REVISTA TÓPICOS

UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA “PEER INSTRUCTION” (APRENDIZAGEM POR PARES) COMO METODOLOGIA ATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA: ESTEQUIOMETRIA NA PRODUÇÃO DO FERRO

DOI: 10.5281/zenodo.17269331

Francisco José Mininel[1]
Silvana Márcia Ximenes Mininel[2]

RESUMO

O *Peer Instruction* no ensino de química é uma metodologia ativa que promove a aprendizagem colaborativa e a compreensão profunda de conceitos, focando na discussão entre alunos para resolver testes conceituais após uma breve exposição do professor. O método busca superar a aprendizagem passiva e a memorização, incentivando o raciocínio crítico através da troca de argumentos e da resolução de problemas em grupo, resultando em uma melhor assimilação do conteúdo por parte dos estudantes. A proposta foi aplicada junto a alunos de uma turma do primeiro ano do Ensino Médio de uma Escola de Tempo Integral (PEI) na cidade de Fernandópolis-SP. Abordou-se o tema Estequiometria na produção do ferro-gusa. Os resultados mostraram que esta metodologia foi eficaz em auxiliar os alunos no processo de ensino e aprendizagem. Os resultados indicam que grande parte dos alunos apresentaram acertos significativos nas duas

questões propostas, indicando uma aprendizagem significativa dos conceitos avaliados.

Palavras-chave: Peer Instruction. Ensino de Química. Estequiometria. Ferro-gusa.

ABSTRACT

Peer Instruction in chemistry teaching is an active methodology that promotes collaborative learning and in-depth understanding of concepts, focusing on student discussion to solve conceptual tests after a brief presentation by the teacher. The method seeks to overcome passive learning and memorization, encouraging critical thinking through the exchange of arguments and group problem-solving, resulting in better student assimilation of the content. The proposal was implemented with first-year high school students at a full-time school (PEI) in Fernandópolis, São Paulo. The topic was Stoichiometry in pig iron production. The results showed that this methodology was effective in assisting students in the teaching and learning process. The results indicate that a large proportion of students scored significantly correctly on both questions, indicating significant learning of the assessed concepts.

Keywords: Peer Instruction. Chemistry Teaching. Stoichiometry. Pig Iron.

1. INTRODUÇÃO

A vida contemporânea tem presenciado crescente complexidade em diversos setores nacional e mundialmente, o que tem requerido desenvolvimento de capacidades humanas de pensar e agir de maneira cada vez mais profunda e ampla com comprometimento às questões do entorno em que se vive. Neste

contexto, as metodologias ativas surgem como uma nova abordagem de ensino onde os alunos se inserem na teorização de forma mais ativa, trazendo elementos novos os quais, muitas vezes, ainda não considerados anteriormente nas aulas ou na própria perspectiva do professor (BERBEL, 2011).

Segundo Dantas e colaboradores (2019), a disciplina de química é comumente lembrada pelos estudantes como uma matéria de difícil compreensão e que demanda ser lecionada utilizando metodologias de ensino que promovam uma harmônica união entre a teoria vista em sala de aula e a prática vivida pelos alunos em seu cotidiano.

O *Peer Instruction* (PI) ou Instrução por Pares é uma metodologia ativa desenvolvida pelo professor Erick Mazur na década de 90 e que tem por objetivo a modificação da dinâmica em sala de aula, tornando os alunos mais engajados e estimulados a aprender e compreender o conteúdo a ser ensinado (Quadro 1).

Mazur (1997) coloca que muitas vezes os alunos ensinam os conteúdos uns para os outros e essa interação direta entre eles mostra-se mais eficaz do que a explicação do

professor, não apenas pela linguagem que utilizam nas interações discursivas e pela zona de

desenvolvimento proximal, mas também porque conhecem as dificuldades que enfrentaram para compreender os conteúdos e o modo como lidaram

para superá-las. Moura (2017) relaciona *Peer Instruction* com a teoria sociointeracionista, explicando que o conhecimento é construído por meio da interação social em que o sujeito estabelece a relação com o mundo utilizando instrumentos como a linguagem que está impregnada com a cultura.

Quadro 1: Descrição das etapas da metodologia *Peer Instruction.*

Etapa	Descrição
Etapa 1 – Breve exposição do assunto (exposição dialogada)	Apresentação oral sobre os elementos centrais de um dado conceito ou teoria é feita por cerca de 20 minutos. “Tema: Estequiometria no processo de produção do ferro-gusa”.
Etapa 2 – Questão conceitual	Uma pergunta conceitual, usualmente de múltipla escolha, é colocada aos alunos sobre o conceito (teoria) apresentado na exposição oral.
Etapa 3 – Votação	Os alunos têm tempo determinado para pensarem individualmente, e em silêncio, sobre a questão

	apresentada formulando uma argumentação que justifique suas respostas.
Etapa 4 – Respostas dos alunos	Os alunos informam suas respostas ao professor.
Etapa 5 – Análise das respostas	De acordo com a distribuição de respostas, o professor pode avançar para o passo seis (quando a frequência de acertos estiver entre 35% e 70%), ou diretamente para o passo nove (quando a frequência de acertos for superior a 70%).
Etapa 6 – Discussão em pares	Os alunos discutem a questão com seus colegas por cerca de dois minutos.
Etapa 7 – Nova votação	Os alunos votam (informam suas respostas ao professor) novamente, de modo similar ao descrito no passo 4.

Etapa 8 – Resultados das votações	O professor tem um retorno sobre as respostas dos alunos após as discussões e pode apresentar o resultado da votação para os alunos.
Etapa 9 – Explanação, próximo tópico ou nova questão	O professor, então, explica a resposta da questão aos alunos e pode apresentar uma nova questão sobre o mesmo conceito ou passar ao próximo tópico da aula, voltando ao primeiro passo.

Fonte: Adaptado de Chicon, Quaresma & Garcês (2018).

As metodologias ativas são desenvolvidas por várias técnicas que autorizam essa “inversão” de papeis entre professor-aluno, dentre elas está o Peer Instruction, ou instrução por pares, onde o foco da aprendizagem está na interação entre os estudantes para a solução de um problema. Desenvolvido pelo professor Eric Mazur da Universidade de Harvard, na década de 1990, esse método tem se mostrado uma ferramenta produtiva de aprendizagem, especialmente no ensino superior. Os objetivos básicos do *Peer Instruction* são: explorar a interação dos alunos durante as aulas e concentrar sua atenção nos conceitos subjacentes. Ao invés de apresentar o conteúdo de forma ortodoxa, coberto de detalhes extenuantes presentes no livro-texto, as

aulas consistem em apresentações breves focando em postos-chaves (Figura 1).

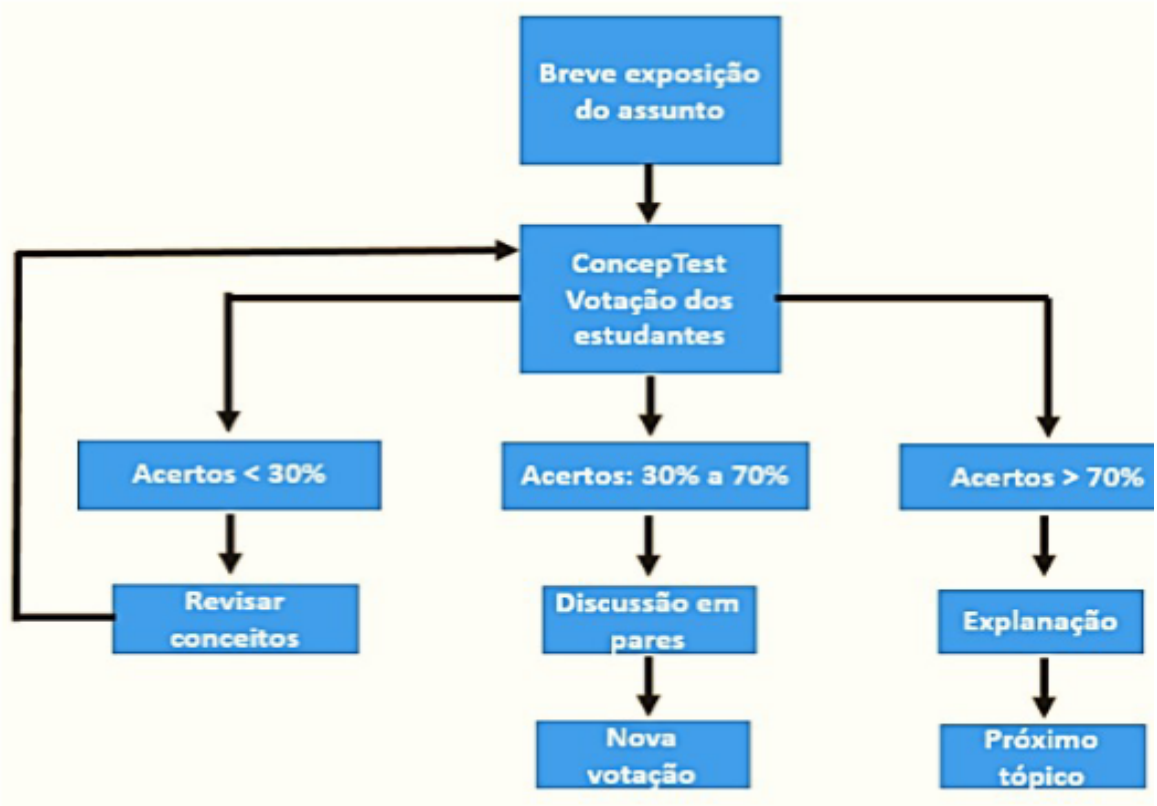


Figura 1. Fluxograma Peer Instruction.
Fonte: (LASRY et al., 2008).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As metodologias ativas de aprendizagem são centradas na experiência e no desenvolvimento da autonomia do aluno em ambientes colaborativos, motivadores, incentivando a criatividade, a proatividade e a comunicação (DIESEL et al., 2017). Assim, o professor atua como mediador motivando,

questionando, orientando e promovendo a participação ativa do estudante no processo de aprendizagem (BACICH & MORAN, 2018).

Ainda de acordo com Vygotsky (1987), a tarefa de ser mediador entre o objeto e o sujeito do conhecimento exige do professor o desenvolvimento de certas atitudes. Destacam-se dentre essas, a de descobrir o que o aluno já sabe; a de organizar, de forma coerente e articulada, o conteúdo a ser transmitido; a de criar condições para que ele possa passar do particular para o geral, e deste para aquele, de tal forma que ele próprio reconstrua o conhecimento. Nisto reside, provavelmente, um dos aspectos mais importantes do processo de aprendizagem escolar.

Deve-se ter a preocupação de levar o aluno a compreender o sentido do conteúdo, qual a relação que ele tem com a sua vida, com seu mundo e com a sociedade na qual está inserido. Não basta que o professor considere o assunto relevante e significativo. É necessário que o aluno chegue também a essa conclusão. Só assim ele estará em condições de se apropriar do conteúdo, reconstruindo-o na sua estrutura cognitiva.

Quando não ocorre uma aprendizagem significativa, ocorre uma aprendizagem mecânica. Ela é uma forma de se decorar fórmulas para uma prova, ou um estudo de última hora, sem significado para o estudante. Enfim, algo que se esquece logo.

Piaget aponta que a aprendizagem é, então, o resultado de um processo de desequilíbrio-equilíbrio (processo de equilibração), em que, a partir de um estímulo externo, o indivíduo tem que se reorganizar internamente para

equilibrar-se novamente. À medida que o indivíduo vai entrando em contato com o mundo, este vai sendo colocado diante daquelas questões que rompem com o estado de equilíbrio do seu organismo, o que propicia a busca de comportamentos adaptativos, seja por acomodação ou assimilação. Nesse processo há uma intensa atividade do indivíduo, da qual resulta a ampliação dos seus recursos de entendimento – que Piaget chama de esquemas (MACEDO, 1999).

3. METODOLOGIA

3.1. A Técnica Peer Instruction (pi)

As etapas da metodologia *Peer Instruction* (PI) incluem: a investigação pré-aula, na qual os alunos estudam o material; a exposição do tema e teste conceitual, onde o professor apresenta o conteúdo e os alunos respondem a uma pergunta individualmente; a votação e discussão em grupo, onde os alunos discutem a questão para chegar a um consenso; e a nova votação e encerramento, quando o professor avalia o resultado e avança para o próximo tópico (Figura 2).

Figura 2. Momentos da Metodologia Ativa Peer Instruction.
Fonte: (LASRY et al., 2008).

1. INVESTIGAÇÃO PRÉ-AULA:

- Os alunos estudam material prévio (textos, vídeos, leituras) para se familiarizarem com o tema antes da aula.
- Essa etapa prepara e motiva os alunos, além de fornecer informações sobre suas dificuldades.

2. EXPOSIÇÃO DO TEMA E TESTE CONCEITUAL:

- O professor faz uma breve apresentação do conceito a ser abordado.
- É aplicada uma pergunta conceitual, geralmente de múltipla escolha, para avaliar o entendimento individual dos alunos.

- Os alunos respondem individualmente, e o professor coleta e avalia os resultados.

3. VOTAÇÃO E DISCUSSÃO EM GRUPO:

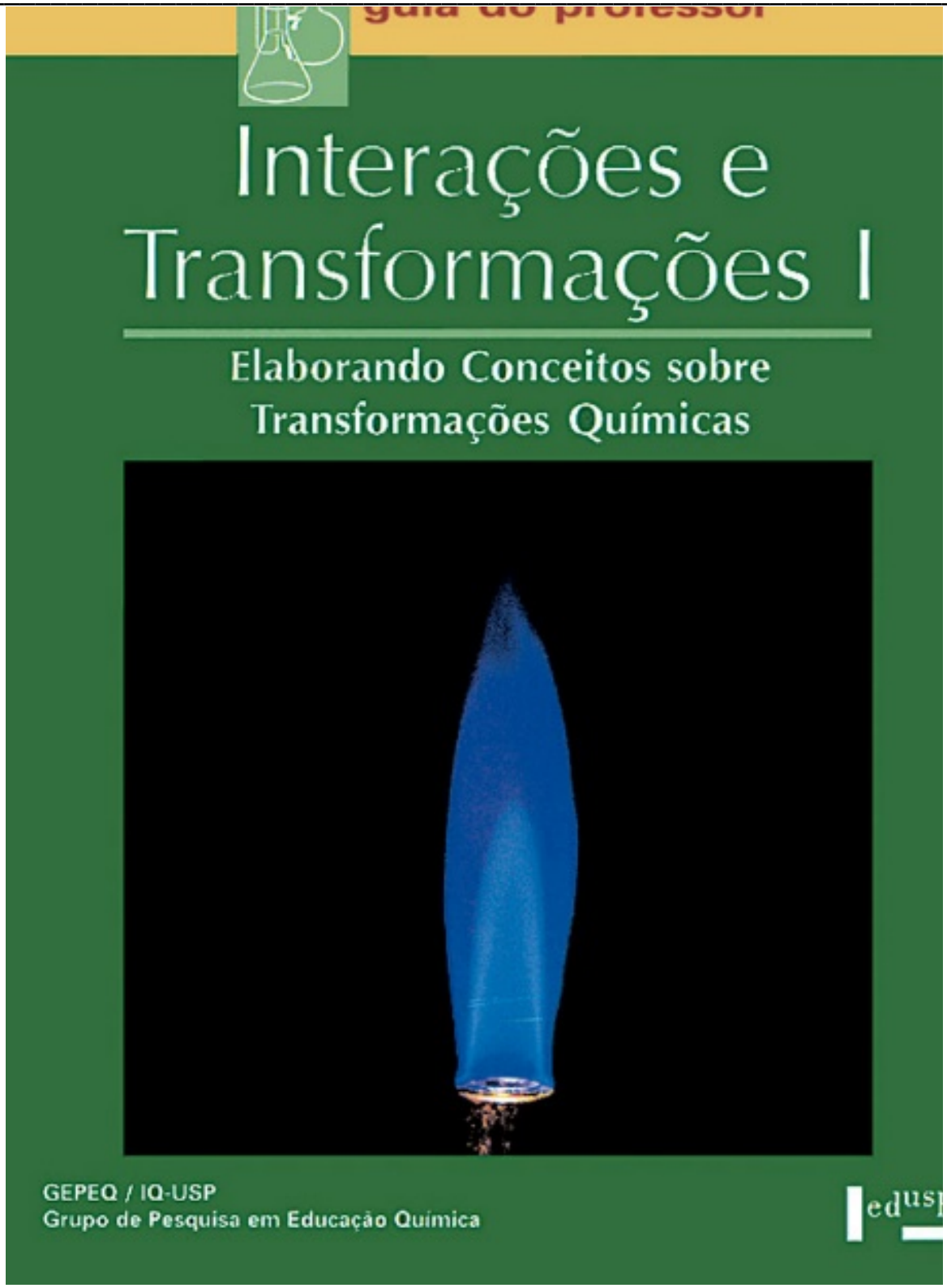
- Com base no desempenho da turma, se a taxa de acerto for insuficiente (abaixo de 30%), o professor pode precisar rever o conteúdo.
- Se o desempenho estiver entre 30% e 70%, os alunos são orientados a discutir a questão em pequenos grupos (duplas, trios ou quartetos) para que compartilhem argumentos e cheguem a um consenso.
- Após a discussão, os alunos votam novamente na resposta de forma individual.

4. NOVA VOTAÇÃO E ENCERRAMENTO:

- O professor avalia os resultados da nova votação.
- Se o desempenho for satisfatório (acima de 70%), o professor faz uma breve explanação final do conceito e avança para um novo tópico ou questão.
- A metodologia pode ser repetida para diferentes conceitos e questões ao longo da aula (Figura 3).

Figura 3. Círculo da Metodologia Peer Instruction.
Fonte: Os autores.

A aplicação da metodologia ativa *Peer Instruction* (PI) ocorreu em uma turma do 1º ano do Ensino Médio sobre a temática Estequiometria na produção do ferro gusa. Utilizou-se o material produzido pelo GEPEQ (2006), Grupos de Pesquisa em Ensino de Química da USP *(“Interações e Transformações”*) (Figura 4). A sala contava com um total de 32 alunos.



REVISTA TÓPICOS – ISSN: 2965-6672

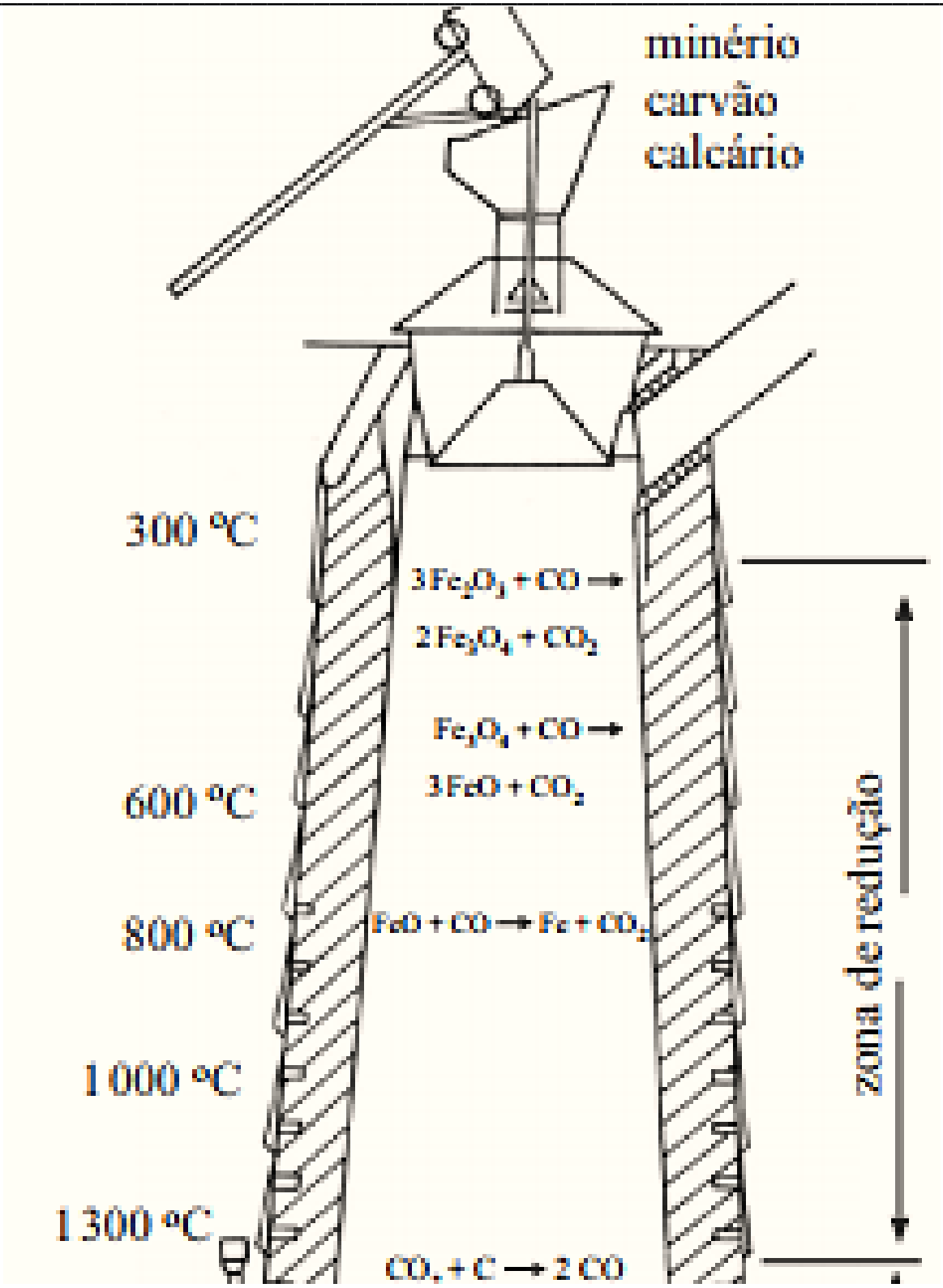
Figura 4. Livro utilizado para os textos de abertura (Organizadores prévios) e produção de sli
sobre o tema Estequiometria na produção do ferro-gusa.
Fonte: **Interações e Transformações I,** Elaborando Conceitos sobre Transformações Químic
GEPEQ/IQ-USP, ISBN-13: 978853140874, ISBN-10: 8531408741, Ano: 2006 / Páginas: 33

Em relação às perguntas formuladas, o professor utilizou de aplicativo *Google Forms*® para que os alunos respondessem às questões propostas e dessa forma, o professor pudesse acompanhar as respostas e percentual de acertos.

Os alunos resolveram a questão em folhas entregues previamente e inseriram a alternativa que assinalaram no *Google Forms*®.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente foi feita uma explanação oral **(Etapa 1)** sobre o processo de produção de ferro gusa em uma Siderúrgica. A professora utilizou a projeção de uma usina siderúrgica através de slides produzidos em power-point e utilizou o material instrucional produzido pelo Grupo de Pesquisa em Educação Química da Universidade de São Paulo (USP). Nesse momento explicou o processo desde a entrada do minério de ferro até o produto final, o ferro-gusa (Figura 5). A cada uma das etapas, a professora chamava a atenção para as reações químicas que ocorriam, bem como, quais seriam os regentes e produtos. Então, reescreveu as equações na lousa, balanceando-as, recordando dessa forma como era feito os acertos de coeficientes.


minério
carvão
calcário
300 °C
600 °C
800 °C
1 000 °C
1 300 °C
$3Fe_2O_3 + CO \rightarrow 2Fe_3O_4 + CO_2$
$Fe_3O_4 + CO \rightarrow 3FeO + CO_2$
$FeO + CO \rightarrow Fe + CO_2$
$CO_2 + C \rightarrow 2CO$
zona de redução

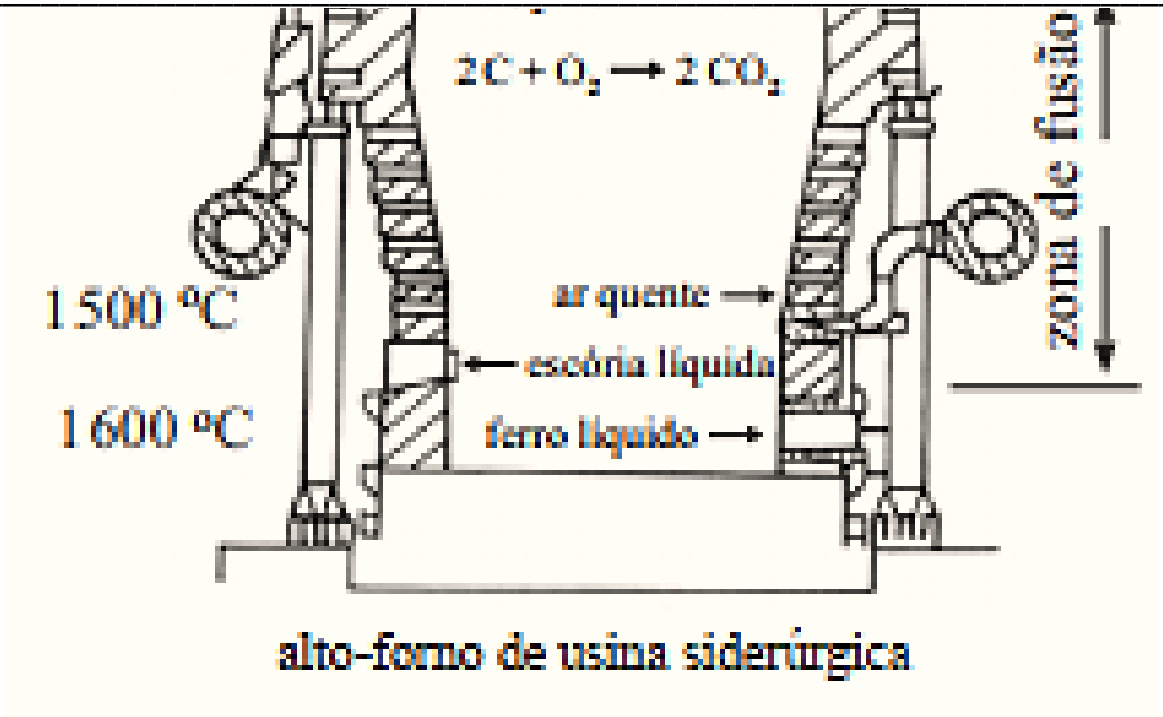


Figura 5. Esquema de uma Siderúrgica e reações em cada etapa.
Fonte: **Interações e Transformações I,** Elaborando Conceitos sobre Transformações Químic
GEPEQ/IQ-USP

Como os alunos já haviam estudado o assunto estequiometria, a professora recordou também, sobre a importância na produção, indicando que a estequiometria é a parte da química que estuda as relações quantitativas entre reagentes e produtos numa reação química, fundamentando-se nas Leis Ponderais (Lei de Lavoisier e Lei de Proust) para calcular massas, moles ou volumes de substâncias. Os coeficientes estequiométricos numa equação química balanceada indicam estas proporções molares, permitindo prever a quantidade de reagente necessária para produzir um determinado produto, ou o produto formado a partir de reagentes específicos.

A professora recordou com os alunos a relação existente entre os números de moles, massa, volume etc.

Esse momento serviu como um organizador inicial de aprendizagens, bem como momento em que as concepções prévias dos alunos foram investigadas.

Segundo Ausubel (1980), o processo de aprendizagem significativa é efetuado quando o aluno incorpora conhecimento novo na sua estrutura cognitiva (conhecimento prévio), formando subsunçores, através de uma relação não arbitrária e substantiva. Isto significa um tipo de aprendizagem diferente da chamada automática, na qual mesmo se relacionando a uma estrutura cognitiva, não resulta da aquisição de novos significados por ser arbitrária e literal.

Existem dois aspectos para que ocorra uma aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1980, p. 3): (1) O estudante precisa utilizar o acervo de aprendizagem significativa, isto é, relacionar novas informações significativamente com sua estrutura de conhecimento existente; (2) O aprendizado deve ser potencialmente significativo, isto é, o conteúdo deve ser plausível ou sensível, ou ainda, ser essencial e não arbitrário.

Após o momento de explanação da professora, seguiu-se uma questão **(Etapa 2)** que abordava os conhecimentos de estequiometria (Figura 6). A questão nº 1 abordava o processo de produção do ferro em uma siderúrgica, indicando as reações químicas principais no processo. Os alunos deveriam

realizar um cálculo para determinar a massa de reagentes necessários para obtenção da massa pré-determinada de ferro gusa produzido (28 Kg).

A figura abaixo representa simplificadamente um alto forno, uma espécie de cilindro vertical de gra altura, utilizado na indústria siderúrgica, dentro do qual a hematita, um minério de ferro composto 70% de óxido de ferro (III) (Fe_2O_3) e impurezas como a sílica (SiO_2) e a alumina (Al_2O_3 transformada, após uma série de reações, em ferro gusa (Fe). Na entrada do alto forno, são coloca carvão coque (C) isento de impurezas, calcário ($CaCO_3$) e hematita.

Na tabela abaixo aparecem as temperaturas, as equações das reações químicas que ocorrem no forno bem como o processo ocorrido.

Temperatura	Processo ocorrido	Equações
1600 °C	Formação do gás redutor	$2C + O_2 \rightarrow 2CO$
700 °C	Redução do ferro	$Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$
1000 °C	Formação da escória ($CaSiO_3$ e $CaAl_2O_4$)	$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$ $CaO + SiO_2 \rightarrow CaSiO_3$ $CaO + Al_2O_3 \rightarrow CaAl_2O_4$

De acordo com o texto e com o processo ilustrado anteriormente, para se obter 28 kg de ferro g além dos demais reagentes, será necessário adicionar, ao alto forno,

Dados: massas molares (g/mol): C = 12, Fe – 56 e Fe_2O_3 – 160.

a) 40 kg de hematita.
b) 24 kg de carvão coque.
c) 70 kg de hematita.
d) 57,15kg de minério.
e) 18 kg de hematita.

Figura 6. Primeira questão respondida pelos alunos (Questão 1).
Fonte: https://app.estuda.com/questoes/?id=45645

A votação **(Etapa 3)** foi realizada a partir da resolução e inserção da alternativa correta no Google Forms® **(Etapa 4)**. Percebeu-se, nesta questão,

uma certa dificuldade dos alunos, não pelos cálculos a serem realizados **(Etapa 5)**, mas sim pelo fato dos alunos esquecerem ou não levarem em conta que o minério de ferro não era 100% puro, ou seja, o óxido de ferro correspondia a 70% do minério de ferro (Figura 7).

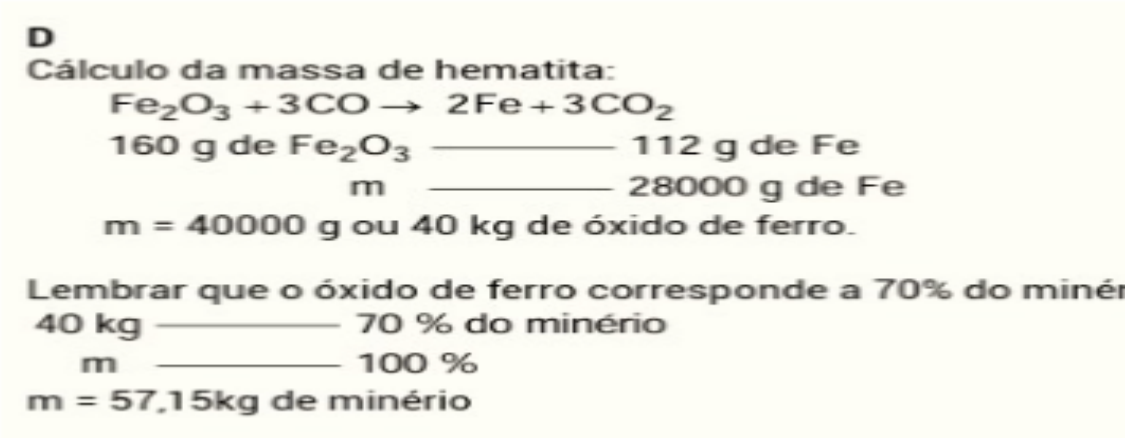


Figura 7. Resolução da questão 1.
Fonte: https://app.estuda.com/questoes/?id=45645

Dessa forma, após a professora observar os resultados (60% de acertos), orientou que os alunos discutissem a questão com seus colegas (discussão em pares) por cerca de quinze minutos (compartilhamento de ideias) **(Etapa 6)**. Nesse processo, ia acompanhando as duplas e a orientação dadas pelos alunos mais experientes aos que não haviam acertado a questão nesse primeiro momento. Assim, as duplas iam se preparando para a nova votação.

Assim, a argumentação ao ser utilizada em sala de aula poderá fazer também com que o aluno se sinta mais seguro quanto à forma de defender suas ideias e para que esta defesa tenha êxito, o aluno deverá conhecer e compreender o conteúdo e mesmo quando errar, o aluno conseguirá analisar o motivo que o

levou a responder incorretamente determinado questionamento. Por outro lado, a validade da argumentação implica na existência de elementos como a justificativa e defesa, afirmação (postura e posição assumida), o fundamento (o suporte ou evidência que é necessário para permitir que a reivindicação seja aceita) e o mandato, conforme explica Fielding-Wells (2013), e o *Peer Instruction* pode auxiliar no desenvolvimento desses elementos do processo argumentativo.

Na **(Etapa 7)**, os alunos votaram novamente, através do Google Forms® (segunda tentativa). Percebe-se uma evolução em relação às respostas dadas anteriormente na primeira votação. Agora, 87,5% dos alunos acertaram a questão, ou seja, a maioria dos alunos (28 alunos) aprenderam e entenderam o que fora solicitado na questão. Mas, constatou-se que ainda 04 dos alunos apresentaram dificuldades na resolução, o que exigiu a intervenção da professora para a efetivação do aprendizado **(Etapa 9: explanação da questão)**. A dificuldade apresenta pelos alunos residiu no fato de que ainda não fora totalmente compreendido (assimilado significativamente) conceitos anteriores, ou ainda, tiveram dificuldade em interpretar o enunciado da questão e identificar a informação relevante para a resolução dos problemas, como o tipo de relação numérica (mol-massa, mol-volume etc.) que o exercício exige.

Dessa forma, a professora explicou a resposta da questão, resolvendo a mesma no quadro. Na sequência, visando a consolidação dos conceitos, colocou para resolução um novo problema **(Etapa 9)**, envolvendo estequiometria na produção do ferro-gusa (Figura 8).

O ferro pode ser obtido a partir da hematita, minério rico em óxido de ferro, pela reação com carvão e oxigênio. A tabela a s
apresenta dados da análise de minério de ferro (hematita) obtido de varias regiões da Serra de Carajás.

Minério da região	Teor de enxofre (S) / % em massa	Teor de ferro (Fe) / % em massa	Teor de sílica (SiO_2) / % em massa
1	0,019	63,5	0,97
2	0,020	68,1	0,47
3	0,003	67,6	0,61

Fonte: ABREU, S. F. Recursos minerais do Brasil, vol. 2. São Paulo: Edusp, 1973

No processo de produção do ferro, a sílica é removida do minério por reação com calcário ($CaCO_3$). Sabe-se, teoricamente
estequiométrico), que são necessários 100 g de calcário para reagir com 60 g de sílica.

Dessa forma, pode-se prever que, para a remoção de toda a sílica presente em 200 toneladas do minério na região 1, a mas
calcário necessária é, aproximadamente, em toneladas, igual a:

A 1,9.

B 3,2.

C 5,1.

D 6,4.

E 8,0.

Figura 8. Segunda questão respondida pelos alunos (Questão 2).
Fonte: Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM (2000).

No Quadro 2 abaixo, vê-se a resposta correta da Questão 2. Essa questão exigia a análise de uma Tabela de minérios *versus* teores de (S), (Fe) e

(SiO_2) e a quantidade de calcáreo necessária à remoção de toda a sílica presente no minério.

Quadro 2. Resolução comentada da Questão 2.

GABARITO: ALTERNATIVA B

O teor de sílica (SiO_2) no minério 1 é de 0,97%, então, a quantidade de sílica em 200 toneladas de sílica é de:

$$200.\ toneladas ---- 100\%$$

$$x\ toneladas ---- 0{,}97\%$$

$$x = 1{,}94\ toneladas\ de\ sílica$$

O próprio enunciado já fala a proporção estequiométrica da reação de como a sílica é removida. Com isso, tem-se que são necessários 100 g de calcário ($CaCO_3$) para reagir com 60 g de sílica. Portanto, como tem-se 1,94 toneladas de sílica, a massa de calcário é de:

$$100.\ g\ de\ calcario ---- 60 g\ desÍlica$$

$$y\ toneladas\ de\ sílica ---- 1{,}94\ toneladas\ de\ sílica$$

$$1{,}94\ toneladas \cdot 100\ g = y \cdot 60\ g$$

$$y \cong 3{,}2\ toneladas\ de\ sílica$$

Ao analisar a resposta dos alunos já na primeira votação (90% de acertos), percebe-se claramente o avanço na aprendizagem dos conceitos pretendidos. Esse fato indica que a orientação dos colegas mais experientes nas duplas e a mediação da professora ao final, fora de extrema importância para o aprendizado efetivo da Estequiometria.

Os resultados sugerem que os momentos de discussão aumentaram a socialização entre os estudantes, sendo enfatizada pelos alunos em suas avaliações sobre a metodologia.

Dessa forma, concordamos com Tullis & Goldstone (2020) quando afirmam que o *Peer Instruction* beneficia consistentemente o aprendizado do aluno, pois além do ensino estar centrado nas interações entre os alunos, há avanços na compreensão conceitual, redução do desgaste dos alunos em relação aos conteúdos considerados difíceis, diminuição das taxas de reprovação na disciplina, melhoria da frequência dos alunos nas aulas e maior envolvimento e participação dos alunos. Os autores, inclusive apontam que a discussão é uma etapa importante da instrução por pares, pois podem conduzir à melhoria de desempenho (Figura 9). Eles constataram que as respostas corretas se manifestam e são veemente defendidas após a etapa da discussão, porque os alunos são mais propensos a mudar de uma resposta incorreta para a correta do que ao contrário.

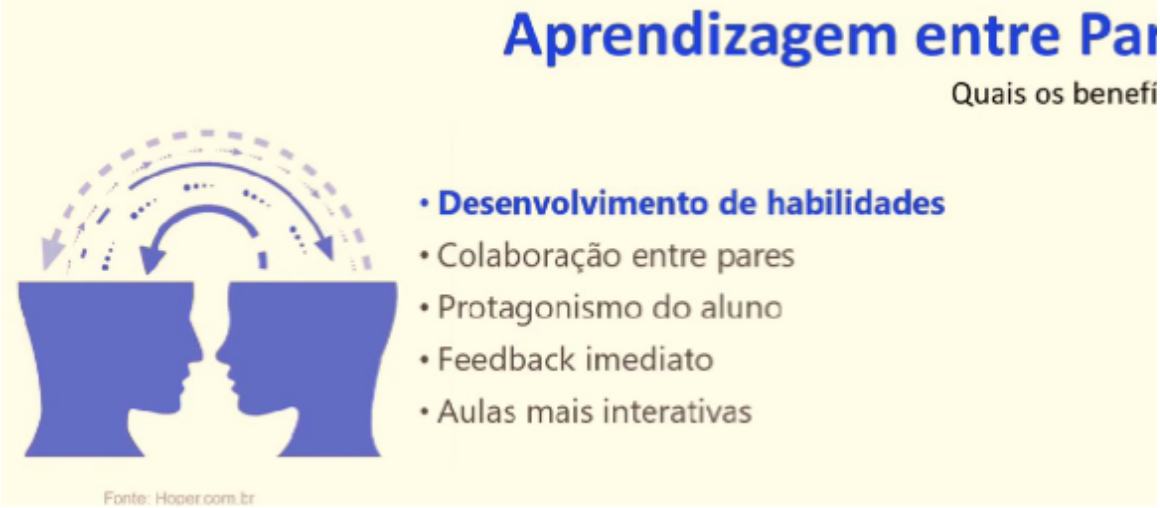


Figura 9. Benefícios da Aprendizagem entre Pares (Peer Instruction).
Fonte: (LASRY et al., 2008).

Ao longo da aplicação da metodologia, percebeu-se em alguns alunos uma dificuldade mais acentuada na utilização das operações matemáticas. A deficiência nos conceitos básicos de Matemática quando esta é pré-requisito para a compreensão da Estequiometria aumenta a dificuldade do aluno em Química por falha na aprendizagem em outra disciplina. Uma importante forma de melhorar o entendimento dos alunos no que diz respeito ao cálculo estequiométrico seria a interdisciplinaridade da Matemática com a Química, tornando, possivelmente, o assunto menos complexo. Esta integração seria um relevante e significativo incentivo ao entendimento do conteúdo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As etapas de votação e discussão do *Peer Instruction*, constituindo um recurso potencialmente significativo para trazer uma nova dinâmica para a metodologia de instrução por pares, contribuindo para que os alunos

compreendessem os conceitos relativos à Estequiometria, promovendo a argumentação com justificações plausíveis, trazendo mudanças positivas nas relações entre professor-aluno e aluno-aluno. Os testes realizados revelaram que após os debates em dupla, os alunos conseguiram perceber os erros que tinham cometido e, dessa forma, já assinalavam a resposta correta.

Além disso, a aplicação do PI promoveu a criação de um ambiente de discussão e debates sobre os saberes, no qual os estudantes atuavam como atores centrais da própria aprendizagem, propiciando a maturação e internalização de novos conhecimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, David P. Schemata, cognitive structure, and advance organizers: A reply to Anderson, Spiro, and Anderson. **American educational research journal**, v. 17, n. 3, p. 400-404, 1980.

BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

BERBEL, N, A, N. As Metodologias Ativas e a Promoção da Autonomia de Estudantes. **Semina - Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v.32, n. 1, p. 25-40, jan./ jun. 2011.

CHICON, M. M.; QUARESMA, C. R. T.; GARCÊS, S. B. B. Aplicação do Método de ensino Peer Instruction para o Ensino de Lógica de Programação com acadêmicos do Curso de Ciência da Computação, 2018.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. e MARTINS, S. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

FIELDING-WELLS, Jill. Inquiry-Based Argumentation in Primary Mathematics: Reflecting on Evidence. **Mathematics Education Research Group of Australasia**, 2013.

GEPEQ / IQ-USP**. Interações e Transformações I,** Elaborando Conceitos sobre Transformações Químicas, 2006.

LASRY, Nathaniel; MAZUR, Eric; WATKINS, Jessica. Peer instruction: From Harvard to the two-year college. **American journal of Physics**, v. 76, n. 11, p. 1066-1069, 2008.

MACEDO, S. H. **A aprendizagem do desenho técnico projetivo numa perspectiva de construção**. Rio de Janeiro, 1999.

MAZUR, E.; SOMERS, M. D. **Peer instruction:** a user's manual. Upper Saddle River, N.J. Prentice Hall, 1997.

MOURA, Bruna Ligabo de. **Aplicação do Peer Instruction no ensino de matemática para alunos de quinto ano do ensino fundamental**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2017.

TULLIS, Jonathan G.; GOLDSTONE, Robert L. Why does peer instruction benefit student learning? **Cognitive research: principles and implications**, v. 5, n. 1, p. 15, 2020.

VYGOTSKY, L. S. A formação social da mente. Rio de Janeiro: Martins Fontes, 1997.

[1] Docente do Curso Superior de Engenharia Química da Universidade Brasil, *Campus* de Fernandópolis-SP. Doutor em Química pelo Instituto de Química (UNESP- *Campus de Araraquara-SP*). E-mail: kmininel17@gmail.com

[2] Docente do Curso Superior de Engenharia Química da Universidade Brasil, *Campus* de Fernandópolis-SP. Mestre em Química (PPGQUIM/UNESP-Araraquara-SP). E-mail: silvana.mininel@ub.edu.br