



PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

PRODUTO EDUCACIONAL

Proposta didática: Reflexões acerca do uso da aprendizagem baseada em problemas no ensino de Matemática em um curso técnico integrado ao Ensino Médio

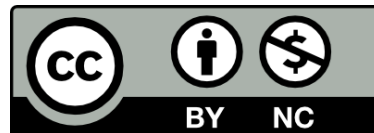
Lauro Ivan Tangerino

Rogério Ferreira da Fonseca

São Paulo (SP)

2017

Este trabalho está licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição-
NãoComercial 4.0 Internacional. Para ver uma cópia desta licença, visite
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.



Produto Educacional apresentado como requisito à obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pelo Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, campus São Paulo. Defesa realizada em 18/12/2017.

AUTORES

Lauro Ivan Tangerino: Possui graduação em Pedagogia pela Faculdade de Filosofia Campos Salles (1992), graduação em Licenciatura Plena de Matemática pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Tupã (1973), graduação em Pedagogia Plena pela Faculdade de Filosofia Prof. Carlos Pasquale (1983) e mestrado pelo Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (2017). Atualmente é professor de cálculo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, campus São Paulo.

Rogério Ferreira da Fonseca: Doutor em Educação Matemática pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC/SP. Mestre em Educação Matemática pela mesma instituição. Graduado em Matemática (Bacharelado e Licenciatura Plena). Foi professor efetivo da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo por 8 anos, atuando como professor do Ensino Fundamental (5º ao 8º ano) e Ensino Médio, atuou também na Diretoria de Ensino (Oficina Pedagógica) e na Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas (CENP/SEE) na área de Matemática. Atualmente é Professor Efetivo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - IFSP (Campus São Paulo), onde faz parte do corpo de docentes permanentes do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática. Atualmente é Coordenador do Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT - IFSP/SPO. Tem experiência no Ensino de Matemática, com ênfase nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral, Álgebra, Teoria dos Números, Educação Matemática e Formação Continuada de Professores de Matemática.

Introdução

O texto que segue trata-se do produto final desenvolvido por meio de uma pesquisa bibliográfica que culminou na dissertação do curso de Mestrado Profissional de Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo, Câmpus São Paulo. O trabalho tem como título “Reflexões acerca do uso da Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino de Matemática em um Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio.”

Este material é direcionado ao docente que tenha interesse em utilizar a metodologia de ensino ativa denominada Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), a qual está relacionada ao desenvolvimento de competências conceituais e profissionais dos estudantes. Sugerimos também a leitura da dissertação na íntegra.

Apresentamos um problema exemplar e as respectivas orientações com base nos preceitos do ABP, buscando motivar o estudo de conceitos matemáticos em uma perspectiva interdisciplinar, favorecendo a articulação entre teoria e prática.

A ABP tem uma estrutura aberta de ensino e aprendizagem, de tal forma que o estudante desenvolva suas habilidades e competências de forma autônoma, criativa, comunicativa, crítica e ativa para o processo de aprendizado.

Após as considerações feitas anteriormente acerca da ABP, incorporando a interdisciplinaridade vislumbramos possibilidades para que os professores de matemática utilizem esse tipo de metodologia no Ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio do IFSP Câmpus São Paulo, mesmo considerando as dificuldades ou obstáculos anteriormente descritos.

Em relação a tais obstáculos, ressaltamos que as sugestões de superação propostas pelos estudiosos do assunto podem ser viáveis e dependem da postura, na maioria das vezes, apenas dos professores e estudantes. Além disso, não propomos a extinção das disciplinas e sim uma implantação gradativa integrada à ABP.

No IFSP 50% das vagas permanecem prioritariamente para o Ensino Técnico Integrado ao Nível Médio, de acordo com os Art. 7º e 8º da Lei 11.892/08, uma modalidade de ensino que favorece aliar conhecimentos teóricos aos práticos,

lembrando que as áreas técnicas necessitam de conhecimentos matemáticos para solucionar problemas.

Portanto, existe afinidade e integração naturais que devem ser melhor exploradas, pois a instituição possui autonomia administrativa e já existem espaços reservados dentro da carga horária de cada professor para as discussões, dentro das reuniões semanais das áreas e entre áreas, pelos seus representantes, como determina a Resolução n.º 109, de 04 de novembro de 2015, do Conselho Superior do IFSP.

Iniciamos nossas reflexões pelo Artigo 2º, que define as atividades docentes no IFSP como a somatória das horas dedicadas e distribuídas em:

- VI. Atividades de Ensino;
- VII. Atividades de Pesquisas e Inovação;
- VIII. Atividades de Extensão;
- IX. Atividades de Administração e Representação;
- X. Atividades de Formação Continuada. (BRASIL, 2015, grifo nosso)

É necessário um melhor esclarecimento sobre o inciso I do Art. 2º da resolução nº 109/CONSUP, e isso que está descrito no Artigo 3º dessa mesma resolução:

Consideram-se Atividade de Ensino:

- IV. Regência de Aulas;
- V. Organização de Ensino;
- VI. Atividades de Apoio ao Ensino. (BRASIL, 2015, grifo nosso)

O § 3º esclarece o que é considerado Organização de Ensino:

- V. Preparação, individual ou coletiva, de aulas, de ambientes didáticos e de matérias de ensino;
- VI. Elaboração, individual ou coletiva, de planos de ensino e plano de aulas;
- VII. Produção, individual ou coletiva, ou correção de instrumento de avaliação;
- VIII. Registro de informações acadêmicas. (BRASIL, 2015)

Este parágrafo deixa clara a existência de tempo destinado para preparação de aulas, de plano de ensino (planejamento das atividades teóricas ou práticas) e de correções de instrumento de avaliação, todas estas atividades podem ser realizadas de forma individual ou coletiva, o que vai ao encontro da ABP.

Outro fator importantíssimo que pode contribuir para implantação da ABP no IFSP é quanto ao tempo reservado para o professor dedicar-se a Atividades de Apoio ao Ensino, descrito no § 4º como sendo:

- IX. Atendimento ao aluno;
- X. Reunião pedagógica de área, de curso e de Núcleo Docente Estruturante-NDE;
- XI. Recuperação paralela;
- XII. Plantão para eventuais substituições;
- XIII. Coordenação, supervisão ou orientação de estagio;
- XIV. Orientação ou coorientação de trabalhos de conclusão de curso ou equivalentes;
- XV. Elaboração, coordenação ou participação em programas ou projetos de ensino;
- XVI. Orientação ou supervisão de Atividades Complementares ou Acadêmico-científico-cultural. (BRASIL, 2015)

Nos parágrafos supracitados, ficou muito evidente que, diferente de outras instituições, no IFSP o docente tem tempo reservado para as atividades previstas na ABP, como reuniões pedagógicas, atendimento ao estudante, elaboração, coordenação ou participação em programas ou projetos de ensino.

Portanto, essas questões consideradas em outras instituições como obstáculos, teoricamente não existem no IFSP, que possui estrutura física com laboratórios, auditórios, sala para reuniões e atendimentos aos estudantes, ou seja, o suficiente para a implementação da ABP.

Assim, constatamos a viabilidade da implantação da metodologia da ABP em nossa instituição.

A seguir, apresentaremos uma síntese dos argumentos favoráveis à implantação da metodologia da ABP tendo em vista estudantes, professores e instituição.

5.1 Quanto ao estudante

Com a ABP, o estudante:

- desenvolve competências e habilidades de forma criativa, inovadora e autônoma;
- promove a curiosidade e a automotivação;

- abandona a postura passiva, apática e inativa, pois a solução do problema não será fornecida pelo professor;
- favorece a ter uma maior participação no processo de ensino e aprendizagem, na construção de seus próprios conhecimentos e saberes;
- preza o estudo individual, o compartilhamento em grupos e discussões argumentativas, de acordo com os seus interesses e com o seu ritmo;
- tornar-se responsável pela sua própria evolução do aprendizado;
- estimula o senso crítico, reflexivo e comunicativo;
- desenvolve um estudo teórico e prático interdisciplinar, focado na realidade de suas funções profissionais, trabalhando com problemas reais de seu cotidiano;
- aprende a aprender, a fazer, a conviver e a ser.

5.2 Quanto ao professor

Com a ABP, o professor:

- abandona a sua ultrapassada zona de conforto e dialoga com os estudantes a essência para solucionar conflitos;
- não age mais como um mero transmissor de informações;
- é um tutor que estimula e cria o ambiente propício para os estudantes trabalharem com problemas;
- demonstra o domínio dos conteúdos que estão sendo trabalhados;
- propõe problemas reais vinculados à formação profissional pretendida no curso Técnico Integrado ao Ensino Médio, para ser avaliado pelo grupo de tutores;
- conduz os estudantes por desafios para superar obstáculos ou dificuldades do seu cotidiano de trabalho e da vida em sociedade;
- facilita as discussões dos estudantes;

- indica recursos teóricos para prover as soluções das situações problema;
- estimula a integração da teoria à prática e desconstrói o mito da compartimentalização do saber;
- expõe o valor das interdisciplinaridades na promoção de atitudes pessoais e profissionais no contexto do cotidiano de uma vida mais plena;
- otimiza a clareza de suas explicações;
- dirige os assuntos de forma a estimular o estudante a chegar à solução dos problemas por si mesmo;
- desenvolve uma prática reflexiva, criativa, contextualizada com a vida real;
- orienta para um trabalho colaborativo, para a construção coletiva do conhecimento;
- harmoniza os diferentes objetivos para reduzir as dificuldades;
- integra as diferentes disciplinas que envolvem os problemas propostos.

5.3 Quanto às Instituições

Assumindo a tarefa na formação íntegra que resulta de uma Educação como compromisso civilizatório prioritário de um Estado que se queira democrático, as diversas Instituições de Ensino, na esfera federal, devem comprometer-se com:

Resolução CEB nº 3 de 26/07/1998,
Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.

Art. 1º As Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio – DCNEM, estabelecidas nesta Resolução, se constituem num conjunto de definições doutrinárias sobre princípios, fundamentos e procedimentos a serem observados na organização pedagógica e curricular de cada unidade escolar integrante dos diversos sistemas de ensino, em atendimento ao que manda a lei, tendo em vista vincular a educação com o mundo do trabalho e a prática social, consolidando a preparação para o exercício da cidadania e propiciando preparação básica para o trabalho.

Art. 4º.

...

III transformação da sociedade e da cultura, em especial as do Brasil, de modo a possuir as competências e habilidades necessárias ao exercício da cidadania e do trabalho

...

Art. 8º

...

V - a característica do ensino escolar, tal como indicada no inciso anterior, amplia significativamente a responsabilidade da escola para a constituição de identidades que integram conhecimentos, competências e valores que permitam o exercício pleno da cidadania e a inserção flexível no mundo do trabalho.

...

Art. 10

...

II Compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolvem por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade. (BRASIL, 1998)

Observa-se que há indicação de atualizações de práticas pedagógicas, como preveem as DCN, em todos os níveis, de forma dialogada com todas as instâncias envolvidas. Portanto, a ABP pode contribuir para romper com os obstáculos existentes e diminuir o hiato entre os saberes do ensino médio e os próprios da futura atuação profissional.

5.4 Orientações didáticas para uma abordagem de conceitos por meio da ABP

Após as informações que possibilitam vislumbrar a implantação da metodologia da ABP nos Institutos Federais, fato decorrente de pertinente legislação, descreveremos uma síntese com orientações didáticas para uma abordagem de conceitos matemáticos por meio da ABP ancorando-nos nas considerações apresentadas nos capítulos anteriores. Ressaltamos que essas baseiam-se na adaptação da proposta apresentada por Souza (2016).

5.4.1 Quanto às classes

Sugerimos para a organização dos grupos a divisão das turmas (classes) em grupos de aproximadamente seis estudantes.

Cada grupo participará de pelo menos uma reunião coletiva semanal, coordenada pelo tutor, com duração de duas horas aulas (hora aula de 45 minutos).

Estimamos que o total de horas aulas dedicadas aos estudos individuais e coletivos de cada problema seja, no máximo, de 16, entretanto, isso dependerá da complexidade do problema proposto e, principalmente, dos objetivos do curso e da organização dos tutores.

5.4.2 Compete ao professor (tutor)

- Identificar os recursos necessários (assistenciais, audiovisuais, bibliográficos, laboratoriais) para o aprendizado pretendido, no ambiente da escola;
- Orientar os grupos de estudantes sobre o bom andamento da aplicação da metodologia da ABP antes de iniciar o problema;
- Propor problemas e ter clareza a respeito dos objetivos das aprendizagens;
- Promover reuniões semanais para análise do andamento dos estudos e pesquisas relacionados ao problema proposto, verificando se estão ocorrendo dificuldades ou obstáculos no encaminhamento, e, se necessário, direcionar os estudos com base nos objetivos de aprendizado;
- Preparar junto aos grupos de estudantes a “lista de critérios para avaliações” a serem observados para avaliações formativas, tanto nas escritas como nas observadas durante as reuniões junto aos grupos de estudantes no decorrer da resolução de cada problema;
- Estimular, incentivar e orientar os estudantes a pesquisar, a pensar e refletir, para romper os obstáculos e solucionar as dificuldades do problema apresentado;
- Após o estudante identificar o problema e formular hipóteses, o tutor deve indicar sugestões de caminhos para a busca de sua resolução e o uso adequado das fontes de informações;
- Relembrar conceitos e estruturas, para desafiar o estudante a pensar, refletir e, por fim, desenvolver habilidades para o pensamento mais complexo;
- Motivar o estudante de forma que ele seja conduzido por desafios para superar obstáculos ou dificuldades profissionais do seu cotidiano (atual ou futuro) de trabalho;
- Estimular e criar o ambiente propício para que o estudante atinja seu objetivo em solucionar os problemas, de tal forma que integre teoria e prática, e a

interdisciplinaridade, ou seja, que promova o domínio de atitudes profissionais necessárias e vinculadas ao contexto de seu cotidiano profissional;

- Solicitar que o grupo escolha um estudante coordenador de atividades e um secretário (relator) para registrar os dados colhidos e discutidos para cada problema proposto;
- Explicar aos estudantes que o professor tutor não dará aulas sobre o tema, mas será um orientador e estimulador das discussões, de modo que os estudantes possam identificar o que é necessário estudar para o aprendizado dos fundamentos científicos sobre o tema em questão;
- Formular questões para orientar o enriquecimento das discussões, quando necessário;
- Verificar junto aos estudantes as fontes que consultaram previamente no início das atividades do grupo;
- Fazer críticas construtivas, individuais ou coletivas, para o grupo de estudantes, quando necessário, para a melhoria do aprendizado;
- Aplicar as avaliações pertinentes.

5.4.3 Objetivo da tutoria

Aprendizado autodirigido que:

- Estimule a curiosidade na busca pela informação, pelo desejo do conhecimento e da descoberta, por meio das conexões entre o fazer, pensar e aprender, independente dos professores;
- Forneça uma atividade desafiadora que deve ser um problema real ou realístico, que envolva questões vinculadas às necessidades profissionais ou sociais do estudante, para serem solucionadas de forma que se exija o pensamento e as conexões intencionais, ou seja, as reflexões;
- Possibilite comunicação de informação e interação interpessoal no grupo;
- Promova e estimule a auto avaliação crítica e construtiva.

5.4.4 Ao estudante coordenador na resolução do problema compete

- Respeitar os pensamentos e proposituras individuais e assegurar que estas sejam debatidas pelo grupo, e que sejam incorporados aos objetivos de aprendizado quando não refutadas adequadamente;
- Sintetizar as contendas quando pertinente;
- Estabelecer que os objetivos de aprendizado sejam atingidos pelo grupo de forma clara, objetiva e pelo consenso;
- Requerer auxílio do tutor quando necessário e ficar atento ao cumprimento das orientações e dos prazos fornecidos pelo tutor.

5.4.5 Ao estudante secretário na resolução do problema compete

- Anotar, de forma clara e inteligível, as discussões do grupo de modo a promover um trabalho de qualidade e desenvolvidos por todos;
- Ser fiel quanto às discussões desenvolvidas – e, se necessário, recorrer ao coordenador do grupo de trabalho e ao tutor;
- Acatar as opiniões da maioria do grupo e evitar distorções ou opiniões divergentes do grupo em seus registros;
- Relatar com exatidão os objetivos de aprendizado levantados pelo grupo;
- Anotar as decisões e classificá-las às metas de aprendizado.

5.4.6 Quanto ao problema

Este deve ser dividido em duas fases:

3. O problema é apresentado aos estudantes para que os mesmos formulem os objetivos de estudos e as hipóteses a partir da discussão inicial;
4. Os estudantes farão estudos individuais ou em grupo, por meio de pesquisas bibliográficas, palestras, consulta a especialistas (professores ou técnicos de outras áreas do conhecimento), entre

outros, e depois rediscutir e refletir sobre o problema à luz dos novos conhecimentos, buscando resolvê-lo.

5.4.7 Das avaliações

Os métodos de avaliação devem ser explicitados aos estudantes antes do início das atividades, deixando claro por que é necessário avaliar, o que estará sendo avaliado, e qual o objetivo final da avaliação.

As avaliações formativas devem considerar também o contexto da prática com que os estudantes vão se deparar para o exercício de sua profissão.

As “avaliações formativas”¹¹ consistem em verificar o que o estudante assimilou com os estudos para a resolução do problema, e identificar o que é necessário introduzir nos encontros ou aulas subsequentes para que o estudante adquira novos conhecimentos, habilidades e competências para o exercício de sua profissão.

A avaliação formativa deve permitir aos estudantes melhorar as suas estratégias de aprendizagem, pois será aferido o que eles aprenderam e, caso não tenham adquirido satisfatoriamente algum conteúdo necessário à sua formação profissional, este será retomado na propositura do próximo problema, com o intuito de que os estudantes desenvolvam as aprendizagens almejadas.

As avaliações formativas devem promover a aprendizagem autônoma, que estimula o estudante a tornar-se responsável pela sua própria aprendizagem.

Outro método consiste na avaliação da aprendizagem reflexiva feita pelo estudante como uma das partes de sua avaliação global na ABP, na qual o estudante é estimulado a refletir sobre determinados aspectos das aprendizagens efetuadas. O estudante apresentará sua reflexão num documento escrito (relatório ou questionário), que será analisado pelo tutor, a avaliação será um método para verificar a promoção da aprendizagem reflexiva.

¹¹ Avaliação formativa: [...] visa orientar o aluno quanto ao trabalho escolar, procurando localizar as suas dificuldades para o ajudar a descobrir os processos que lhe permitirão progredir na sua aprendizagem. (ALLAL, L.; CARDINET, J.; PERRENOUD, P., 1986, p. 14).

5.4.8 Tipos de avaliações

Os trabalhos dos grupos são realizados essencialmente de forma colaborativa em reuniões, que podem ser precedidas por estudos individuais, o que é recomendável. O tutor poderá participar das reuniões realizadas semanalmente pelo grupo (além das tutorias), podendo avaliar possíveis articulações relacionadas às práticas profissionais dos estudantes, de acordo com a “lista de critérios para avaliações”, elaboradas pelo grupo de tutores e, com isso, nortear, caso seja necessário, os rumos dos estudos.

A auto avaliação dos estudantes, assim como as demais, devem observar a “lista de critérios para avaliações” elaboradas pelo grupo de tutores. Os estudantes também avaliam uns aos outros. Além disso, solicita-se ao coordenador do grupo que apresente a avaliação em grupo.

Com uma avaliação escrita, também se pode observar os conteúdos adquiridos ou não na resolução do problema.

Sugere-se que a avaliação por meio do relatório escrito pelo grupo contenha as seguintes informações:

- a) Foram cumpridas as etapas que caracterizam a metodologia de ensino ABP?
- b) Foi observada a “lista de critérios para avaliação” quanto ao que compete ao grupo?
- c) Quais as soluções e argumentações apresentadas pelo grupo para a solução do problema proposto?
- d) Quais os objetivos de aprendizagem foram atingidos e como foram?
- e) Que dados foram coletados para o atendimento dos objetivos de aprendizagem desejada?
- f) Para atender aos objetivos da aprendizagem, que método foi utilizado na pesquisa e qual é a justificativa dessa adoção?
- g) Explique como foram atingidos cada um dos objetivos de aprendizagem.
- h) Explane a solução do problema.

5.4.9 Sugestões para compor a “lista de critérios para as avaliações”

- a) Nível de motivação individual e do grupo – motivação em aprender com a resolução do problema;
- b) Nível de preparação individual – exploração das fontes durante os estudos individuais;
- c) Contribuição para a construção do conhecimento do grupo com a participação ativa nas reuniões: saber ouvir e construir seu conhecimento fundamentado nos estudos e nas discussões do grupo;
- d) Nível de compreensão da discussão – participação no debate e propositura de solução do problema;
- e) Articulação entre teoria e prática na resolução do problema;
- f) Pensamento crítico – Contribuir com ideias para a resolução do problema, apresentar argumentação para a solução do problema, julgamento propositivo e reflexivo sobre as sugestões de solução do problema, analisar e avaliar a consistência dos raciocínios proposto no grupo;
- g) Nível de comportamento profissional - respeito para com as ideias dos colegas do grupo, pontualidade nas reuniões;
- h) Nível de comunicação interpessoal - facilidade ou dificuldade em comunicar sua ideia para o grupo;
- i) Nível de compreensão da comunicação interpessoal - facilidade ou dificuldade de compreensão do tema apresentado e discutido no grupo.

5.4.10 Os sete passos da aplicação da metodologia da ABP.

Estes sete passos são uma síntese coletada dos autores citados nos capítulos anteriores, adaptadas para a nossa realidade.

1. Leitura do problema, identificação dos termos e conceitos desconhecidos para solução do problema;

2. Identificação do problema a ser solucionado;
3. Análise do problema baseado em conhecimentos (saberes) prévios, formulação de hipóteses explicativas para o problema identificado no passo anterior;
4. Sugestão de síntese das hipóteses propostas pelo grupo;
5. Planejamento das metas de estudo como objetivo de aprendizado necessário para solucionar o problema, com base nas hipóteses;
6. Auto aprendizado - estudos individuais a respeito de assuntos relacionados aos temas necessários para encaminhar a solução do problema;
7. Socialização dos conhecimentos adquiridos nos estudos individuais, na rediscussão do problema.

Após estas sugestões preliminares de orientação didática, apresentaremos na sequência uma sugestão de problema acompanhado de orientações mais específicas, ou seja, diretamente direcionadas ao problema em questão.

5.5 Sugestão de problema

Leia atentamente o seguinte artigo publicado em um site de notícias¹².

Figura 1: Choque elétrico mata em média dois brasileiros por dia

Em 15 meses, associação registrou 236 mortes por descarga elétrica somente dentro de casa.

Fernando Mellis, do R7



Metade das mortes por descarga elétrica ocorrem em residências

¹² <http://noticias.r7.com/cidades/choque-eletrico-mata-em-media-dois-brasileiros-por-dia-04052017>

Thinkstock

Fonte: <http://noticias.r7.com/cidades/choque-eletrico-mata-em-media-dois-brasileiros-por-dia-04/05/2017>.

Acessado em 16/07/2017.

Números divulgados nesta quinta-feira (4) pela Abracopel (Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade) alertam para os riscos que as famílias brasileiras têm dentro de casa.

Em 15 meses (janeiro de 2016 a março de 2017), o País teve 782 mortes relacionadas à eletricidade (choque, raios e incêndios por curto-circuito). Isso representa uma média de duas mortes por dia nesse período.

Desse total, 236 mortes (30%) ocorreram dentro de casa. Ou seja, um caso a cada dois dias, em média.

Muitos dos choques fatais também ocorrem por pessoas que fazem obras próximas à rede elétrica ou que tentam fazer ligações clandestinas em postes, por exemplo.

Levando em conta apenas o ano de 2016 (com 592 mortes), o aumento dos acidentes de origem elétrica foi de 5,7% maior em relação ao ano anterior, totalizando 1.319 casos.

O Nordeste foi a região que mais teve casos: 271; seguido do Sudeste, com 116; e do Sul, com 109. Em mais de 10% das mortes por choque — incluindo dentro de casa — em 2016, as vítimas tinham entre 0 e 15 anos.

Falta de cuidado com rede elétrica da casa aumenta chance de acidentes

"A garotada de hoje em dia nasceu tecnológica, é o dia inteiro com tablet, computador, videogame na mão, põe tomada, tira tomada. Se não tiver o dispositivo correto, a chance [de choque] é gigante", diz Edson Martinho, diretor-executivo da Abracopel.

Ele observa a necessidade de atenção para o uso de benjamins, T ou filtros de linha. "Trata-se de um dispositivo derivador técnico provisório. O problema desses dispositivos não são eles, é como se usa. Uma tomada tem um limite para ser usada", diz.

Martinho explica que uma tomada comum em São Paulo suporta cerca de 1.000 watts. Ou seja, ligar equipamentos que consomem muita energia, como uma geladeira e um micro-ondas na mesma tomada podem colocar a corrente elétrica em risco.

Atualmente, são diversas as grandezas físicas que estão à nossa volta, mas que nem sempre são bem compreendidas ou mesmo utilizadas por pessoas comuns ou até por profissionais de determinadas áreas, que, por sua própria atuação profissional, deveriam entendê-las bem.

Mais especificamente, o problema sugerido na reportagem nos leva a analisar e estudar as grandezas envolvidas em circuitos elétricos. O conhecimento a respeito de tais grandezas pode dimensionar e favorecer a manutenção de projetos, assim como evitar prejuízos e acidentes. Assim, no exemplo, cabem algumas questões, como:

- quais são as principais grandezas a serem consideradas em circuitos elétricos?

- como tais grandezas se relacionam e interagem em um circuito elétrico?

Também interessa ao estudo do problema real proposto os instrumentos que permitem realizar as medições das grandezas envolvidas em um circuito elétrico e os dispositivos, especificações e materiais usados na sua instalação.

Além de responder às questões indicadas acima, diante do contexto apresentado no artigo, propõe-se aos estudantes elaborarem um projeto que permita conscientizar as pessoas a respeito dos riscos envolvendo circuitos elétricos e que ajude a minimizar os acidentes apontados no texto do site.

5.6 Algumas orientações didáticas de acordo com a ABP

De acordo com as considerações tecidas nos capítulos III e IV, selecionamos uma matéria jornalística que apresenta um problema real, relacionado ao interesse de cidadãos comuns, mas, principalmente, aos estudantes do Curso Técnico em Eletrônica Integrado ao Ensino Médio.

Esse problema está estruturado de acordo com os preceitos da ABP, contemplando noções de diferentes áreas do conhecimento, como Física, Química, Segurança do Trabalho, Matemática, Produção de um Vídeo, Produção de uma Cartilha, Ética, Cidadania, entre outras.

Notamos então que o encaminhamento da solução do problema não é única, ou seja, dependerá da opção adotada para cada grupo, evidenciando assim a importância do PBL como produtora de um conhecimento efetivo.

Na área de Matemática, além de outros conceitos e conteúdos, será possível abordar o estudo de Sistemas Lineares, por meio da aplicação das leis de Kirchhoff.

As orientações aqui presentes baseiam-se nas ideias de Ribeiro (2008), Araújo & Arantes (2009) e Souza (2016). Ressaltamos que se trata de sugestões para docentes de como iniciar uma abordagem por meio da ABP em um curso específico, o Curso Técnico em Eletrônica Integrado ao Ensino Médio.

5.6.1 Orientações para abordar o problema sugerido por meio da ABP

I - Inicialmente, acreditamos que será importantíssimo realizar junto aos estudantes a conscientização e a familiarização acerca dos objetivos da metodologia e da dinâmica das aulas. Todos os envolvidos, professores e estudantes, precisam compreender que o processo será desenvolvido por meio de tutorias e consultorias envolvendo professores de diferentes áreas, em atividades que substituem as aulas, favorecendo um ambiente mais dinâmico e interativo.

II - Em relação à formação de grupos, sugere-se que sejam formados por, no máximo, seis estudantes, para não comprometer a eficácia do processo.

III - Cada grupo deverá eleger um coordenador e indicar um relator (ou secretário). É responsabilidade do coordenador conduzir as discussões atuando como líder do grupo. A função do relator é anotar os pontos mais importantes das reuniões, registrando quais serão as tarefas de cada membro antes dos próximos encontros.

IV - Recomenda-se que haja rotatividade de funções nos grupos (após a resolução de cada problema), para explorar e desenvolver atitudes, competências e habilidades essenciais à atuação profissional, além de evitar a monopolização de alguns e descompromisso de outros.

5.6.2 Aspectos fundamentais da abordagem com a ABP

De acordo com Araújo e Arantes (2009), três aspectos são fundamentais em uma abordagem com a ABP, o primeiro é a **análise do problema e o planejamento da pesquisa**; o segundo é o **desenvolvimento das ações que levarão à resolução do problema**; e o terceiro é a **socialização dos conhecimentos produzidos por meio da produção de relatórios**.

5.6.2.1 A Análise do problema e planejamento da pesquisa

Essa etapa contempla apresentar aos estudantes uma visão geral sobre o problema proposto e explicitar a relevância da situação para a formação profissional desejada, devendo contar com a leitura coletiva do problema, apresentação do contexto e registro de possíveis palavras ou termos desconhecidos para serem pesquisados posteriormente. É importantíssimo despertar o interesse pelo problema e observar lacunas que deverão ser preenchidas, indicando a necessidade de estudos e pesquisas acerca do assunto abordado.

Se a proposta for desenvolvida no Curso Técnico em Eletrônica Integrado ao Ensino Médio, o tutor pode destacar o perfil profissional visado, que está indicado no site do IFSP Câmpus São Paulo:

O profissional técnico em eletrônica de nível médio é aquele que atenderá às demandas típicas em um mercado de trabalho de forte dinamismo, atuando e demonstrando ética social e no trabalho, responsabilidade e visão consequente de suas decisões técnicas, adaptabilidade, disposição para o crescimento intelectual.

A habilitação em eletrônica prepara os profissionais empreendedores, capacitando-os a aplicar as modernas tecnologias relacionadas à manutenção de equipamentos eletrônicos, analógicos e/ou digitais. Os profissionais formados pelo IFSP podem atuar nos seguintes seguimentos: empresas concessionárias de energia elétrica e de telecomunicações; empresas de eletrificação; empresas de representação, vendas e assistência técnica de materiais e equipamentos elétricos e eletrônicos; laboratórios de ensaios elétricos e eletrônicos; empresas de consultoria, projetos, instalações e manutenções de máquinas e equipamentos eletroeletrônicos.

Fonte: <https://spo.ifsp.edu.br/cursos-tecnicos?id=145> (Acessado em 15/11/2017)

Seguem abaixo algumas questões subjacentes que poderão complementar o planejamento para a resolução ou encaminhamento do problema. Caso essas questões não sejam propostas pelos estudantes (organizados em grupo) elas poderão ser feitas pelo tutor:

- Existe alguma diferença entre circuito elétrico e circuito eletrônico?
- Quais tipos de materiais são bons condutores elétricos e quais não são?

Quais são as características de materiais que são bons condutores elétricos?

- O corpo humano é um bom condutor elétrico?
- Existe uma inter-relação ou equação matemática que expresse a interdependência entre corrente elétrica, tensão e resistência?

- Em caso afirmativo, como elas interagem em circuitos elétricos em paralelo e em série?

- Qual é a diferença entre esses circuitos?

Uma sugestão para o encaminhamento do problema é o estudo de circuitos elétricos, normalmente proposto em livros de Física, o estudo das leis de Kirchhoff, e, principalmente, o estudo de Sistemas Lineares, que serão obtidos por meio das aplicações das leis de Kirchhoff em circuitos elétricos. Noções de Segurança do Trabalho, Exercício de Cidadania e Ética também poderão ser explorados, com discussões a respeito de “gambiarras elétricas” e ligações elétricas clandestinas.

Diante do que foi exposto nos parágrafos anteriores, pode-se iniciar a execução de um planejamento de busca de informações sobre o problema: podem surgir ações e trocas de experiências entre os integrantes de cada grupo, com a elaboração de hipóteses e estratégias que visem resolver o problema.

Também se deve levar em conta o tempo disponível para a exploração e resolução do problema proposto, esse tempo dependerá da carga horária da disciplina, dos objetivos e do planejamento do tutor (professor).

5.6.2.2 Ações que levarão à resolução do problema

Na fase de ações deverá ocorrer o desenvolvimento de estudos, pesquisas, intervenções e orientações, contando com possíveis consultorias de professores de outras áreas do conhecimento.

O estudo de circuitos elétricos pode ser iniciado por meio de livros didáticos de Física, e pode incluir o estudo de temas como cargas elétricas, condutores elétricos, correntes elétricas, geradores elétricos, resistores elétricos, as leis de Ohm e o estudo das leis de Kirchhoff.

Tais noções são facilmente encontradas em livros e sites, mesmo assim, cabe indicar as seguintes referências: Halliday (2016) e Pietrocola [et al.] (2016). Além disso, os estudantes podem encontrar vídeo aulas sobre o assunto (<http://eaulas.usp.br/portal/video.action?idItem=2463>).

Como um dos objetivos é abordar conceitos matemáticos, o problema proposto possibilita explorar principalmente o estudo de Sistemas Lineares, obtidos por meio das aplicações das leis de Kirchhoff em circuitos elétricos. Noções de Segurança do Trabalho com Eletricidade (<http://falandodeprotecao.com.br/nr10-seguranca-e-eletricidade/>), Exercício de Cidadania e Ética também poderão ser explorados, com discussões a respeito de “gambiarras elétricas” e ligações elétricas clandestinas (<https://www.mundodaeletrica.com.br/quais-riscos-correm-os-eletricistas-alem-do-choque-eletrico/>).

O tutor deverá ficar atento aos encaminhamentos dos estudantes, porque pode ser que eles proponham soluções sem considerar conceitos matemáticos, caso isso ocorra, o tutor poderá ressaltar também a importância do tratamento matemático, por meio de questões que envolvam problemas relacionados a circuitos em paralelo ou em série e à aplicação das leis de Kirchhoff, que geralmente recaem em Sistemas Lineares. O tutor poderá propor situações como a apontada por Anton e Rorres (2012, pág. 76-78).

Sugestão de introdução ao estudo de circuitos elétricos

Inicialmente, destaca-se que circuitos elétricos são constituídos de geradores (ou fonte), geradores, indutores e resistores. Resumidamente, um gerador é uma fonte de energia elétrica, por exemplo, uma bateria, e um resistor é um elemento que dissipa

energia elétrica, por exemplo, uma lâmpada. A seguinte figura foi extraída do livro de Anton e Rorres (2012, p. 76):

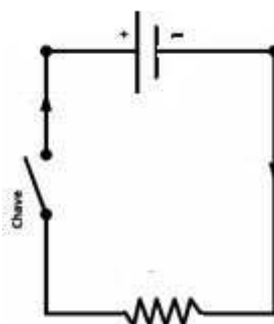


Figura 1.8.4

A figura indica que o gerador tem um polo positivo (+) e um polo negativo (-). Quando a chave está fechada, consideramos a corrente elétrica fluindo a partir do polo positivo do gerador, por meio do resistor, e de volta ao polo negativo. A tensão elétrica costuma ser medida em volts (V)

A tensão elétrica costuma ser medida em volts (V), e de acordo Anton e Rorres (2012, p. 76):

A resistência é o quanto o resistor reduz a tensão elétrica, e costuma ser medida em *ohms* (Ω). A taxa de fluxo dos elétrons num fio é denominada a intensidade de corrente, e é normalmente medida em ampères (A). O efeito preciso de um resistor é dado pela seguinte lei:

Lei de Ohm: Se uma corrente de I ampères passa por um resistor com uma resistência de R ohms, então o resultado é uma queda da tensão elétrica de E volts, que é o produto da corrente pela resistência, ou seja, $E = I.R$

Uma rede elétrica típica possui vários gerador e resistores ligados por uma configuração de fios. Um ponto no qual três ou mais fios da rede se encontram é um nó da rede. Um ramo é um fio ligando dois nós; e um laço fechado é uma sucessão de ramos conectados que começa e termina no mesmo nó. Por exemplo, o circuito elétrico indicado na Figura 1.8.5 tem dois nós e três laços fechados, dois internos e um externo.

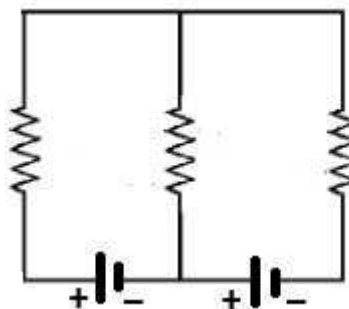


Figura 1.8.5

À medida que a corrente flui pelo circuito elétrico ela passa por aumentos e diminuições de tensão elétrica, que são as elevações e quedas de voltagem,

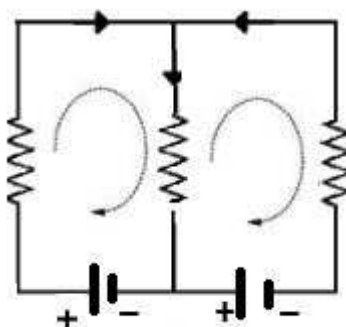
respectivamente. O comportamento da corrente nos nós e em torno de laços fechados é governado por duas leis fundamentais.

Lei das correntes de Kirchhoff: A soma das correntes fluindo para dentro de qualquer nó é igual à soma das correntes fluindo para fora do nó.

Lei das tensões de Kirchhoff: Em uma volta em torno de qualquer laço fechado, a soma das elevações de voltagem é igual à soma das quedas de voltagem.

...

Em geral, não é possível saber de antemão os sentidos nos quais estão fluindo as correntes em circuitos com vários laços; por isso, na análise de circuitos, é costume atribuir sentidos arbitrários aos fluxos das correntes nos vários ramos e deixar os cálculos matemáticos determinarem se os sentidos atribuídos estão corretos. Além de atribuir sentidos aos fluxos de correntes, a lei das tensões de Kirchhoff requer um sentido de percurso para cada laço fechado. A escolha é sempre arbitrária, mas para obter alguma consistência, sempre tomaremos esse sentido como sendo o horário (figura 1.8.7).



Conversão de laço fechado horário com sentidos arbitrários atribuídos às correntes nos ramos

Figura 1.8.7

Também introduzimos as seguintes convenções.

- se o sentido associado à corrente por meio do resistor for o mesmo que o associado ao laço, então ocorre uma queda de voltagem no resistor e, se o sentido associado à corrente por meio do resistor for o oposto do sentido associado ao laço, então ocorre uma elevação de voltagem no resistor.
- Se o sentido associado à corrente através do laço for de – para + num gerador, então ocorre uma elevação de voltagem no gerador e, se o sentido associado à corrente através do laço for de + para – num gerador, então ocorre uma queda de voltagem no gerador.

Seguindo essas convenções ao calcular intensidades de correntes, as correntes cujos sentidos de fluxo foram atribuídos corretamente serão positivas, e aquelas cujos sentidos de fluxo foram atribuídos incorretamente serão negativas.

Exemplo 3: Um circuito com um laço fechado.

Determine a corrente I do circuito mostrado na Figura 1.8.8.

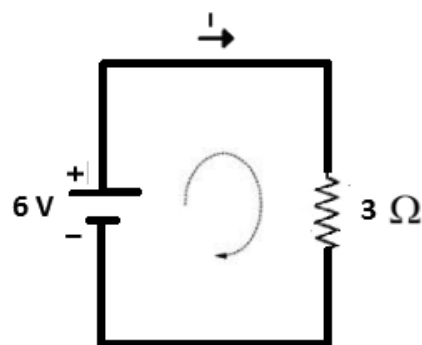


Figura 1.8.8:

Solução:

Como o sentido atribuído à corrente pelo resistor é igual ao sentido do laço, temos uma queda de voltagem no resistor. Pela lei de Ohm, essa voltagem é $E = IR = 3I$. Além disso, como o sentido do laço é de $-$ para $+$ no gerador, temos um aumento de voltagem de 6 volts. Assim, pela lei das tensões de Kirchhoff, segue que $3I = 6$ e concluímos que a corrente é $I = 2A$. Como I é positivo, está correto o sentido atribuído ao fluxo da corrente.

Exemplo 4: Um circuito com três laços fechados.

Determine I_1 , I_2 e I_3 do circuito mostrado na Figura 1.8.9

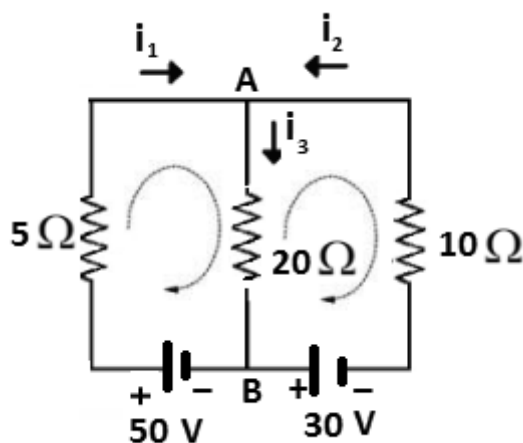


Figura 1.8.9:

Solução:

Usando os sentidos atribuídos às correntes, a lei das correntes de Kirchhoff fornece uma equação para cada nó:

Nó	Corrente para dentro	Corrente para fora
A	$I_1 + I_2$	I_3
B	I_3	$I_1 + I_2$

Contudo, essas equações realmente são iguais, pois ambas podem ser escritas como $I_1 + I_2 + I_3 = 0$

Para encontrar valores únicos para as correntes, vamos precisar de mais duas equações, que obtemos com a lei das tensões de Kirchhoff. Podemos ver, pelo diagrama do circuito, que há três laços fechados: Um laço interno à esquerda com gerador de 50V, um laço interno à direita com gerador de 30V e o laço externo que contém ambos geradores. Assim, a lei das tensões de

Kirchhoff de fato fornece três equações. Num percurso horário dos laços, as quedas e as elevações de voltagem nesses três laços são como segue:

ANTON E RORRES (2012, pág. 76-77).

Tabela 3: Elevação e Queda de Voltagem

	Elevação de voltagem	Queda de voltagem
Laço interno à esquerda	50	$5I_1 + 20I_3$
Laço interno à direita	$30 + 10I_2 + 20I_3$	0
Laço externo	$30 + 50 + 10I_2$	$5I_1$

Fonte: Dados extraídos de ANTON E RORRES (2012, pág. 78).

Essas condições podem ser reescritas como:

$$5I_1 + 20I_3 = 50$$

$$10I_2 + 20I_3 = -30$$

$$5I_1 - 10I_2 = 80$$

ANTON E RORRES (2012, pág. 76-79).

Assim segue o seguinte sistema:

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0$$

$$5I_1 + 0I_2 + 20I_3 = 50$$

$$0I_1 + 10I_2 + 20I_3 = -30$$

Agora basta resolver o sistema e mostrar que $I_1 = 6A$, $I_2 = -5A$ e $I_3 = 1A$. Como I_2 é negativo, vemos que o sentido da corrente é o oposto do indicado na Figura 1.8.9 do exemplo 4 do ANTON E RORRES (2012, pág. 77-78).

Em relação à abordagem dos Sistemas Lineares, o tutor poderá propor caminhos que explorem as resoluções algébricas e gráficas de um sistema linear, assim como o uso de softwares. Encontra-se em Jordão (2011) uma proposta de sequência didática nessa perspectiva.

Ao optar por uma solução algébrica, poderá sugerir o método da substituição que consiste em isolar uma das variáveis em uma das equações e substituir nas outras duas, passando assim a trabalhar com duas variáveis, ou seja:

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0 \quad (1)$$

$$5I_1 + 0I_2 + 20I_3 = 50 \quad (2)$$

$$0I_1 + 10I_2 + 20I_3 = -30 \quad (3)$$

Inicialmente iremos isolar I_1 na sentença (1) e teremos: $I_1 = -I_2 + I_3$, em seguida, iremos substituir a sentença obtida em (2), obtendo a seguinte situação:

(2) passa a ser: $5.(-I_2 + I_3) + 0I_2 + 20I_3 = 50$, fazendo os ajustes possíveis temos:

$$- 5I_2 + 5I_3 + 0I_2 + 20I_3 = 50, \text{ ou ainda: } - 5I_2 + 25I_3 = 50.$$

Sendo assim, o novo sistema passa a ter somente duas variáveis, e terá a seguinte configuração:

$$- 5I_2 + 25I_3 = 50 \quad \text{dividindo a sentença toda por } (-5) \text{ teremos } I_2 - 5I_3 = -10$$

$$10I_2 + 20I_3 = - 30 \quad \text{dividindo a sentença toda por } 10 \text{ teremos } I_2 + 2I_3 = - 3$$

$$\text{Resulta no sistema de equações: } I_2 - 5I_3 = -10 \quad (4)$$

$$I_2 + 2I_3 = - 3 \quad (5)$$

Com o mesmo raciocínio anterior: isolando I_2 na sentença (4) que resultará em $I_2 = 5I_3 - 10$, que será substituído em (5) $(5I_3 - 10) + 2I_3 = - 3$ e finalmente teremos que

$7I_3 = 7$, logo $I_3 = 1A$ e sendo $I_2 = 5I_3 - 10$ e substituindo I_3 em (4) teremos $I_2 = 5.1 - 10$, então I_2 terá $-5A$, só nos resta agora calcular I_1 e para tal vamos voltar em (1) $I_1 + I_2 - I_3 = 0$ e substituir I_2 e I_3 obtendo finalmente $I_1 = 6A$.

Destacamos que não temos nenhuma pretensão em ensinar o professor a resolver sistemas, fizemos apenas uma sugestão para o emprego do método da substituição, mas o professor tutor poderá optar por algum outro método que achar mais conveniente.

Observa-se aqui que a situação proposta poderá ser utilizada na introdução do estudo de Sistemas Lineares em um curso Técnico em Eletrônica (ou Elétrica) Integrado ao Ensino Médio, e salientamos que se trata de uma abordagem interdisciplinar e diferenciada do modelo tradicional porque esse último aborda conceitos matemáticos por meio exclusivo de definição, exemplo e exercícios.

Certamente, serão necessários vários momentos de estudos, e entendemos que depois do contato inicial com o problema, os estudantes precisem se reencontrar para discutir tudo o que foi desenvolvido. Diante de materiais de estudos e pesquisas realizadas, os grupos poderão expor suas descobertas e, com embasamentos teóricos, compartilhar informações.

O professor (tutor), por meio de orientações, analisa as interpretações dos estudantes e sugere encaminhamentos para explorar os conceitos envolvidos, mesmo que englobem outras áreas de conhecimento.

Entretanto, o tutor precisa analisar se a escolha das variáveis por parte dos estudantes irá levar à construção de conhecimentos. Previsões e análises das dificuldades também devem ser uma das preocupações do tutor, tanto em relação aos conhecimentos gerais como ao comportamento que cada grupo possa apresentar. Destacamos que, processualmente, essas observações podem diagnosticar a construção de conhecimentos em diversas áreas envolvidas.

5.6.2.3 Socialização dos conhecimentos produzidos e produção de relatórios

Finalmente, a socialização e a institucionalização devem fazer parte da última etapa de uma abordagem no formato da ABP. A socialização deve ser realizada por meio do compartilhamento dos conhecimentos produzidos, com os demais grupos e com o professor (tutor). Pode-se propor a apresentação de um projeto ou relatório acadêmico-científico, no qual conste a trajetória desenvolvida, as pesquisas realizadas, os resultados obtidos e a proposta final. A institucionalização dos principais conceitos deverá ser realizada pelo professor.

Como em todo processo que envolve o ensino e a aprendizagem, será salutar destacar sugestões relativas à avaliação dessas aulas. Nossas preocupações permeiam tanto a avaliação processual quanto a avaliação formativa.

Araújo e Arantes (2009) indicam como sugestão de avaliação a produção e análise de relatórios, com a atribuição de uma nota ao relatório parcial e a outra faria referência ao relatório científico final. A média final de cada um dos estudantes seria a média aritmética entre ambas.

Esses autores afirmam que, para que esses relatórios sejam elaborados, cada um deles deve incluir também as avaliações de todos os envolvidos no processo, isto é, no relatório parcial, deve constar a avaliação do tutor, a auto avaliação do estudante e a avaliação que o grupo faz de cada membro da equipe. Associadas a essas análises, também irão constar as notas dadas à produção do relatório científico em si e à apresentação feita durante os seminários; é importante considerar na avaliação a

postura e participação dos estudantes na tutoria. Em cada item apresentado pode-se atribuir ponderações diferentes.

No final da etapa de validação das soluções, há um momento para a exposição das ideias e troca de experiências com os outros grupos, assim, podem ocorrer avaliações gerais. Será fundamental que os estudantes percebam o quanto a apreensão do problema pode colaborar com o desenvolvimento de suas competências conceituais, atitudinais e comportamentais.

Como é necessário abordar tópicos matemáticos nessas propostas de ensino, pode-se atribuir também notas voltadas à parte de compreensão/aplicação de conceitos. Na verdade, tudo isso irá depender dos critérios avaliativos a serem adotados pelo tutor, mediante sua própria experiência como professor.

Ressaltamos que os estudantes devem indicar explicitamente quais foram os conhecimentos adquiridos, e caberá ao professor tutor, durante o projeto, diagnosticar se os novos conhecimentos realmente estão sendo construídos adequadamente. Ou seja, os métodos de resolução a serem adotados também poderão ser institucionalizados durante o processo (encontros, tutorias ou consultorias) e, no final, há uma formalização geral dos trabalhos desenvolvidos. Sendo assim, devolutivas, orientações e discussões entre os membros do grupo e o tutor podem ser feitas no desenvolvimento do processo.