas em sala de aula.

Para implantação de um modelo interdisciplinar é necessário saber conceituar a multidisciplinaridade, a pluridisciplinaridade e a interdisciplinaridade.

A multidisciplinaridade é representada por um gama de disciplinas propostas simultaneamente, mas sem que apareçam as relações que podem existir entre elas (ALMEIDA FILHO, 1997).

A pluridisciplinaridade é uma justaposição de diversas disciplinas situadas geralmente no mesmo nível hierárquico e agrupados de modo a fazer aparecer as relações existentes entre elas (ALMEIDA FILHO, 1997).

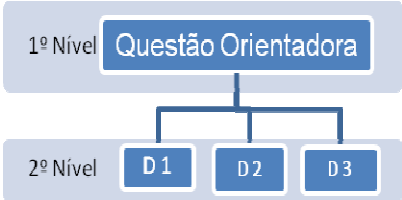
E a interdisciplinaridade é uma axiomática comum a um grupo de disciplinas conexas e definida no nível hierárquico imediatamente superior que introduz a noção de finalidade (OLIVEIRA, 2011), como uma resposta de uma questão orientadora (Quadro 2.1).

A busca pela articulação entre as disciplinas escolares e a sua contextualização, mostrando que o saber aprendido possibilita uma melhor compreensão do mundo, tornou-se uma unanimidade entre docentes e pesquisadores em educação, pois o termo da interdisciplinaridade esta cada vez mais presente nos documentos oficiais e no vocabulário de educadores e administradores escolares (AUGUSTO; CALDEIRA, 2007). Para Garcia (2008), o crescente debate conquistado pela interdisciplinaridade, tanto na literatura acadêmica quanto no debate nacional sobre Educação, levou a presença destacada desse termo em documentos da reforma curricular promulgada pelo MEC a partir da nova Lei de Diretrizes e Bases nº 9.394/96.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997), os conteúdos de Ciências Naturais devem ser apresentados em blocos temáticos

para que não sejam abordados isoladamente, tornando evidente a integração do conhecimento. Nesse sentido, surge a possibilidade de organizar os conceitos sem padrão rígido, possibilitando o estabelecimento de adaptações e ajustes de importância local e conexões interdisciplinares com temas transversais. Além disso, nesses blocos temáticos projeta-se desenvolver com os alunos conteúdos de natureza conceitual, procedimental e atitudinal.

Quadro 2.1 - Comparação dos graus de cooperação e coordenação das disciplinas.
D1: Disciplina 1, D2: Disciplina 2, D3: Disciplina 3.

DESCRIÇÃO GERAL	TIPO DE SISTEMA	CONFIGURAÇÃO
MULTIDISCIPLINARIDADE Série de disciplinas propostas simultaneamente, mas sem aparecer nenhuma intenção de relacionamento entre elas.	Sistema de apenas um nível e de objetivos múltiplos e diferentes de cada disciplina, sem nenhuma cooperação.	
PLURIDISCIPLINARIDADE Os conteúdos podem ser explorados por justaposição por várias disciplinas ao mesmo tempo, geralmente situadas no mesmo nível hierárquico, de modo a aparecerem as relações existentes entre elas.	Sistema de apenas um nível hierárquico e de objetivos múltiplos, mas relacionados por cooperação, sem planejamento.	
INTERDISCIPLINARIDADE Relações entre um grupo de disciplinas que relacionam-se entre si com os objetivos comuns.	Sistema de dois ou mais níveis em que as disciplinas são planejadas e visando responder à questão orientadora.	

Sugere-se que os conteúdos conceituais sejam tratados de maneira interdisciplinar, ou seja, que a abordagem do estudo dos diferentes fenômenos

naturais possa ser evidenciada por diversas disciplinas, ultrapassando os limites de uma disciplina específica, possibilitando estabelecer uma relação com fatos naturais, e com suas aplicações tecnológicas. Assim, espera-se um diálogo mais enriquecedor entre as disciplinas do conhecimento, ao invés de uma abordagem isolada, uma vez que a interdisciplinaridade propõe o estabelecimento de interconexões entre os diferentes saberes na busca de um conhecimento mais completo.

Com relação aos conteúdos procedimentais, os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997), direcionam para a necessidade de desenvolver nos alunos diferentes habilidades nas práticas de atividades experimentais, bem como competências que implicam em elaborar hipóteses, observar, comparar, interpretar e construir conhecimentos. Outro conteúdo destacado pelo Parâmetro Curricular Nacional (*opus cit)* é o atitudinal, que refere-se aos valores humanos necessárias para a formação de um cidadão a serem desenvolvidas nos alunos, como: respeito mútuo, a preservação do meio ambiente, etc.

Para Lenoir (2013), a interdisciplinaridade curricular requer, de preferência, a incorporação de conhecimentos dentro de um todo indissociável, respeitando-se às diferenças de cada disciplina na manutenção e preservação das especificidades de cada componente curricular. A relação entre disciplinaridade e interdisciplinaridade visa assegurar sua complementaridade, estabelecendo uma metodologia em comum, técnicas e objetivos em comuns, de uma linguagem em comum, vislumbrando uma perspectiva mais realista instaurada nas relações complementares solidamente articuladas e excluindo uma hierarquização dominante.

Nesse sentido, Thiesen (2008) destaca o papel da interdisciplinaridade no processo de ensinar e de aprender na escolarização, no sentido de que a interdisciplinaridade será articuladora do processo de ensino e de aprendizagem na medida em que se produz como atitude de um novo professor, com uma profunda transformação da sua pedagogia. Somente o pensamento complexo sobre uma realidade também complexa pode direcionar a articulação de uma proposta interdisciplinar com a organização do currículo e das opções metodológica do ensinar.

Dessa forma, qualquer prática educativa que pretenda adotar uma abordagem interdisciplinar precisa envolver os alunos em um projeto de pesquisa. Para tanto, é preciso que, antes de tudo, os professores envolvidos definam, com seus alunos, uma questão cuja resposta será encontrada a partir da pesquisa a ser empreendida. Assim, como destaca Carvalho e Gil-Pérez (2006), toda atividade de construção de conhecimento deve propor situações problemas como estratégia de aprendizagem.

Existe uma grande diferença entre os objetivos perseguidos pelos estruturadores de currículos e aqueles que os professores levam realmente à prática. Isso ocorre, pois, muitas vezes, o conteúdo é simplesmente entregue ao professor, faltando uma orientação adequada para a aplicação de tal conteúdo proposto em sala de aula.

Muitas vezes, os alunos vivenciam as aprendizagens como se os elementos culturais abordados nos currículos fossem estanques e originados de fontes isoladas entre si, pois muitos trabalhos de professores acontecem por justaposição nas maiorias das escolas e não por interdisciplinaridade (SEVERINO, 2013).

Em suma, na busca de uma aprendizagem significativa em um ambiente escolar, deve ser levado em consideração um estudo das articulações dos conteúdos que se pretende ensinar, por meio de um trabalho em equipe de professores para o desenvolvimento de uma proposta efetivamente interdisciplinar.

A seguir, descreveremos em detalhes a pesquisa que buscamos analisar e propor meios para a elaboração de um projeto interdisciplinar em uma escola pública.

3 A PESQUISA

Nossa pesquisa desenvolveu-se numa escola pública de Ensino Médio, localizada numa cidade do interior do Estado de São Paulo.

Essa instituição de ensino foi escolhida tendo em vista o desejo manifestado pelos professores desta escola em implementar uma prática interdisciplinar no contexto escolar onde atuam. Por isso, eles procuraram os pesquisadores da universidade com vistas a receberem uma assessoria.

Assim, foi proposta a eles que uma metodologia de pesquisa-ação fosse implementada de forma a associar os professores-pesquisadores e os pesquisadores da universidade.

Portanto, para a realização da pesquisa nos guiamos nas indicações teóricas da pesquisa-ação, uma vez que os pesquisadores foram os próprios professores da Educação Básica e considerando que o autor desse trabalho também é professor nessa instituição de ensino.

Esses professores, além de participar do processo de coleta e de análise de dados, atuaram como docentes no ambiente de sala de aula, empreendendo ações com vistas à implementação das atividades a serem realizadas pelos alunos.

Como bem destaca Franco (2005), a pesquisa-ação, nas últimas décadas, tem sido utilizada de diversas maneiras diferentes, caracterizando distintas intencionalidades e, portanto, compondo, uma variedade de formas de implementar a *praxis* investigativa.

Vergara (2005), afirma que a pesquisa-ação, surge nos trabalhos realizados por Kurt Lewin, na década de 40, cuja pesquisa envolvia uma mudança de hábitos da população americana no pós-guerra. Thiollent (1997) destaca que esse tipo de pesquisa não se limita apenas a um diagnóstico e à descrição de uma situação, mas também de ser capaz de, em certos casos, gerar transformações que possibilitem evoluções no grupo ou organização envolvida.

Dessa forma, o autor entende que a pesquisa-ação constitui-se numa investigação social que relaciona a pesquisa e ação de tal forma que os pesquisadores e os membros do grupo social da realidade estudada participam

de modo colaborativo, não apenas para identificar e descrever os problemas vividos como também para experimentarem soluções em condições reais.

Franco (2005) identifica três importantes conceituações acerca das investigações realizadas no Brasil que utilizam a pesquisa-ação:

- A pesquisa-ação colaborativa: na qual os membros de um grupo de referência buscam o apoio de pesquisadores para tornar científico o processo instalado pelos sujeitos desse grupo.

- A pesquisa-ação crítica: ocorre quando o processo de transformação a ser implementada é percebido como necessário pelos membros do grupo a partir de trabalhos iniciais que valoriza a construção crítica e autônoma desse grupo.

- A pesquisa-ação estratégica: se a necessidade da transformação é planejada previamente pelos pesquisadores sem a participação dos sujeitos do grupo. Dessa forma, o pesquisador irá acompanhar os efeitos e avaliará os resultados de sua aplicação.

Nesse trabalho, como os professores procuraram o grupo de pesquisadores, ligados à Universidade, para assessorá-los numa implementação de um projeto interdisciplinar, entendemos que o tipo de pesquisa-ação utilizada foi a colaborativa.

Para Burns (1999) a pesquisa-ação colaborativa envolve, necessariamente, onze etapas:

1ª) Exploração: Nessa primeira etapa, o grupo de professores-pesquisadores colaborativos deverá buscar identificar o problema que irá mover o processo investigativo. O assunto deverá envolver todos os integrantes da pesquisa colaborativa.

2ª) Identificação: Nessa fase os professores-pesquisadores deverão identificar os aspectos que envolvem a situação a ser pesquisada. Devem, portanto, buscar descrever, com precisão, os aspectos que envolvem o problema

a ser pesquisado, caracterizando-o a através de documentos. Esse momento, também serve para que as hipóteses sejam levantadas.

3ª) Planejamento: É a etapa na qual os professores-pesquisadores buscam construir, de forma coletiva, meios de atuação, com vistas à obtenção de dados precisos sobre o problema que está sendo investigado.

4ª) Coleta de dados: É a etapa relativa à implementação da proposta planejada e a observação dos resultados positivos e negativos alcançados.

5ª) Análise e reflexão: diz respeito à avaliação dos resultados obtidos com a aplicação da proposta planejada.

6ª) Formulação de hipóteses e especulação: Após a análise dos dados os professores buscam explicar os motivos que determinaram os resultados obtidos.

7ª) Intervenção: em função das explicações dos resultados obtidos, busca-se (re)planejar as ações.

8ª) Observação: aplica-se as ações replanejadas e observa-se os novos resultados.

9ª) Relato: nessa fase, os professores-participantes discutem os resultados obtidos nas ações replanejadas.

10ª) Escrita: Nesta etapa um documento é redigido descrevendo todo o processo de pesquisa.

11ª) Apresentação: Busca-se difundir os resultados obtidos na pesquisa.

Como instrumentos de coleta de dados, utilizamos uma ata que documentou todas as reuniões. Além disso, contamos com a apresentação de relatórios dos professores-pesquisadores relativos aos resultados que obtinham com a aplicação de uma atividade planejada para ser trabalhada com os alunos.

O desenvolvimento da pesquisa contou com a participação de 22 professores de diferentes disciplinas. Nem todos os professores participaram da proposta, somente aqueles que, de fato, se mostraram interessados.

Portanto, a descrição de algumas das características dos professores-pesquisadores, envolvidos neste trabalho, está listada na tabela a seguir:

Tabela 3.1 – Caracterização dos sujeitos participantes da pesquisa quanto à formação acadêmica e tempo de docência.

Tempo de docência	**Leciona apenas nesta unidade escolar**	**Área de formação**	**Disciplina que leciona**	**Carga horária semanal**	**Pós-graduação**
3 anos	Não	Serviço Social	Sociologia	29h	--------
3 anos	Sim	Física	Física / Química	40h	--------
4 anos	Não	História	História / Sociologia	26h	--------
5 anos	Não	Filosofia	Filosofia	46h	Especialização: Filosofia
8 anos	Sim	Letras	Líng. Portuguesa	40h	Especialização: Gramática
8 anos	Sim	Letras	Líng. Portuguesa	11h	-------
10 anos	Não	Filosofia / Teologia	Filosofia	50h	Mestrado: Ciência da religião
11 anos	Não	Filosofia	Filosofia	42h	Especialização: Pedagogia
13 anos	Sim	Pedagogia	Educação Básica I	9h	------
15 anos	Não	Matemática	Matemática	47h	Especialização: Matemática
15 anos	Não	Sociologia	Sociologia / Geografia	40h	------
15 anos	Sim	Letras	Líng. Portuguesa	20h	------
17 anos	Não	Letras	Líng. Portuguesa	50h	Mestrado: Línguística aplicada ao ensino de línguas
17 anos	Sim	Matemática	Matemática	20h	Especialização: Matemática
20 anos	Sim	Pedagogia	Mediadora	40h	Especialização 1: Psicopedagogia Especialização 2: Educação especial
20 anos	Não	Matemática / Química	Matemática e Química	59h	------
21 anos	Sim	Letras	Inglês	32h	------
26 anos	Sim	Educação Física	Educação Física	30h	Especialização: Gestão Educacional
26 anos	Sim	História	História	25h	------
27 anos	Sim	Pedagogia	Educação Especial	30h	Especialização: Psicopedagogia
28 anos	Sim	Pedagogia	Educação Especial	25h	------
28 anos	Sim	Letras / Pedagogia	Líng. Portuguesa	31h	------

Portanto os vinte e dois professores participantes da pesquisa, em média, apresentavam 15,5 anos de experiência em docência, sendo que 66,7% dos docentes apresentavam uma experiência docente igual ou superior a 10 anos. 41,7% possuíam curso de pós-graduação e 58,3% lecionava em apenas uma unidade escolar, com carga-horária semanal de 33,7 hora aula (Quadro 3.1).

Quadro 3.1- Resumo das características do grupo de professores participantes de nossa pesquisa

Característica	Professores (n=22)
Professores com tempo de docência	15,5 ± 8,4 anos
Professores com curso de pós-graduação [n (%)]	10 (41,7%)
Professores que lecionam em apenas uma unidade escolar [n (%)]	14 (58,3%)
Carga horária de trabalho semanal	33,7 ± 12,9 horas

Algumas atividades da pesquisa ocorreram no âmbito da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá - UNESP, onde discussões sobre a pesquisa realizada, bem como alguns experimentos de Física e Química foram desenvolvidos.

Além disso, outros encontros foram realizados na própria escola, durante os horários de ATPC (Aula de Trabalho Pedagógico Coletivo).

3. 1 OBJETIVO GERAL DA PESQUISA

Portanto, o objetivo principal deste trabalho de pesquisa foi o de implementar, juntamente com professores da Educação Básica, de diferentes áreas do conhecimento, um projeto interdisciplinar em torno de uma temática científica.

3. 2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos adjacentes ao principal, este trabalho visou:

a) Identificar os obstáculos, bem como as dificuldades enfrentadas pelos professores nessa tarefa;
b) Caracterizar as trajetórias seguidas pelos professores visando desviarem-se dos obstáculos e superarem as dificuldades encontradas quando do desenvolvimento e da implementação de um projeto interdisciplinar na escola, e;
c) Estruturar uma proposta factível, atendo as necessidades curriculares previstas pela Secretaria do Estado da Educação de São Paulo.

4 RESULTADOS E ANÁLISE DE DADOS

Nos primeiros encontros com os professores-pesquisadores, que tinham por meta a implementação de uma prática interdisciplinar na escola onde lecionavam, a equipe de pesquisadores da universidade esclareceu que os Parâmetros Curriculares do Ensino Médio (BRASIL, 1999) propõem que o processo educativo seja implementado a partir de práticas pedagógicas que não se limitem à organização curricular estruturada por disciplinas, possibilitando ações educativas contextualizadas, de tal forma, que a construção do conhecimento possa ser estabelecida a partir da integração e articulação dos diferentes saberes.

Assim, foi proposto e aceito por todos que uma pesquisa-ação de caráter colaborativo, fosse implementada entre os professores-pesquisadores e os pesquisadores da universidade.

Assim, sendo, onze etapas de trabalho seriam seguidas:

a) Etapa de definição do problema de pesquisa: O problema já estava definido a *priori*, desde quando foram procurar os pesquisadores da universidade, os professores já tinham em mente que gostariam de implementar uma prática interdisciplinar. A questão, então, era: Como implementar essa proposta? Por onde começar? Como relacionar disciplinas tão diferentes quanto Física, Química, Português e Filosofia, por exemplo?

Com essa questão definida, o grupo de trabalho partiu para a segunda etapa da pesquisa-ação.

b) Etapa de identificação de referenciais teóricos: Nessa etapa foi proposto aos professores-pesquisadores a leitura de textos relativos à Teoria do Pensamento Complexo de Edgar Morin. Assim, os textos foram encaminhados para os professores e encontros foram marcados para que a discussão deles pudesse ser estabelecida. Em linhas gerais, foi discutido que, para Morin (2000), a fragmentação dos saberes, gerada pela lógica cartesiana da produção do conhecimento, impede uma prática educacional voltada para o desenvolvimento do pensamento complexo. Por esse ponto de vista, o autor sugere que uma mudança de paradigma é necessária para enfrentar os vários problemas com os quais a sociedade vem se deparando ao longo dos séculos, cujas soluções não

são possíveis a partir da hierarquização e organização do saber no pensamento contemporâneo. Para o autor:

> (...) a inteligência parcelada, compartimentada, mecanicista, disjuntiva e reducionista, rompe o complexo do mundo em fragmentos disjuntos, fraciona os problemas, separa o que está unido, torna unidimensional o multidimensional (MORIN, 2000, p. 43).

Para Augusto *et. al.* (2004), a interdisciplinaridade, enquanto prática de ensino, tem por meta, a formação de alunos capazes de adotar um pensamento que relacione coisas que, aparentemente, mostram-se separadas e articule diferentes pontos de vista para o estabelecimento de uma visão menos reducionista da realidade. Nessa perspectiva, os autores ainda enfatizam que a maioria dos professores da área de Ciências da Natureza, mesmo conscientes da importância da adoção de uma prática interdisciplinar, ainda desconhecem seus reais fundamentos e a confundem com a multidisciplinaridade ou com a mera contextualização. Dessa forma, é de suma importância que os cursos de formação inicial e continuada de professores possam oferecer meios de reflexão, tanto de ordem teórica quanto prática, para que os docentes sejam capazes de planejar e gerir projetos interdisciplinares. Para Japiassú (1976), a interdisciplinaridade se estabelece mediante um processo de ação e de interação no qual diferentes especialistas em diferentes disciplinas dialoguem no interior de um projeto de pesquisa. Em posição convergente, Fazenda (2001) destaca que:

> O termo interdisciplinaridade se compõe de um prefixo – *inter* (reciprocidade, interação) - e de um sufixo – *dade* (dá qualidade ou modo de ser) que se justapõe ao substantivo disciplina (*epistemé*) (FAZENDA, 2001, p. 23).
> O pensar interdisciplinar parte do princípio de que nenhuma forma de conhecimento é em si mesma racional. Tenta, pois, o diálogo com outras formas de conhecimento, deixando-se interpenetrar por elas. (...) não se ensina, nem se aprende, vive-se, exerce-se (FAZENDA, 2001, p. 17).

Partindo desse pensamento, nos cursos de formação continuada, os docentes devem ter a oportunidade de não apenas conhecerem e discutirem aspectos teóricos da interdisciplinaridade como também compartilharem experiências e estabelecerem diálogos no contexto de um projeto de pesquisa, comprometendo-se pela busca por soluções diante de um problema.

A partir dessas considerações, os pesquisadores da universidade destacaram que seria necessário, para o planejamento da proposta interdisciplinar, pensar num tema próprio da realidade dos alunos que, de fato, representasse um problema real da comunidade, para que assim, as diferentes disciplinas pudessem dialogar entre si, trocar ideias, e, dessa forma, proporem interconexões para que, juntas, oferecerem uma maior contribuição na busca por soluções.

Tendo em vista aspectos próprios da comunidade, destacados inclusive pela mediadora de conflitos da unidade escolar, a questão do uso de bebidas alcoólicas foi proposta para ser o tema do trabalho interdisciplinar.

Apesar de ter sido aceita por todos, a proposta gerou preocupações nos professores-pesquisadores quanto às dificuldades em perceber as contribuições que sua disciplina poderia trazer para o tema em questão.

c) Planejamento: nessa etapa as reuniões tiveram, por meta, discutir artigos que trouxessem para o foco da discussão o significado da interdisciplinaridade e do desenvolvimento do pensamento complexo na perspectiva proposta Edgar Morin, ou seja, as aulas deveriam evidenciar não apenas conteúdos conceituais, mas também propiciar:

I. Alertas sobre o erro de toda teoria e a ilusão do conhecimento verdadeiro;

II. A percepção da importância de que todo conhecimento deve ser pertinente, ou seja, deve permitir a resolução ou enfrentamento de problemas;

III. A tomada de consciência quanto à condição humana e a identidade humana, gerando uma maior compreensão quanto às diferenças e a necessidade de conviver-se com elas;

IV. A aceitação quanto ao fato de termos que viver com as incertezas, sem ansiedades e medos desnecessários; e

V. A criação de uma ética do gênero humano.

Paralelo às leituras, discussões e reflexões, relativas aos textos, os professores-pesquisadores deveriam se debruçarem sobre as propostas curriculares e, dessa forma, buscar estabelecer ações didáticas em suas disciplinas que pudessem atender ao projeto sobre bebidas alcoólicas.

As atividades desenvolvidas se desencadearam a partir de propostas experimentais que envolviam a determinação do teor alcoólico de cachaças e de vodcas no contexto das disciplinas de Física e Química. Mais adiante detalharemos melhor essas atividades, bem como as demais.

d) Coleta de dados: uma vez planejado, algumas ações foram implementadas para ver o impacto que geraria nos alunos, não só em termos de aprendizagem, mas em relação às atitudes em sala de aula. Cada ação foi planejada e, como processo de coletada de dados, os professores-pesquisadores deveriam videogravar ou fazer anotações em diários e/ou portifólios.

e) Reflexão sobre os dados: os dados obtidos em sala de aula foram apresentados pelos professores nas reuniões. As impressões e reflexões eram debatidas.

f) Explicando os dados: durante as discussões dos dados, os professores-pesquisadores iam levantando hipóteses na tentativa de explicar os fenômenos observados em sala de aula. Essas hipóteses eram confrontadas com os referenciais teóricos lidos e discutidos em reuniões anteriores. Algumas dessas hipóteses serão apresentadas mais a frente neste capítulo.

g) Replanejamentos: em função das discussões dos dados e das hipóteses explicativas, muitas atividades foram replanejadas, atendendo às sugestões dos próprios professores-pesquisadores.

h) Reaplicação das atividades: após o replanejamento algumas atividades foram reaplicadas e, dessa forma, novos resultados de sala de aula foram gerados.

i) Relatos: os professores-pesquisadores apresentavam seus relatos relativos à reaplicação das atividades.

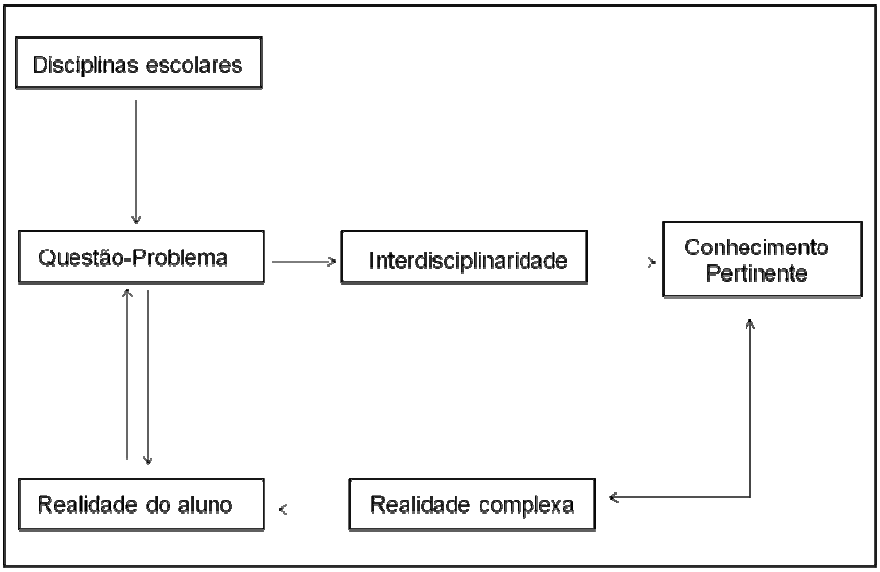
Os tópicos relativos à escrita do trabalho e de sua apresentação ficaram sob minha responsabilidade e se configuram nesta dissertação que apresento.

A seguir, apresentaremos os dados relativos à etapa de planejamento das atividades realizada pelos professores-pesquisadores.

4.1 PLANEJAMENTO DA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR

Para desenvolver o conhecimento pertinente no âmbito escolar, partimos do princípio de que é fundamental reconhecer que a realidade do aluno é complexa e que as contribuições dos diversos especialistas das disciplinas escolares, por mais que sejam reducionistas, são imprescindíveis à compreensão de uma realidade. Como forma de intervenção em determinado problema, buscamos a solução de uma questão problema de maneira contextualizada, possibilitando o estabelecimento das relações entre o conhecimento científico e o senso comum para desenvolver o ensino interdisciplinar, de modo a atingir o conhecimento pertinente para intervir na realidade complexa do aluno (Quadro 4.1).

Quadro 4.1 – Relações a serem feitas para desenvolver o conhecimento pertinente.



O álcool utilizado nas bebidas alcoólicas pode apresentar um problema diretamente ou indiretamente na vida das pessoas e dessa forma, as disciplinas escolares podem auxiliar uma discussão entorno dessa problemática.

A partir da escolha da questão problema foi solicitado aos professores que registrassem suas dúvidas e elaborassem questões pertinentes para o esclarecimento do problema, cuja questão norteadora foi: <u>será que o uso de bebidas alcoólicas é um problema?</u>

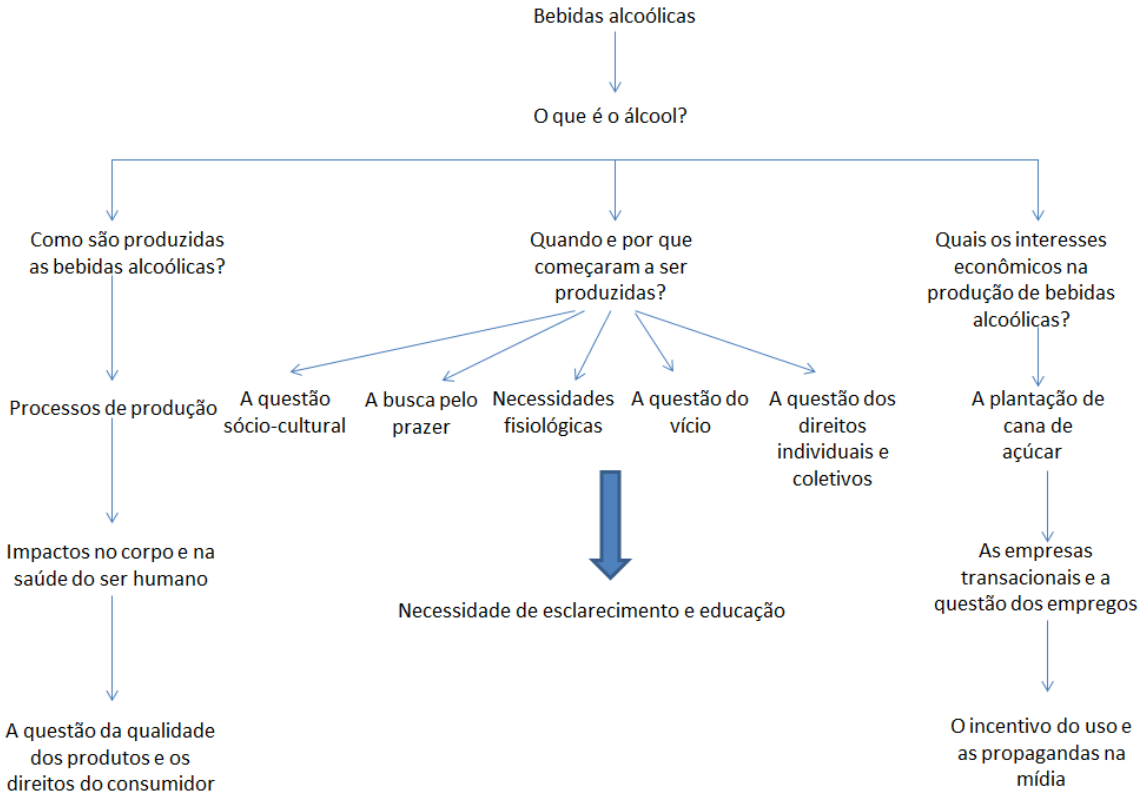
Questões secundárias foram colocadas, dentre elas podemos citar: porque o álcool vicia? Quais os sintomas do álcool no corpo humano? O que é o álcool?

Se o álcool traz problemas, por que as pessoas o utilizam? Como o álcool passou a ser utilizado ao longo da história? Com o uso individual do álcool traz impacto coletivo? Como fica, nesse caso, a questão ética dos direitos individuais e coletivos? Qual é o impacto econômico do uso de bebidas alcoólicas? Como é a influência da Tv e da cultura familiar na questão do uso da bebida alcoólica?

A partir dessas questões, buscamos, juntos, idealizar uma mapa que organizasse as ideias em temas e disciplinas.

A partir dessas questões um mapa foi idealizado para sintetizar as ideias levantadas.

Quadro 4.2 – Questões formuladas pelos professores direcionadas para a questão problema.

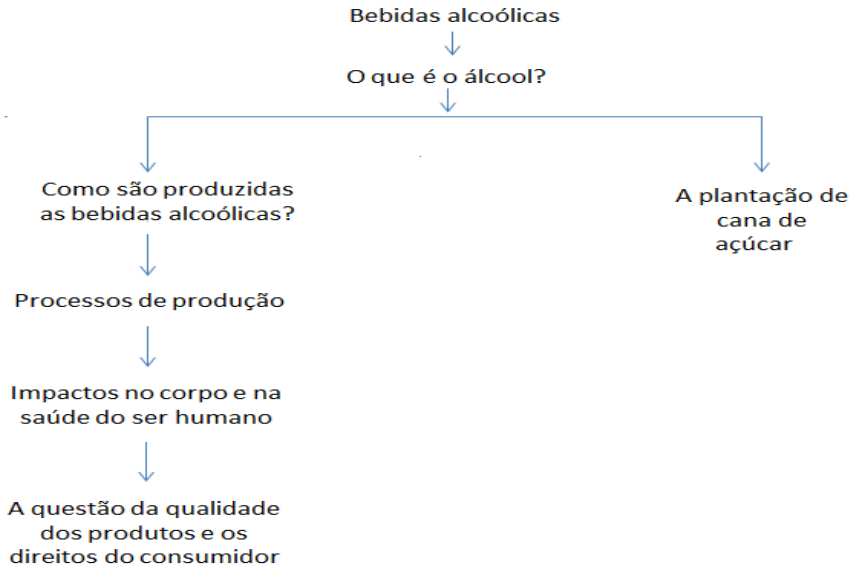


Em função dessas questões, os professores-pesquisadores, em função de suas disciplinas, resolveram pensar as contribuições que cada disciplina, em função dos conteúdos, poderia trazer para a abordagem da temática em sala de aula.

Em resposta a essa tarefa os professores-pesquisadores produziram as seguintes ideias:

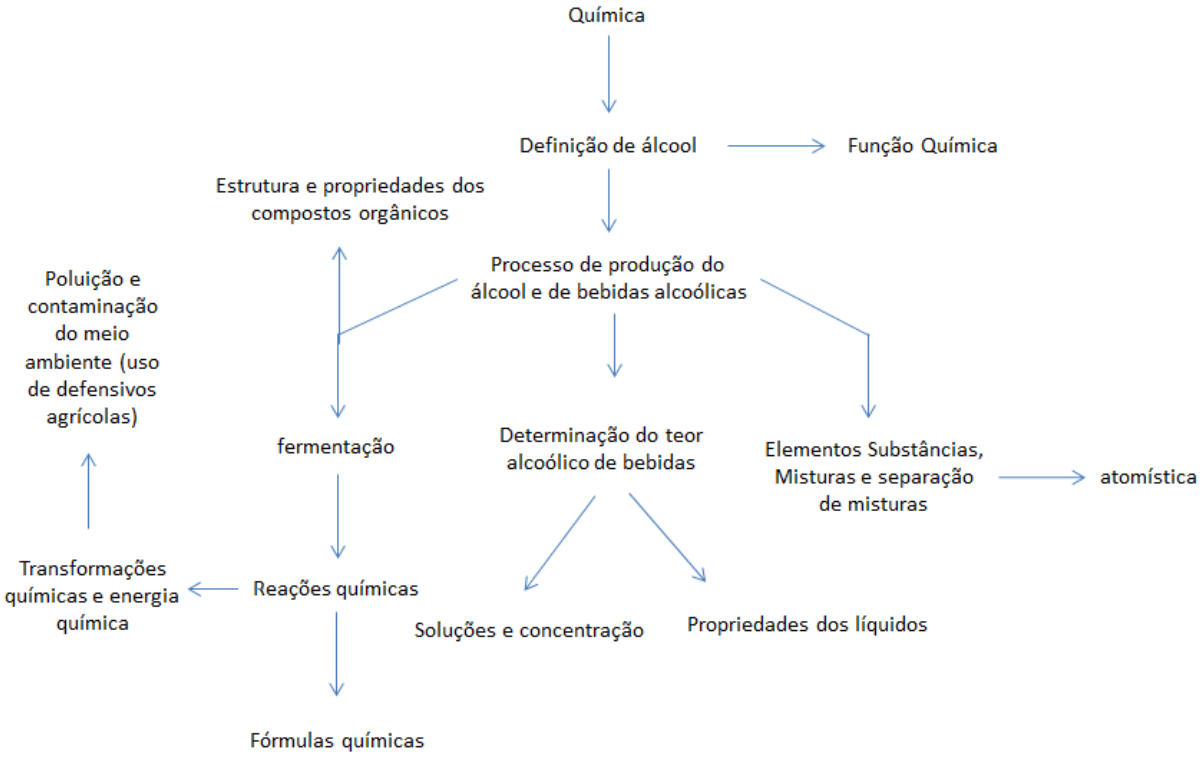
a) Em relação à Química os professores imaginaram que poderiam contribuir com os seguintes tópicos do quadro geral:

Quadro 4.3 – Tópicos a serem abordados em Química.



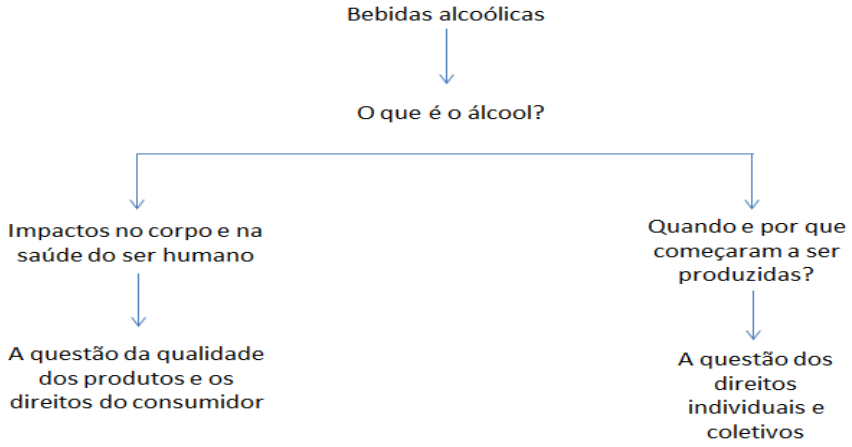
Mais especificamente, os professores de Química identificaram os seguintes conteúdos:

Quadro 4.4 – Conteúdos a serem trabalhados em Química.



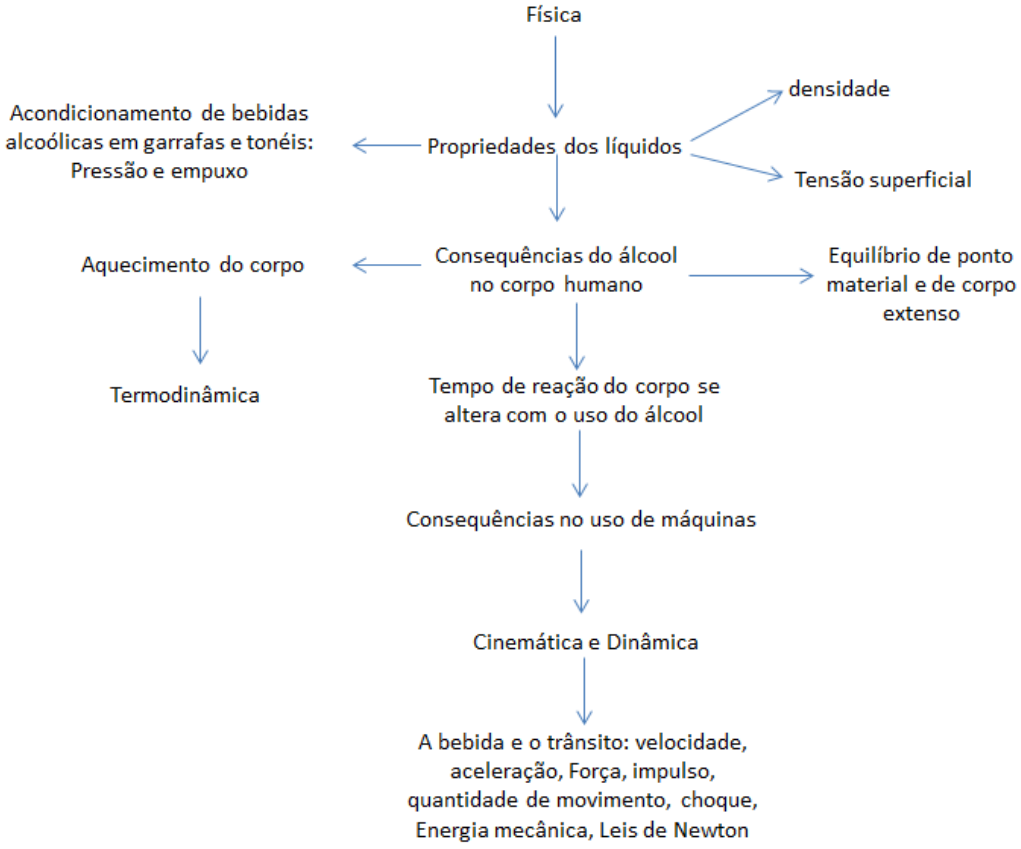
b) Em relação à Física, os professores-pesquisadores imaginaram que poderiam contribuir com os seguintes tópicos do quadro geral:

Quadro 4.5 – Tópicos a serem abordados na disciplina de Física.



Mais especificamente, os professores-pesquisadores de Física identificaram os seguintes conteúdos.

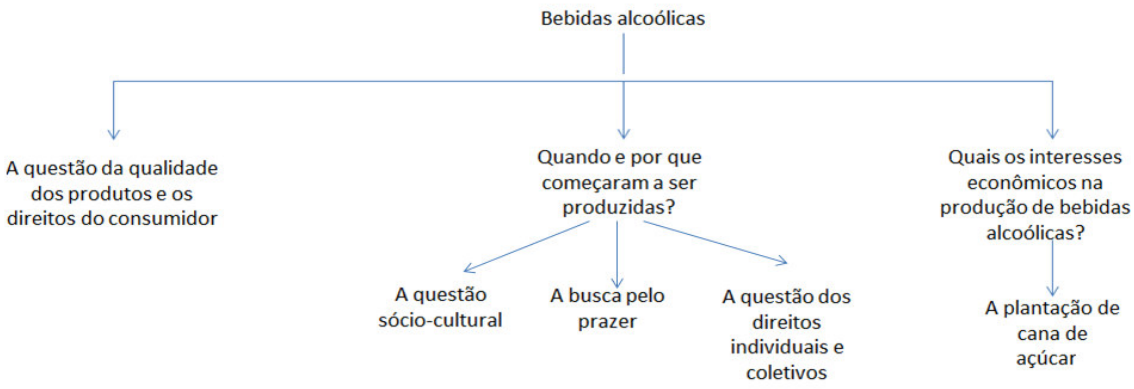
Quadro 4.6 – Conteúdos a serem trabalhados em Física



c) Do ponto de vista da Matemática, os professores-pesquisadores imaginaram que poderiam contribuir com o tratamento da informação tendo em vista os experimentos e as pesquisas realizadas no âmbito da atividade experimental.

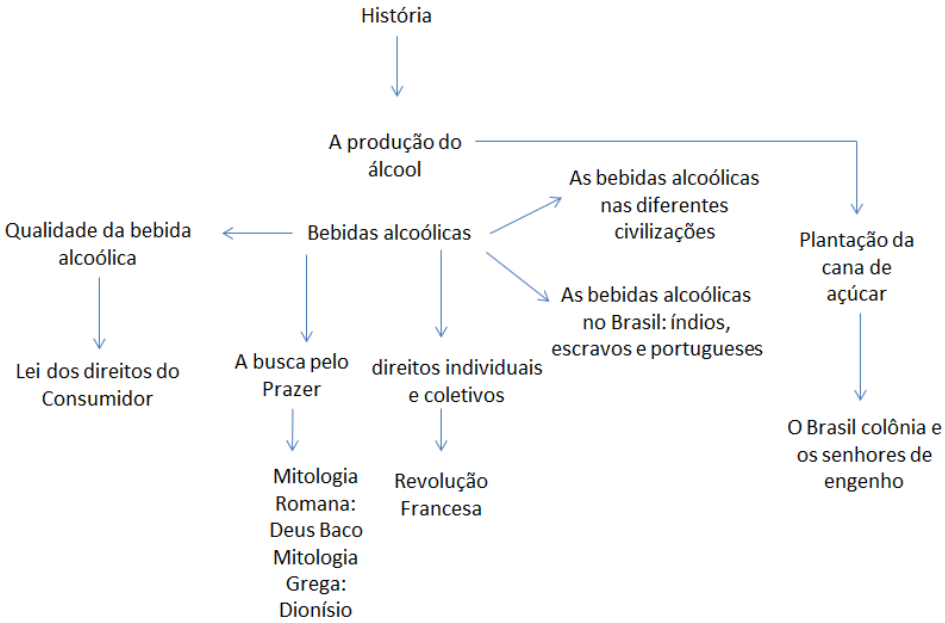
d) Em relação à História, os professores-pesquisadores imaginaram que poderiam com os seguintes tópicos do quadro geral:

Quadro 4.7 – Tópicos a serem trabalhados na disciplina de História.



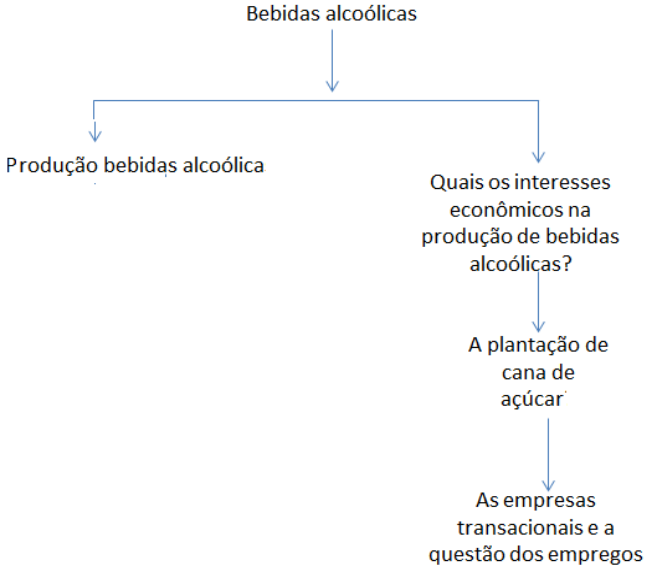
Mais especificamente, os professores-pesquisadores de História identificaram os seguintes conteúdos.

Quadro 4.8 – Conteúdos a serem trabalhados pelo professor de História.



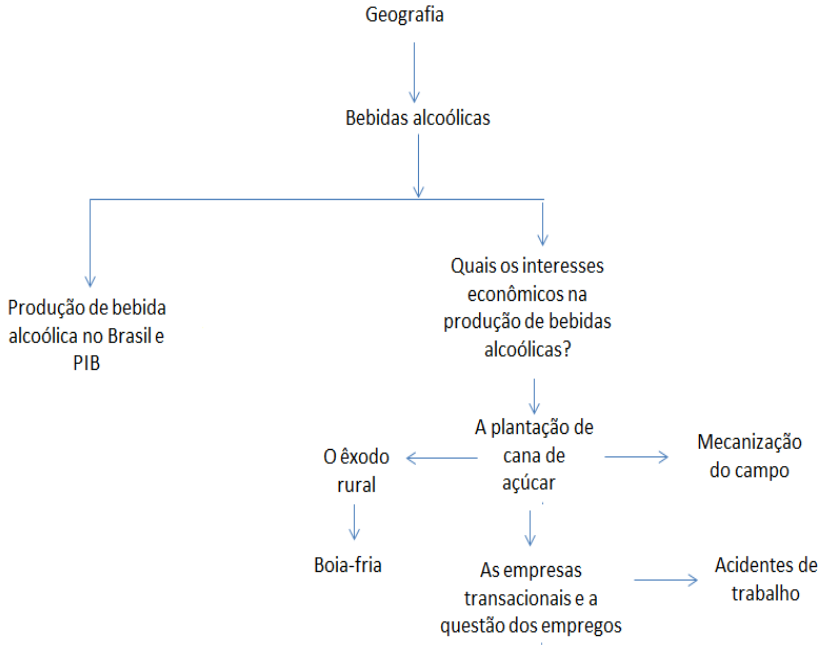
e) Em relação à Geografia, os professores-pesquisadores imaginaram que poderiam com os seguintes tópicos do quadro geral:

Quadro 4.9 – Tópicos a serem abordados pela disciplina de Geografia.



Mais especificamente, os professores-pesquisadores de Geografia identificaram os seguintes conteúdos:

Quadro 4.10 – Conteúdos a serem trabalhados na disciplina de Geografia.

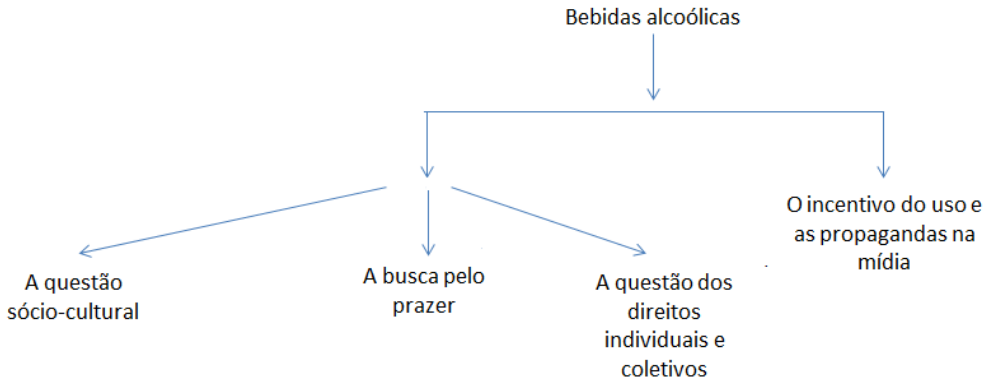


f) Do ponto de vista de Língua Portuguesa, os professores-pesquisadores imaginaram que poderiam contribuir na leitura e interpretação de diferentes textos, de caráter científico ou literário. Além disso, contribuiriam na produção de textos argumentativos sobre o tema bebidas alcoólicas.

g) Com relação à disciplina de Inglês os professores discutiram a possibilidade de propiciar a leitura de textos científicos sobre o uso do álcool em inglês.

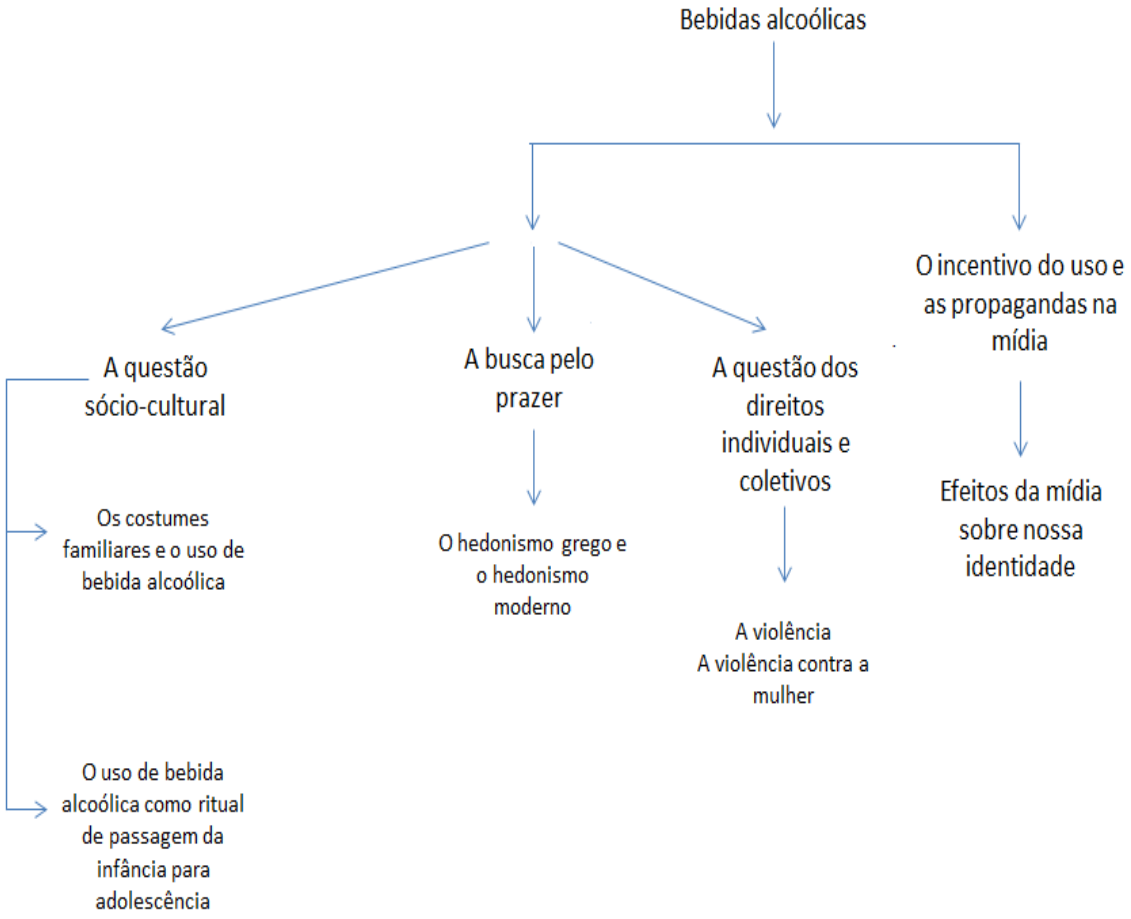
h) Em relação à Sociologia e Filosofia, os professores-pesquisadores imaginaram que poderiam com os seguintes tópicos do quadro geral:

Quadro 4.11 – Tópicos a serem abordados pelas disciplinas de Sociologia e Filosofia.



Mais especificamente, os professores-pesquisadores de Sociologia e Filosofia identificaram os seguintes conteúdos.

Quadro 4.12 – Conteúdos a serem trabalhados pelos professores de Sociologia e Filosofia.



Em seguida a apresentação dos professores-pesquisadores acerca da maneira como viam a relação entre os conteúdos relativos à suas respectivas disciplinas e a questão do uso de bebidas alcoólicas, foi realizado uma reflexão da estrutura organizada com o referencial teórico estudado.

Os professores-pesquisadores julgaram que além de articulação entre as diferentes disciplinas, que, por sua vez, favorece o diálogo entre elas, as propostas apresentadas atendiam não apenas as orientações dos PCN(s) mas, também, aos objetivos propostos por Morin (2000).

A seguir, apresentamos a tabela 4.1, resumindo a reflexão dos professores-pesquisadores em relação à articulação dos temas e como estes contemplavam a construção dos saberes desenvolvidos.

Tabela 4.1- Articulação entre as disciplinas e as construções dos saberes

Disciplinas	Articulação	Os Saberes desenvolvidos
Química	História, Geografia, Sociologia, Física	cegueira do conhecimento humano, conhecimento pertinente, compreensão, enfrentando as incertezas.
História	Geografia, Sociologia	Ética do gênero humano, cegueira do conhecimento, conhecimento pertinente, compreensão.
Sociologia	Filosofia, Matemática	Condição humana, ética do gênero humano, enfrentando as incertezas, condição humana, conhecimento pertinente, compreensão.
Filosofia	Sociologia, Física, Geografia	Condição humana, ética do gênero humano, identidade terrena, conhecimento pertinente, compreensão
Geografia	Química, História, Filosofia	Ética do gênero humano, identidade terrena, conhecimento pertinente, compreensão.
Língua Inglesa	Biologia (podendo articular com todas)	Enfrentando as incertezas, cegueira do conhecimento, conhecimento pertinente.
Física	Matemática, Química, Filosofia	Enfrentando as incertezas, cegueira do conhecimento, conhecimento pertinente, compreensão.
Matemática	Física, Química, Sociologia	Enfrentando as incertezas,
Língua Portuguesa	Física, Química, Geografia, História, Filosofia, Sociologia	Compreensão, conhecimento pertinente, condição humana

Após o planejamento dos conteúdos os professores-pesquisadores começaram a idealizar atividades para que os conteúdos pudessem ser abordados em sala de aula.

A partir de então já não se podia mais perceber a apreensão dos professores quanto às dificuldades em relacionar o tema com seus conteúdos. Eles se sentiam mais confiantes e motivados a continuar o caminho que iniciaram.

Segundo Tardif e Raymond (2000), os saberes da profissão docente são temporais e construídos ao longo de sua carreira com intervenções da dimensão identidárias, da formação entre pares e por mudanças das práticas pedagógicas

na atuação do professor, além de também ser um dado subjetivo no sentido de construir o “eu” profissional.

Nosso grupo se constituía de docentes com um razoável tempo de experiência docente (Tabela 3.1) e isso possibilitou favorecer a resignificação de seu saber profissional. Suas preocupações e inseguranças iniciais pareciam, de fato, ser uma questão de falta de oportunidades para trocarem ideias, organizar o pensamento e estudarem referencias teóricos que lhes dessem as bases para a construção de um planejamento coletivo.

4.2 PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES

Cada professor-pesquisador ficou responsável por trazer para as reuniões propostas de atividades, ligadas às suas disciplinas, que, de fato, se mostrassem interessantes para serem trabalhadas em sala de aula e propiciassem não apenas o desenvolvimento conceitual, mas, também o desenvolvimento do pensamento complexo dos alunos.

Antes disso, foi decidido que era preciso estudar referenciais teóricos que indicassem quais deveriam ser as características de tais atividades para que elas fossem significativas para os estudantes.

Os trabalhos de Hodson (1993); Praia *et al* (2002); Delizoicov *et al*. (2002); Carvalho e Gil-Perez (2003) e Monteiro e Teixeira (2004) , foram estudados.

Nestes artigos os autores chamam a atenção para a importância das atividades experimentais no Ensino de Ciências e destacam que estas devem ser precedidas por uma problematização, de forma a motivar o estudante a se debruçar em torno da busca por soluções. Em seguida, a experimentação deve ser realizada, num clima na qual os alunos tenham a oportunidade de levantar e testar suas hipóteses; e, enfim, após ser finalizada a fase de levantamento de dados, uma intensa discussão entre alunos e professores deve ser estabelecida para que seja possível construir argumentos que justifiquem os resultados obtidos e conclusões sejam estabelecidas.

Os professores-pesquisadores, então definiram que o problema geral a ser estabelecido para os alunos seria: “O uso de álcool faz bem ou mal? Afinal por

que fazemos uso das bebidas alcoólicas? Justifique sua resposta com argumentos estabelecidos nas diferentes aulas que você tiver sobre o tema".

Assim, durante as aulas cada professor trabalharia um aspecto da temática e os estudantes formariam grupos de trabalho. As conclusões, de cada grupo, deveriam levar em conta todos os aspectos discutidos nas diferentes disciplinas. Como trabalho final os alunos entregariam uma monografia sobre suas opiniões.

Buscando evitar longas descrições das diferentes atividades propostas, optamos por descrever três atividades que foram estudadas, planejadas e aplicadas pelos professores-pesquisadores das disciplinas de Física, Química e Matemática.

4.3 AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS SOBRE DETERMINAÇÃO DE TEOR ALCOÓLICO

Para preparar as atividades começamos, então, a estudar artigos com propostas de atividades relacionadas ao Ensino de Ciências. Dois desses artigos orientavam como determinar, quantitativamente, o teor alcoólico de cachaças e de vodcas (MONTEIRO *et al*., 2012; VAZ *et al*., 2013).

Primeiro com relação à determinação do teor alcoólica da cachaça, os materiais e reagentes necessários para a execução da experiência foram: - 11 Balões volumétricos, um de 1000 e dez de 100 mL; - 5 Provetas: 10, 25, 50, 100 e 500 mL; - 10 Picnômetros de 25 mL; - 10 Tubos capilares de vidro de 1,0 mm de diâmetro interno e 75 mm de comprimento; - 10 tubos de ensaio pequenos com sua estante; - 10 Béqueres de 100 mL; - 1 Frasco com conta-gotas contendo álcool iso-amílico P.A; - 10 Pinças metálicas; - 10 Paquímetros; - 10 Réguas de plástico transparente de 30 cm; - 10 Suportes universais; - 10 Garras metálicas; - 1 Rolo de fita adesiva transparente; - 1 Termômetro; - 1 Balança semi-analítica; Álcool 70º INPM (70 % m/m) de uso doméstico ou hospitalar; - Cachaça adoçada 39 % vol.; - Papel toalha.

Para realizar as atividades experimentais em sala de aula, os professores deveriam seguir as seguintes etapas:

1º) Preparação das soluções pelo professor: preparar com antecedência 1 L de solução aquosa de etanol 5,0 mol/L, uma vez que o processo de dissolução é

exotérmico e os volumes não são totalmente aditivos. Para tal fim recomenda-se medir 500 mL de água destilada com uma proveta e transferir a um balão volumétrico, adicionar 380 mL de álcool 70 % m/m, agitar e deixar esfriar. Completar o volume com água destilada. Por diluição dessa solução serão preparados 100 mL das seguintes soluções: 4,5; 4,0; 3,5; 3,0; 2,5; 2,0; 1,5; 1,0 e 0,5 mol/L. Nessa faixa de concentrações, as soluções não são inflamáveis e podem ser guardadas à temperatura ambiente.

2º) Planejamento das atividades dos alunos: para maior organização e aproveitamento da aula prática, recomenda-se a divisão dos alunos em dez grupos, em consonância com dez soluções de álcool etílico de diferentes concentrações. Deste modo, cada grupo realizará medidas com um picnômetro e com um tubo capilar em água destilada e em uma das soluções de álcool etílico (sem e com a adição de álcool iso-amílico). Os valores de densidade e de elevação capilar obtidos por cada um dos grupos permitirão o estudo dessas propriedades em função da concentração de álcool e a determinação do teor alcoólico de uma ou mais cachaças.

3º) Medidas relacionadas com a densidade: a aferição do picnômetro (Figura. 4.1a) torna-se necessária uma vez que o volume nominal pode ter sido determinado a uma temperatura diferente da de trabalho. Assim, cada grupo deverá: pesar um picnômetro limpo e seco, enchê-lo com água destilada, secá-lo por fora com papel toalha, pesá-lo novamente e, por diferença de massas, calcular a massa da água destilada; após consultar na Tabela 4.2 a densidade à temperatura de trabalho, calcular o volume do picnômetro; caso a temperatura seja diferente da tabelada, obter a densidade por interpolação numérica; transferir 50 mL de solução de álcool etílico para uma proveta, enxaguar o picnômetro com 10 mL desta solução, enchê-lo, secá-lo com papel toalha e pesá- lo; por diferença de massas, calcular a massa dessa solução e, a partir do volume aferido, a densidade; à solução remanescente no balão (50 mL), adicionar uma gota de álcool iso-amílico, agitar e repetir o mesmo procedimento de medida.

Tabela 4.2 – Propriedades físicas intensivas da água (HANDBOOK..., 1967).

Temperatura (°C)	Densidade (kg/m^3)	Tensão Superficial (10^{-3} N/m)
10,0	999	74,22
15,0	999	73,49
20,0	998	72,75
25,0	997	71,97
30,0	995	71,18

4º) Medidas relacionadas com a ação capilar: na presente experiência, o tubo capilar é um instrumento de medida, portanto, a aferição do raio interno também se faz necessária à temperatura de trabalho. Sendo assim, cada grupo deve mergulhar completamente um tubo capilar em um tubo de ensaio contendo água destilada durante trinta minutos e assegurar-se de que não fiquem bolhas de ar presas no capilar para garantir a molhabilidade do vidro. Finalizado o período de imersão, deverá despejar a água do tubo de ensaio e, com uma pinça, retirar o capilar.

Em seguida, as equipes deverão posicionar verticalmente uma régua sobre um béquer contendo 25 mL de água destilada e fixar o capilar sobre a régua com uma fita adesiva, de modo que a sua parte inferior fique abaixo do nível do líquido no mínimo 0,5 cm. Para facilitar a leitura da elevação capilar com o paquímetro, indica-se adicionar quantidade de água necessária para que a superfície da mesma coincida com uma linha da escala milimétrica da régua.

Finalmente, os grupos deverão encostar o paquímetro sobre a régua e, mediante sua haste de profundidade, realizar a medida da altura do líquido no tubo capilar, conforme mostrado na Figura 4.1-b, para, enfim, consultar na Tabela 4.2, a tensão superficial da água à temperatura de trabalho e, com auxílio da densidade, calcular o raio médio do tubo capilar (Equação 1). Caso a temperatura seja diferente da tabelada, é possível obter a tensão superficial por interpolação numérica.

Em seguida, cada grupo deve esvaziar o capilar com a ajuda de papel toalha, enxaguá-lo por imersão dentro de um tubo de ensaio contendo a solução de álcool etílico, transferir a solução contida no picnômetro para um béquer, fixar o capilar sobre a régua e realizar a medida da elevação da solução.

Figura 4.1: Instrumentos de medida para (a) determinação da densidade e (b) elevação capilar.

Fonte: MONTEIRO *et al.*,2012

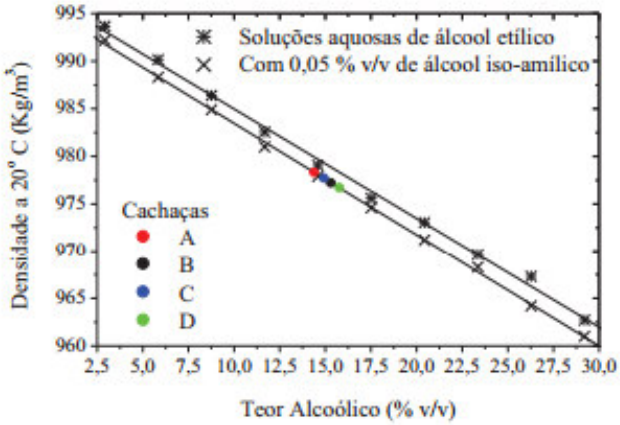
Após essa etapa, deve repetir o mesmo procedimento de medida para a solução contendo álcool iso-amílico e calcular a tensão superficial em cada caso, utilizando a equação 1.

$$2.\frac{h}{r} = h.\rho.g \qquad (1)$$

5º) Determinação do teor alcoólico da cachaça: para a determinação do teor alcoólico da cachaça, deve-se preparar 50 mL de solução cachaça-água 1:1. Para esse propósito, deve-se medir 20 mL de água destilada com uma proveta e transferir a um balão volumétrico, adicionar 25 mL de cachaça adoçada, agitar e completar o volume com água destilada. Esta solução aquosa não é inflamável. Determinar a densidade e a elevação capilar como descrito anteriormente e, a partir desses valores, calcular a tensão superficial (Equação 1).

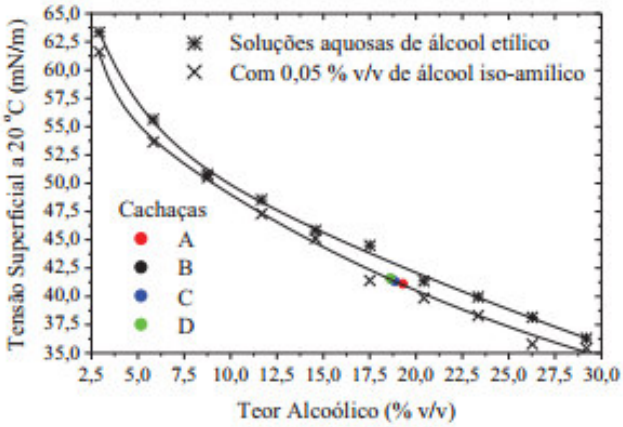
A partir dos dados coletados pode-se traçar dois gráficos: um relativo à densidade versus teor alcoólico e outro da tensão superficial versus teor alcoólico.

Figura 4.3 - Gráfico de densidade por concentração de álcool (densidade x teor alcóolico) para as cachaças A, B, C e D.



Fonte: MONTEIRO, M. A. A. *et al*., 2012.

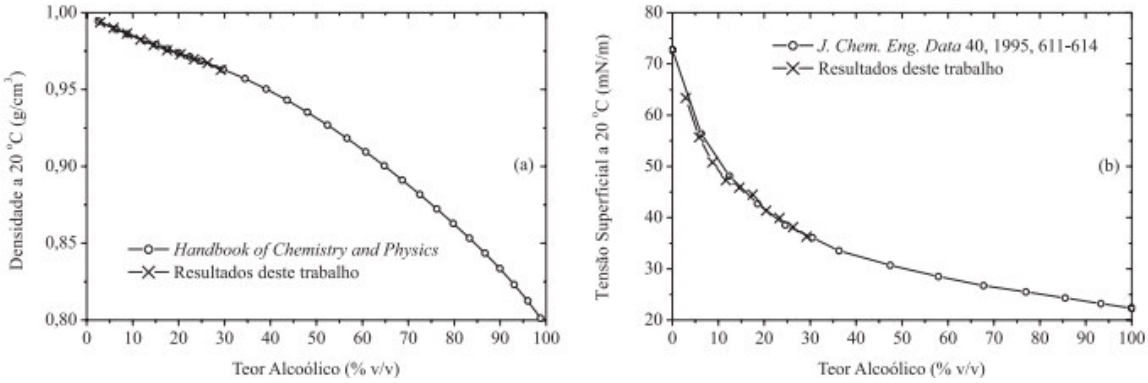
Figura 4.4 - Gráfico da tensão superficial em função da concentração de álcool (tensão superficial x teor alcoólico) para as cachaças A, B, C e D.



Fonte: MONTEIRO, M. A. A. *et al*., 2012.

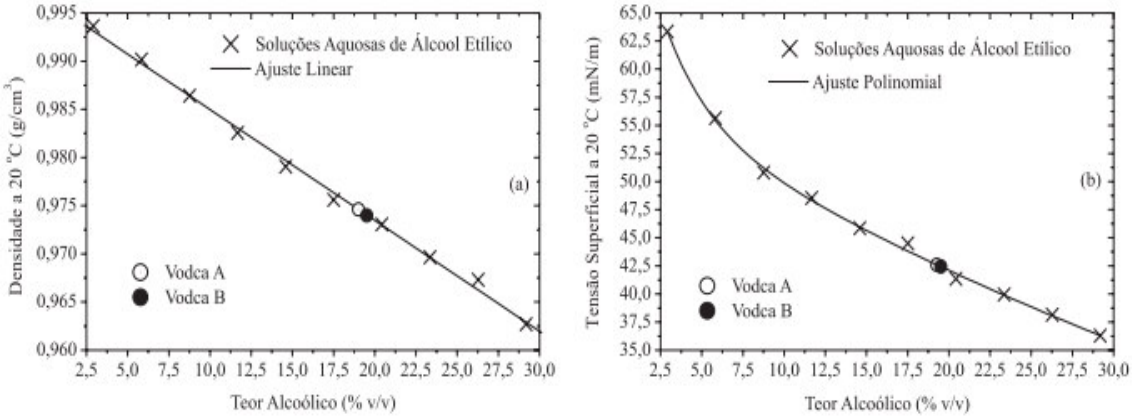
No artigo relativo à determinação do teor alcoólico de vodcas, segue-se o mesmo procedimento que o utilizado na determinação do teor alcoólico da cachaça e obtêm-se os seguintes resultados apresentados nas Figuras 4.5 e 4.6.

Figura 4.5 - Comparação das densidades (a) e das tensões superficiais (b) obtidas neste trabalho com dados da literatura.



Fonte: VAZ, E. L. S. *et al.*, 2013.

Figura 4.6 - Densidades (a) e tensões superficiais (b) das soluções de etanol e das vodcas diluídas.



Fonte: Fonte: VAZ, E. L. S. *et al.*, 2013.

Outra atividade que foi realizada é a construção de um bafômetro de baixo custo (FERREIRA *et al.,*1997).

Para essa atividade usou-se os seguintes materiais: 4 bexigas de cores diferentes; 4 pedaços de mangueira plástica transparente (diâmetro externo de aproximadamente 1 cm ou 3/8 de polegada) e 10 cm de comprimento; 2 tabletes de giz escolar; 4 rolhas para tampar as mangueiras; algodão; solução ácida de dicromato de potássio (40 mL água + 10 mL ácido sulfúrico comercial concentrado e 1 g de dicromato de potássio).

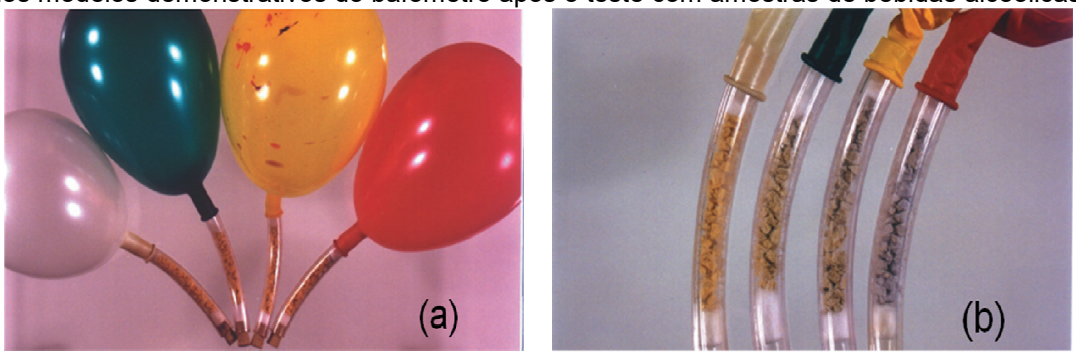
A partir desses materiais são preparados 4 bexigas:

Para tanto, quebra-se o giz em pedaços pequenos (evitando que o pó de giz se misture aos fragmentos). Coloca-se os fragmentos de giz em um recipiente e a seguir eles são molhados com a solução de dicromato, de maneira que eles fiquem úmidos, mas não encharcados. Com o auxílio de um palito, mistura-se os fragmentos de giz colorido pela solução de forma que o material fique com uma cor homogênea. Coloca-se um chumaço pequeno de algodão em cada uma das quatro mangueiras e depois as rolhas são colocadas na extremidade na qual o chumaço de algodão é colocado. A seguir, coloca-se mais ou menos a mesma quantidade de fragmentos de giz nas quatro mangueiras.

Então, coloca-se 0,5 mL (cerca de 10 gotas) de aguardente na bexiga nº 2, 0,5 mL de vinho na bexiga nº 3; 0,5 mL de cerveja no balão nº 4 e na bexiga nº 1 não se coloca nada, pois ele é o controle do experimento.

Dessa forma, pede-se para que os alunos assoprem as bexigas, enchendo-as de ar e, para, em seguida, esvaziá-las, soltando o ar dentro das mangueiras previamente preparadas.

Figura 4.7 - (a) Montagem dos modelos demonstrativos do bafômetro antes do teste(b) Montagem dos modelos demonstrativos do bafômetro após o teste com amostras de bebidas alcoólicas.



Fonte: FERREIRA *et al.,*1997.

O vapor de álcool contido no ar reage com o dicromato de potássio, provocando uma mudança de cor no giz. A intensidade da mudança na cor é proporcional ao teor de álcool no ar exalado das bexigas.

Enquanto nas duas primeiras experiências as atividades tiveram um caráter quantitativo, a terceira teve uma abordagem qualitativa.

4.4 APLICANDO A ATIVIDADE EM SALA DE AULA

As aplicações das atividades envolveram professores de Física, Química e Matemática. Os professores-pesquisadores aplicaram as atividades em alunos do segundo ano do Ensino Médio.

Segundo o relato dos professores-pesquisadores, em relação às duas primeiras atividades, elas envolveram muito os estudantes.

Todos manifestaram muita motivação, curiosidade e interesse durante todo o trabalho. Contudo, os estudantes apresentaram muitas dificuldades em várias etapas do trabalho experimental. As deficiências conceituais, procedimentais e atitudinais tornaram os estudantes muito dependentes dos professores em sala de aula.

Em muitas ações os alunos tinham dúvidas e solicitavam o auxílio do professor. Mesmo em relação à construção dos gráficos: desde a escolha da escala até a definição dos pontos no papel milimetrado.

Segundo os professores, se por um lado, o trabalho foi difícil, envolvendo mais tempo do que achavam que iriam ocupar, as atividades permitiram uma interação mais próxima, possibilitando aos docentes compreender e sanar as principais dúvidas e dificuldades dos estudantes.

A terceira experiência era mais simples, não exigia muita habilidade dos estudantes, porém, por outro lado, apesar da motivação, interesse, curiosidade e surpresa, os estudantes não interagiram tanto com os professores e, dessa forma, não evidenciaram suas dificuldades e dúvidas.

Uma dificuldade com essa experiência foi o fato de os professores terem de manusear o ácido concentrado, que poderia ser perigoso para os alunos, além dos estudantes desejarem tomar as bebidas (o vinho, a cerveja e a aguardente) utilizadas na experiência.

No caso das duas primeiras experiências as soluções utilizadas eram diluídas, portanto, a dificuldade em controlar os alunos para não fazerem uso da bebida alcoólica não foi destacada.

Com relação às discussões, os professores-pesquisadores as descreveram como ricas, com muitas perguntas e participação dos alunos. Os docentes chegaram a destacar que nunca havia ministrado aulas com tanta participação e interesse dos alunos. Contudo, um acontecimento chamou-lhes a atenção.

Um dos alunos, durante a discussão, sofreu *bullying* dos demais estudantes. Os professores contaram que não sabiam, mas o aluno foi vítima dos estudantes, pois seu pai era um alcoólatra conhecido no bairro por viver caído nas esquinas ou nas portas de bares pelo excesso de consumo de bebida alcoólica.

Os professores-pesquisadores descreveram que, diante do ocorrido, chamaram a atenção dos estudantes, mas julgaram essa atitude insuficiente, tendo em vista que o aluno vítima da violência, muito constrangido, não conseguiu prestar mais atenção e/ou participar da aula como antes do fato ocorrido.

4.5 REDISCUTIDO AS ATIVIDADES PARA EXPLICAR OS RESULTADOS OBTIDOS E BUSCAR SOLUÇÕES PARA APERFEIÇOÁ-LAS

Após os relatos dos professores-pesquisadores sobre os fatos ocorridos durante a realização das atividades experimentais, algumas tentativas de explicar o fato surgiram.

Utilizando os conceitos propostos por Morin (2000), alguns professores-pesquisadores lembraram-se da importância do desenvolvimento da ética humana, da condição humana. Para eles, a escola não poderia apenas se preocupar com o conhecimento científico em si, ter foco somente no conteúdo. Era preciso chamar a atenção dos alunos para a dimensão de valores éticos importantes.

Alguns destacaram que não se tratava de uma questão religiosa, mas de uma reflexão de valores humanos importantes. Que os alunos precisavam desenvolver uma sensibilidade para perceber o outro entendendo sua condição.

Foi destacado nas discussões que, durante as aulas, mesmo com as dificuldades dos alunos, observadas na realização das duas primeiras atividades, por exigir muitos saberes e habilidades que não possuíam, estes se mostraram interessados e envolvidos com a atividade e, portanto, isso era evidência suficiente para afirmarem que houve o desenvolvimento do conhecimento pertinente nas aulas aplicadas.

Os professores-pesquisadores concluíram que os estudantes entenderam que o que se falava era sobre uma realidade com que conviviam e por isso,

mesmo com toda a dificuldade encontrada, resolveram se envolver com a prática proposta.

Todos os procedimentos adotados em cada etapa da coleta de dados, o levantamento e o teste de hipóteses, a representação dos dados obtidos em gráficos, as discussões em busca de uma explicação para os fatos observados, contribuíram para que os estudantes desenvolvessem um conhecimento não apenas relacionados aos conceitos científicos envolvidos na atividade, mas também, sobre a natureza do conhecimento científico.

Os professores-pesquisadores, em suas análises, concluíram também que os cuidados utilizados nas medidas e nos tratamentos dos dados obtidos ensinaram os estudantes a enfrentarem as incertezas, destacando que todo o conhecimento traz em si um erro inerente.

Porém, em relação ao *bullying* cometido por alguns alunos contra um colega, os professores-pesquisadores destacaram que tal acontecimento evidenciava um despreparo docente e uma falha no planejamento quanto às outras dimensões do saber propostos por Morin (2000). Os saberes relativos à ética humana, à identidade terrena e a compreensão da condição humana seriam fundamentais e, se não evitassem o ocorrido poderia, ao menos, servir de oportunidade para que tal discussão fosse implementada. Ao colocarem os alunos para fora da sala de aula, não se resolveu o problema da vítima e se perdeu a oportunidade de se ensinar algo de crucial importância para a formação dos agressores.

4.6 REPLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES

Os professores-pesquisadores ponderaram que não se tratava de uma falha dos professores envolvidos na atividade, mas de todos, tendo em vista o fato de todos terem participado do planejamento das atividades e não terem se preocupado com estas dimensões tão necessárias no processo de ensino e de aprendizagem.

Como solução para o problema sugeriram que os professores-pesquisadores de Filosofia e Sociologia, abordassem, inicialmente, a questão do álcool tentando oferecer meios para se entender o ser humano, sua natureza, suas características

e a necessidade de superação dos preconceitos, do respeito, para se viver mais felizes.

Os professores de História e Geografia propuseram colaboração destacando aspectos de intolerância humana ao longo da história e que acontece até hoje como é o caso da xenofobia, por exemplo.

A professora de Língua Portuguesa propôs a utilização de textos que poderiam abordar essa questão, preparando os estudantes para as discussões em História, Geografia, Sociologia e Filosofia.

Segundo Edgar Morin (2000) existe duas formas de compreensão: a compreensão intelectual e a compreensão humana. A primeira refere-se àquilo que pode ser entendido por meio de uma explicação do que é fundamental conhecer para poder articular e aplicar essa informação em determinado contexto como forma de produzir um conhecimento. A segunda destaca a compreensão do gênero humano, de suas características, idiossincrasias. Isso permite uma compreensão do eu, pois compreendendo o outro é que humano eu me descubro.

Isso facilita o desenvolvimento da capacidade humana de conviver com o outro e suas diferenças.

Por isso, os professores de Física, Química e Matemática entenderam que em suas aulas, as dimensões do saber relacionados à compreensão humana, a ética humana e a identidade terrena, suas aulas poderiam contribuir levando os alunos a considerar a opinião do outro, de respeitá-las mesmo que lhes pareçam absurdas e sem nexo. Sugeriram mostrar que, na História da Ciência os cientistas, mesmos os mais brilhantes, tiveram a cooperação de outros e que, portanto, ninguém prescinde da opinião do outro para enxergar mais e melhor a realidade.

4.7 DIFICULDADES QUE IMPOSSIBILITARAM A REAPLICAÇÃO DAS ATIVIDADES PROPOSTAS

Não foram poucas as dificuldades enfrentadas pelos professores-pesquisadores para o desenvolvimento da proposta interdisciplinar na escola.

As dificuldades enfrentadas foram de diferentes naturezas. Apesar da disposição de todos em adotar a prática, o desconhecimento sobre a literatura especializada era grande e, portanto, complicações relativas ao entendimento teórico sobre o significado de interdisciplinaridade, sobre a natureza da Ciência e do fazer científico e sobre metodologias de implementação de projetos interdisciplinares, envolveram muito tempo de estudo.

Os professores tinham uma carga-horária razoavelmente alta e isso não possibilitava muito tempo disponível para o trabalho. É preciso lembrar que não eram apenas reuniões de estudos e planejamento, mas de vivências de atividades experimentais.

Apesar de todos esses obstáculos buscou-se contorná-los com esforço e dedicação dos professores envolvidos, porém, alguns, que envolvia aspectos externos à tomada de decisão do professor, impossibilitaram que o trabalho transcorresse sem interrupções. Apesar de não ser alvo específico da análise deste trabalho, citaremos, a seguir, alguns aspectos que julgamos ser necessário destacar, pois, ao nosso ver, precisam ser pensados sempre que uma atividade como essa for implementada no âmbito escolar.

A primeira dificuldade, fora às questões próprias dos professores, que tivemos de enfrentar foram as resistências evidenciadas ao longo da pesquisa por parte dos gestores escolares em relação a construir uma pedagogia apropriada para a elaboração de uma proposta interdisciplinar no ambiente escolar.

Do ponto de vista institucional, o grupo buscou integrar as concepções dos docentes envolvidos na elaboração de um projeto intitulado: formação de grupo de estudo para desenvolver proposta interdisciplinar, protocolado junto à Diretoria de Ensino responsável pela unidade escolar, sob o número 2027/1087/2014.

Essa foi estratégia adotada pelo grupo para conseguir superar o primeiro obstáculo encontrado na escola que foi a não aceitação da proposta pelo professor coordenador, mesmo havendo interesse da grande maioria dos professores. Como resultado, obtivemos um parecer favorável à nossa solicitação.

Figura 4.8 – Parecer da Supervisão de Ensino quanto o desenvolvimento da proposta.

PARECER DA SUPERVISÃO DE ENSINO

Data: 30/06/2014

Protocolo Nº: 2027/1087/2014

Interessado: E.E.

Assunto: Manifestação sobre implementação de Proposta Interdisciplinar na Unidade Escolar

Após análise do expediente em tela, esta Supervisão de Ensino, s.m.j., manifesta-se favorável à implementação do proposto, haja vista que os trabalhos articulados, em conjunto e/ou interdisciplinares surtem maior efeito em nível de ensino-aprendizagem, além de estarem previstos no desenvolvimento do Currículo Oficial da SEE - SP.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após o parecer favorável da supervisão de ensino, a coordenação da escola ofereceu alguns momentos para que a reunião com os professores acontecesse.

Porém, esses momentos não ocorreram em reuniões de ATPC como havíamos solicitado. Foram cedidos alguns momentos de reunião que apresentavam um intervalo de tempo de dois meses entre eles.

Como justificativa, a coordenação alegou falta de tempo e espaço nas pautas dos ATPC. Entretanto, muitas dessas pautas limitavam-se a definir o calendário de aniversários do mês, dar recados gerais como data limite para entrega de notas, data de reuniões de pais, informes pedagógicos, orientações para preparar os alunos para avaliações externas, etc. informações que poderiam ser distribuídos apenas em folhas impressas sem a leitura de toda a pauta gastando muito tempo, e sem contar dos “cafezinhos pedagógicos”.

Além dessa dificuldade, foram muitos os desafios encontrados para desenvolver uma proposta interdisciplinar. Para melhor identificar essas dificuldades, foi elaborada a tabela 4.3, que representa algumas impressões dos docentes destacando essas dificuldades.

Tabela 4.3 – Caracterização de algumas dificuldades encontradas no desenvolvimento de uma proposta interdisciplinar.

Categorias	Exemplo de impressões elaboradas pelos professores em relação as dificuldades encontradas em desenvolver uma proposta interdisciplinar
1- Falta de apoio e interesse da gestão escolar na mudança das práticas pedagógicas	P1- *"...não há um apoio assegurado. É grande o desencantamento, pois nosso esforço é o de preparar uma aula bem elaborada, que não venha a se tornar cansativa e sim uma aula interessante para alunos..."* P2-*" A proposta pedagógica postulada era pertinente, todavia, não obteve sucesso por falta de interesse e tempo disponível por parte da gestão."* P5 – *"Desenvolver uma proposta pedagógica interdisciplinar em uma unidade escolar é bem complicado, pois é preciso uma equipe gestora bem articulada, uma equipe de professores comprometidos e isso não vem ocorrendo nesta unidade escolar."* P19 –*"Acredito que não foram valorizados projetos significativos que seriam de extraordinária relevância para a escola. Houve falta de foco pelos gestores no que é essencial para ser discutido nas reuniões."* P20 –*"Houve tentativas para planejar e desenvolver uma proposta pedagógica interdisciplinar, mas não houve sucesso porque a equipe gestora não deu apoio e não teve um olhar diferenciado para a adesão da proposta."*
2- Falta de comunicação/sintonia entre a gestão escolar e o corpo docente	P1 –*"...é preciso um espaço para se comunicar, expor os problemas com os colegas e tentar chegar a uma possível tentativa de solução..."* P20 *"...não houve uma justificação da equipe gestora para o não desenvolvimento da proposta. Quando a proposta era levada ao conhecimento dos professores, havia outros assuntos em pauta, o que tornava para a equipe gestora irrelevante a proposta."* *P17 – "... Há diversidade de ideias do que é interessante para a escola na visão dos professores e na visão da gestão escolar com assuntos que muitas vezes são irrelevantes, além disso, muitos ainda não conseguem expor os seus objetivos e aceitar as opiniões dos outros gerando assim uma proposta pedagógica sem fundamentos essenciais para atingir um resultado positivo."*
3 - Falta de tempo e espaço para planejamentos em equipe	P8- *"A principal dificuldade foi a falta de tempo para planejar e desenvolver a proposta. Não foi possível estabelecer uma sequência no planejamento, sempre faltava tempo para a exposição da proposta, por vezes o assunto a ser discutido era oferecido por nosso colega orientador, os textos eram digitados para que lêssemos e discutíssemos no próximo encontro, o que foi adiado por mais de uma vez não pela falta de leitura mas sim de espaço para discussão."*

(continua)

(conclusão)

Categorias	Exemplo de impressões elaboradas pelos professores em relação as dificuldades encontradas em desenvolver uma proposta interdisciplinar
	P9 – *"Houve várias tentativas, inclusive muito bem preparadas por parte do professor que nos apresentou esta proposta, mas não houve o sucesso esperado devido ao pouco tempo oferecido e espaço para a realização mais efetiva da proposta, como também, o pouco interesse por mudança na parte do corpo docente e gestores da escola."*
4- Falta de abertura na pauta do (ATPC) para formação continuada do professor	P1 – *"...sempre encontraram formas de dispensarem o assunto, como se fosse possível dispensar o momento de formação para os professores..."* P15 – *"As dificuldades encontradas no meu ponto de vista é que nos horários de ATPC as pautas já estão prontas, com assuntos fechados, relacionados à escola e não abrem espaço para assuntos novos, não há interesse em compartilhá-los. Além disso, os informes e leitura de tudo que esta na pauta gasta muito tempo."* P21 – *"O único tempo em que os professores desta unidade têm para planejar esse trabalho é no ATPC, porém, nunca conseguimos desenvolvê-lo devido a quantidade de documentos solicitados pela coordenação e a falta de tempo para organizar a proposta nas reuniões coletivas."* P15 - *"Essas dificuldades poderiam ser superadas desde que nos ATPC fosse aberto um espaço para assuntos diferentes, novos, atuais, onde houvesse interdisciplinaridade no tema novo proposto entre a equipe de professores, para que se possa ter um trabalho diferenciado."*

Os resultados encontrados por Augusto e Caldeira (2007) estão em conformidade com os resultados de nossa pesquisa. Ainda são encontradas muitas barreiras para implantação de proposta interdisciplinar no sistema educacional de escola pública, mesmo sendo proposto pelo Parâmetro Curricular Nacional (PCN) desde 1999.

Essa dificuldade, segundo Fazenda (2013), de exercitar uma forma interdisciplinar, de teorizar e praticar a educação é um exercício de atitude ambígua, pois estamos tão habituados, na maior parte do tempo, de pensar disciplinarmente que, mesmo que estejamos conscientes da necessidade de pensarmos diferentes, ao sermos desafiados a pensar diferente, isso nos provoca incomodo.

Uma releitura dessa ambiguidade pode se manifestar através de uma mera “acomodação” que, em nossa experiência se manifestou por parte de alguns professores e por parte do gestor escolar.

Essa situação nos impediu de reaplicar as atividades. Porém, não nos impediu de escrever esse trabalho para que possamos, um dia, divulga-lo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nosso trabalho buscou focar a questão da implementação de projetos interdisciplinares nas escolas. Os referenciais teóricos apontam para a necessidade das instituições de ensino evitar à excessiva fragmentação do saber gerado por uma educação baseada numa metodologia ancorada na transmissão de conhecimentos pretensamente verdadeiros, na qual o professor fala e os alunos escutam passivamente.

Essa realidade não tem atendido às expectativas da sociedade que, de forma geral, precisa de um cidadão capaz de compreender os problemas que a aflige em condições de intervir em busca de solução.

Mas como compreender os problemas que a afligem a sociedade se penso de maneira compartimentada e a realidade é complexa? Como intervir na realidade em busca por soluções se os problemas que me foram propostos em sala de aula são artificiais e, portanto ideais?

Dessa forma, para enfrentar os problemas humanos e a construção de um conhecimento complexo, deve-se levar em consideração a natureza do conhecimento científico que, em sua essência, não exclui o erro e a incerteza. É a partir dessa consideração que a Ciência avança, pois, se tivéssemos, além da certeza daquilo que sabemos, a convicção de que o que sabemos é exato e livre de erro, então para que continuar estudando, pesquisando, buscando uma verdade quimérica?

O conhecimento bom não é aquele que responde a todas as questões, mas aquele que, de fato, aponta novas perguntas e orienta a busca por soluções.

Nossos alunos, na maioria de nossas escolas, recebem, diariamente, uma série de saberes, informações que servem para responder questões cujas respostas só servem para provas e concursos. Mesmo assim a qualidade desse processo tem sido amplamente questionada.

Os estudantes, mesmos os melhores, saem da escola despreparados para formular questões, organizar uma metodologia em busca de dados que lhes permitam encontrar respostas para problemas reais que precisam enfrentar constantemente.

A leitura dos trabalhos de Morin nos permitiu enxergar que mesmo o conhecimento científico, tido como exato, preciso, verdadeiro, traz em sua essência o erro, a inexatidão e, portanto, a incerteza. Conhecer isso é fundamental. Mas do que simplesmente conhecer uma teoria científica e saber suas possibilidades e limites.

Sem essa percepção, não se pode apreender a realidade complexa, pois teorias científicas nos falam de regras e soluções que são válidas em condições limites. Se não soubermos quais são esses limites e como podemos proceder para encontrar respostas para problemas que transcendem essas divisas, então o conhecimento que temos não é pertinente.

A falta de pertinência se estabelece no fato de que o conhecimento não pertence à realidade na qual estou contido, não me diz respeito, ou seja, não me serve.

Neste trabalho, eu e meus colegas professores, aprendemos que a implementação de uma prática interdisciplinar é indispensável para que o exercício docente possa, de fato, ser pertinente, por isso, lutamos tanto, ao enfrentar uma estrutura pesado, cuja inércia, quase não permite que se possa desemperrá-la.

Com Morin e com a prática de pesquisa-ação, aprendemos que o trabalho do professor é um ofício essencialmente intelectual e, por isso, sem a reflexão, o estudo constante, proletarizamos a docência e tornamo-nos “dadores de aula”, assim como muitos operários se tornaram “apertadores de parafusos” com a implementação das linhas de produção nas fábricas.

Com a pesquisa sobre nossa prática, nossa ação pedagógica, passamos a refletir sobre o nosso fazer, a nossa *práxis*. Descobrimos que muitas de nossas visões sobre o nosso ofício eram estabelecidas em preconceitos pedagógicos.

Nosso tempo de experiência não passava de um único ano repetido algumas vezes, pois aplicávamos soluções velhas para problemas novos.

Por isso, com esse trabalho, fomos capazes de compreender que a prática da pesquisa sobre o nosso fazer, a reflexão na e sobre a ação é fundamental para o exercício daquele cuja função é formar.

Aprendemos, fundamentalmente que, mais do que físicos, químicos, matemáticos, biólogos, somos educadores e, nesse caso, mais do que Física, Química, Matemática, Biologia, enfim, nos é exigido.

Ensinar Física, ou qualquer outra disciplina científica, também envolve formar para a compreensão da natureza humana, da identidade humana e, fundamentalmente, para a necessidade da adoção de uma ética humana.

Isso não é trabalho apenas dos professores da área de humanas é da área de qualquer professor, educador, ser humano.

Nossa cegueira humana está em não reconhecer a realidade como complexa, em não perceber que somente uma visão de mundo partilhada poderá nos fazer superar as dificuldades em compreender a unidade e a diversidade humana causada pela condição de seres-humanos-complexos.

Desse modo cabem as instituições de ensino romper as estruturas rígidas que imobilizam o trabalho do professor nas escolas. Segundo Rios (2006) o papel da escola é construir e reconstruir o conhecimento para formar um cidadão, pois a cidadania não é algo pronto, mas algo que se constrói e essa construção passa pela escola, para formar pessoas em condições de atuar e mudar a sociedade.

Nesse sentido, espera-se que a escola atual se reorganize e adapte à nova visão curricular, enfatizando a proposta interdisciplinar do conhecimento e recuperando as discussões sobre ética humana, que foram deixadas de lado durante a modernidade (MORAES e KLEINMAM, 2007).

Diante dos resultados obtidos nesta pesquisa, podemos concluir que o resgate da dimensão intelectual do professor, a partir da implementação de uma pesquisa-ação, na qual todos os docentes se configuraram como pesquisadores da própria prática, foi bastante significativa para o desenvolvimento de uma proposta com potencial para ser, de fato, significativa para a escola e para o aluno.

Apesar do trabalho e das dificuldades, a maioria dos professores, que conheceram nossa proposta de nos envolvermos em um processo de pesquisa-ação para a implementação de uma prática interdisciplinar no ensino de Ciências, aceitou o desafio de resinificar seu papel no processo de ensino e de aprendizagem.

Contudo, muitos desafios ainda precisam ser superados para vivenciar práticas interdisciplinares, dentre eles a dificuldade em trabalhar em equipe e a falta de apoio da gestão escolar em oferecer momentos para planejamento e vivencia da prática interdisciplinar.

A proposta interdisciplinar elaborada, apesar de não ter sido reaplicada, pode oferecer contribuições significativas para desenvolver o conhecimento pertinente e contribuir com a escola atual na tarefa de formar cidadãos capazes de pensar de forma complexa.

O produto final deste trabalho pode ser estudado e refletido por outros professores de quaisquer instituições de ensino médio, com vistas a ser aplicado em condições reais de sala de aula com seus alunos. A proposta apresentada, enquanto produto, não deve ser entendida como uma fórmula a ser aplicada por “dadores de aula”, mas por professores críticos e pesquisadores da própria prática que possam, a partir de suas reflexões, aperfeiçoá-las.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA FILHO, N. Transdisciplinaridade e saúde coletiva. **Ciência e Saúde Coletiva**, v.11, n. (1-2), 1997.

AUGUSTO, T. G. da S.; CALDEIRA, A. M. de A.; CALUZI, J. J.; NARDI, R. Interdisciplinaridade: concepções de professores da área ciências da natureza em formação em serviço. **Ciência e Educação**, v. 10, n. 2, p. 277-289, 2004.

AUGUSTO, T. G. da S.; CALDEIRA, A. M. de A. Dificuldades para a implantação de práticas interdisciplinares em escolas estaduais, apontadas por professores da área de ciências da natureza. **Investigações no Ensino de Ciências**, v. 12, n.1, p. 139- 154, 2007.

BATISTA, I. de L.; SALVI, R. F. Perspectiva pós-modernidade e interdisciplinaridade educativa: pensamento complexo e reconciliação integrativa. **Ensaio**, v. 8, n.2, dez. 2006.

BEBRENS, M. A.; OLIARI, A. L. T. A evolução dos paradigmas na educação: do pensamento tradicional a complexidade. **Diálogo Educacional**, v. 7, n. 22, p. 53-66, set./dez, 2007.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** Ciências Naturais. Brasília: MEC/SEF, 1999.

BURNS, A. **Collaborative action research for English language teachers**. Cambridge: CUP, 1999.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências**. 8ª ed. São Paulo: Cortez, 2006.

CASTRO, F. S.; FERNANDEZ, J. L. Alma, corpo e a antiga civilização grega: as primeiras observações do funcionamento cerebral e das atividades mentais. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 24, n. 4, 2011.

CHIBENI, S. S. Descartes e o realismo científico. **Reflexão**, n.57, p. 35-53, 1993.

DOS SANTOS, D. V. C. Mito e pensamento entre os gregos: uma discussão sobre os termos μυθος, ἀλήθεια, λόγος e παιδεία. **Revista Mundo Antigo**, v. 1, n. 2, p. 75-84, dez. 2012.

FAZENDA, I. C. A. (Org.). **Dicionário em construção:** interdisciplinaridade. São Paulo: Cortez, 2001.

FAZENDA, I. C. A.; VARELLA, A. M. R. S.; ALMEIDA, T. T. De O. Interdisciplinaridade: tempos, espaços, proposições. **Revista e-curriculum**, v.03, n.11, set/dez. 2013.

FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade:** história, teoria e pesquisa. 18. ed. Campinas: Papirus, 2013.

FERREIRA, J. De L.; CARPIM, L. BEBRENS, M. A. Do paradigma tradicional ao paradigma da complexidade: um novo caminhar na educação profissional. **Boletim técnico do SENAC: a revista de educação profissional,** v.36, n.1, p.51-59, jan./abr. 2010.

GARCIA, J. A interdisciplinaridade segundo os Pcns. **Revista de Educação Pública**, v. 17, n. 35, p. 363-378 set./dez. 2008.

GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P. **Formação de professores de ciências**. 8ª ed. São Paulo: Cortez, 2006.

JAPIASSÚ, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

JOÃO, R. B; BRITO, M. de. Pensando a corporeidade na prática pedagógica em educação física à luz do pensamento complexo. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v.18, n.3, p.263-272, jul/set. 2004.

KLEIN, J. T. Ensino interdisciplinar: didática e teoria In. Fazenda, I. C. A. (org). **Didática e Interdisciplinaridade**. Campinas: Papirus, 2013.

LENOIR, Y. Didática e Interdisciplinaridade: uma complementaridade necessária e incontornável. In. FAZENDA, I. C. A. (org). **Didática e Interdisciplinaridade**. Campinas: Papirus, 2013.

_____ . Três interpretações da perspectiva interdisciplinar em educação em função de três tradições culturais distintas. **Revista e-curriculum**, v.1, n.1, dez-jul. 2005-2006

LEMOS, G. S. Interdisciplinaridade e pensamento complexo: dois caminhos da totalidade perdida. In: seminário nacional de filosofia e educação, 2., Santa Maria, RS. **Anais**, 2006.

LIMBERGER, L. Abordagem sistêmica e complexidade na geografia. **Geografia**, v.15, n.2, jul./dez. 2006.

MARTINAZZO, C. J. O pensamento complexo e a educação escolar na era planetária. **Revista Contrapontos**, v.10, n.2, p.197-208, 2010.

MELO NETO, G. De.; STACCIARINI, J. H. R. Educação ambiental: da disciplinaridade a transdisciplinaridade ao pensamento complexo. 2011. In: simpósio de educação ambiental e transdiciplinaridade, 2., Goiânia, 2011.

MONTEIRO, M. A. A; VAZ, E. L. S; MONTEIRO, I. C. C; CODARO, E. N; ACCIARI, H. A. Determinação do teor alcoólico da cachaça: uma discussão sobre

o conceito de tensão superficial em uma perspectiva interdisciplinar. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, p. 229-245, ago. 2012.

MOREIRA, R. **A revolução científica do século XVII**. Centro de Filosofia das Ciências da Universidade de Lisboa. Disponível em: <cfcul.fc.ul.pt/biblioteca/online/pdf/ruimoreira/revolucaocientifica.pdf.>. Acesso em 27/06/2014

MORIN, E. **A cabeça bem-feita**: repensar a reforma, reformar o pensamento. Traduzido por Eloá Jacobina. 8ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

_____. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. TRD. Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne sawaya. São Paulo: Cortez; Brasília: UNESCO, 2000.

_____. **Introdução ao pensamento complexo**. Traduzido por Eliane Lisboa. Porto Alegre: Sulina, 2006.

SCHMIDT NETO, A. A. Docência transdisciplinar: o papel do sujeito na construção do conhecimento. 2010. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE ENSINO E EXTENSÃO RURAL, 2., 2010, Santa Maria, Rio Grande do Sul.

NASCIMENTO JÚNIOR, A. F. Fragmentos da construção histórica do pensamento neo-empirista. **Ciência e Educação**, v.5, n.1, p. 37-54, 1998.

_____. Fragmentos da presença do pensamento idealista na história da construção das ciências da natureza. **Ciência e Educação**, v.7, n.1, p. 265-285, 2001.

OLIVEIRA, D. G. Da S. Interdisciplinaridade: discutindo conceito. In: COLÒQUIO INTERNACIONAL Educação E COMTEMPORANEIDADE, 5., 2011, São Cristóvão. Sergipe. Brasil.

PRIMOM, A. L. de M.; JÚNIOR, L. G. DE S.; ADAM, S. M. BONFIM, T. E. História da ciência: da idade média à atualidade. **Psicólogo informação**, v.4, n.4, p. 35-51, 2000.

RAMOS, F. P.; NEVES M. C. D.; CORAZZA, M. J. A ciência moderna e as concepções contemporâneas em discursos de professores-pesquisadores: entre rupturas e a continuidade. **Revista Eletrónica de Enseñanza de lãs Ciencias**, v. 10, n. 1, p. 84-108, 2011.

RODRÍGUES, A. W. O ensino de história em busca de novas referências: considerações sobre o pensamento de Edgar Morin. **Em Tempos de História**, n. 23, p. 150-159, ago./dez. 2013.

RODRÍGUEZ, C. A.; PAULO NETO, P.; BEBRENS, M. A. Paradigmas eduacionais e a formação médica. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v.28, n.3, set./dez. 2004.

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

SEVERINO, A. J. O conhecimento pedagógico e a interdisciplinaridade: o saber como intencionalização da prática. In. FAZENDA, I. C. A. (org). **Didática e interdisciplinaridade**. Campinas: Papirus, 2013.

TARDIF, M.; RAYMOND, D. Saberes, tempo e aprendizagem do trabalho no magistério. **Educação & Sociedade**, v. 21, n. 73, Dez. 2000.

THIESEN, J. da S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, v. 13, n. 39, set/dez. 2008.

TÔRRES, J. J. M. Teoria da complexidade: uma nova visão de mundo para a estratégia. **Integra Educativa**, v.2, n. 2, p.189-202, 2005.

VASCONCELLOS, M. J. E. **Pensamento sistêmico:** o novo paradigma da ciência. 10. ed. Campinas: Papirus. 2013.

VAZ, E. L. S; MONTEIRO, M. A. A; MONTEIRO, I. C. C; ACCIARI, H. A; CODARO, E. N. Determinação do teor alcoólico de vodcas: uma abordagem multidisciplinar no ensino de Física, Química e Matemática. **Química Nova na Escola**, n.4, v. 35, 2013.

WEIGERT, C.; VILLANI, A.; FREITAS, D. A interdisciplinaridade e o trabalho coletivo: análise de um planejamento interdisciplinar. **Ciência e Educação**, v. 11, n. 1, p.145-164, 2005.