



O Peer Instruction como proposta de metodologia ativa no ensino de química

Peer Instruction proposed as active methodology in chemistry education



L.M.M. DUMONT¹, R.S. CARVALHO², A.J.M. NEVES³

^{1,2} Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Química

³ Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Física

E-mail: dumontluiza@gmail.com

RESUMO: *Este trabalho trata-se de um estudo de caso exploratório sobre a metodologia ativa conhecida como Peer Instruction (PI). Seu objetivo geral é compreender o funcionamento dessa metodologia e as teorias envolvidas por meio da revisão bibliográfica e da prática docente. Adotamos a teoria sociointeracionista de Vigotsky e a teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel, como referenciais teóricos para identificação de alguns aspectos do método. Deseja-se investigar o funcionamento do método e a reação dos alunos, sua aplicabilidade na área de Química, suas dificuldades, vantagens e desvantagens. Desta forma, realizou-se o estudo em quatro turmas do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública da cidade de Viçosa, com cerca de 160 alunos, ao longo de uma sequência didática sobre tópicos de Estequiometria. Observou-se que as discussões entre os pares eram frutíferas e que os alunos demonstraram estar muito motivados com a nova metodologia. Observou-se também que os alunos obtiveram certa resistência à proposta da sala de aula invertida - mesmo sendo um aspecto muito importante para o bom funcionamento do método - na qual eram estimulados a realizar a leitura prévia dos conteúdos antes das aulas. Concluiu-se que o PI é um método adequado para o ensino de química. Este estudo permitiu aos alunos, a elucidação de conceitos importantes e subjacentes e proporcionou novas ideias e novos horizontes acerca do método e continuidade da pesquisa.*

PALAVRAS-CHAVE: Peer Instruction; Instrução pelos Colegas; Ensino de Química; Aula Invertida; Metodologias Ativas.

ABSTRACT: *This work is an exploratory case study on the active methodology known as Peer Instruction. Its overall goal is to understand the functioning of this methodology and theories involved through literature review and practice. We adopted sociointeractionist theory of Vygotsky and meaningful learning theory of David Ausubel, as theoretical framework for understanding some aspects of the method. We want to investigate the mechanism of the*

method and the attitude of the students, its applicability in the field of chemistry, the difficulties, advantages and disadvantages. Thus, we carried out the study in four classes of the first year of a High School in a public school in the city of Viçosa, involving about 160 students at all, over a didactic sequence on topics of stoichiometry. It was noted that the peer discussions were fruitful and that students appeared to be highly motivated with the new methodology. Also noted is that the students got some resistance to the proposal of the inverted classroom - even being a very important aspect for the proper functioning of the method - in which they were encouraged to carry out the prior reading of the contents before school. It was concluded that the Peer Instruction is an adequate method for chemistry teaching. This study allowed the elucidation of important and underlying concepts for students and provided new ideas and new horizons on the method and continuing research.

KEYWORDS: Peer Instruction; Chemistry Education; Flipped Classroom; Active Methodology.

1. INTRODUÇÃO

Com as novas tecnologias e o surgimento das redes sociais, têm-se intensificado a velocidade de comunicação entre os jovens e uma nova realidade virtual tem sido estabelecida. Uma das consequências dessa nova realidade é que a sala de aula, antes reduto do saber, se tornou monótona e retrógrada. Não que seja fundamental a inserção da tecnologia na sala de aula, até porque a tecnologia, por si só, não ocasiona nenhuma influência na aprendizagem. Todavia tornou-se imprescindível alterar a dinâmica da aula, a forma de ensinar, e a tecnologia é um meio de proporcionar essa mudança.

O método tradicional, método mais adotado nos diversos setores educacionais, é baseado nas exposições de um professor para uma audiência passiva, no qual o professor está no foco do processo de ensino-aprendizagem e os alunos são ouvintes e anotadores passivos (CAMPAGNOLO et al., 2014), e não atende mais aos anseios da educação do século XXI. Por isso muitas pesquisas têm sido feitas de forma a propor melhorias na educação, não só no Brasil, mas no mundo. O Peer Instruction (PI) é uma dessas propostas. Trata-se de um conjunto de ações, com finalidades e aplicações específicas, que contribuem para aprendizagem no ensino. Nessas ações, há um equilíbrio das variadas dimensões do ensino e aprendizagem.

Muitos estudos feitos sobre o PI em diversas áreas (Física, Biologia, Direito, Filosofia, Medicina, Línguas, Química etc.), obtiveram bons resultados (DESLAURIERS, SCHELEW, WIEMAN, 2011; FAGEN; CROUCH; MAZUR, 2001; CROUCH; MAZUR, 2001; LASRY; MAZUR; WATKINS, 2008; MÜLLER, 2013; GOLDE; MCCREARY; KOESKE, 2006; JAMES, 1999; SCHELL; MAZUR, 2015; TIEN; ROTH; KAMPMEIER, 2002). No entanto, para a disciplina Química, até o momento, foram encontradas poucas publicações com essa temática, o que motivou ainda mais o investimento nessa pesquisa. Como a Química e a Física são Ciências que possuem objetos de estudos semelhantes e metodologia científica comum, existe grande possibilidade de êxito no uso do método para o ensino de Química também. Além disso, o PI é previsto como uma metodologia aplicável e flexível – podendo ser personalizada pelo instrutor; para ser utilizada em diversos ambientes escolares, com ou sem o uso da tecnologia.

Como uma referência de abordagem do ensino de Química foi utilizado a proposta curricular de Química do estado de Minas Gerais, o CBC (Currículo Básico Comum) (MINAS GERAIS, 2007), o qual apresenta o seguinte diagrama relacionando entre si os três aspectos do conhecimento químico tal como o fenomenológico, o representacional e o teórico (Figura 1).

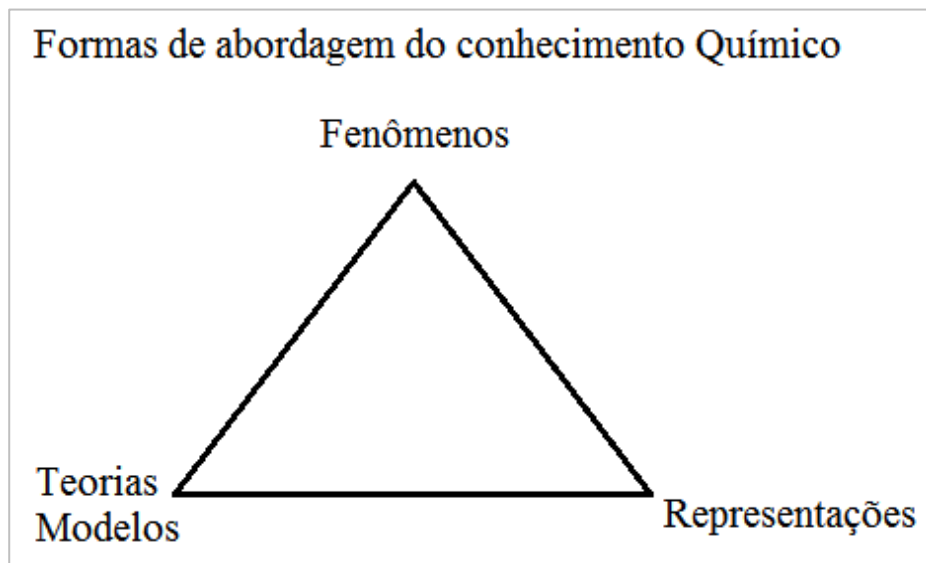


Figura 1: Aspectos do conhecimento químico
Fonte: Adaptação de Minas Gerais, SEEMG, 2007, p. 16.

Diferentemente das aulas tradicionais, nas quais o aspecto representacional é mais enfatizado que os outros (MINAS GERAIS, 2007, pág. 17), o PI pode se apresentar como uma boa estratégia para abordagem dos três aspectos do conhecimento químico de forma mais igualitária. Simulações e experimentos podem ser apresentados para enriquecer o conteúdo e facilitar a compreensão e a interação, e assim a troca de ideias entre os alunos é também estimulada.

Conforme Ausubel (1980), independentemente da abordagem que seja feita, do método utilizado, do professor e da dinâmica da aula; a responsabilidade de aprender em maior parte é do aluno. A aprendizagem não depende somente de um método, somente do professor, depende primeiramente do esforço e comprometimento do aluno.

Nesta pesquisa temos como principal objetivo, compreender o funcionamento da metodologia PI e identificar aspectos relacionais com as teorias de aprendizagem por meio da revisão bibliográfica e da prática docente. Dentro dessa compreensão, deseja-se investigar qualitativamente o desempenho e a reação dos alunos frente ao método utilizado e analisar a aplicabilidade do método na Química, suas vantagens e dificuldades; bem como propor e orientar a produção de material didático (testes conceituais) de Química para utilização no método.

2. APRENDIZAGEM E ENSINO

O conhecimento é uma construção do sujeito, e não pode ser obtido de forma passiva pelo meio externo, e aprender, é um processo de adaptação, de construção do pensamento.

As teorias de aprendizagem construtivistas, possuem em comum três características. “(1) o aluno, quando aprende de maneira significativa, não reproduz simplesmente o que lhe foi ensinado, mas constrói significados para suas experiências; (2) compreender algo supõe estabelecer relações entre o que se está aprendendo e o que já se sabe; e (3) toda aprendizagem depende de conhecimentos prévios” (EL-HANI; BIZZO, 2008, p. 3).

2.1. Teoria da Aprendizagem Significativa

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):

- O estudante precisa utilizar o acervo de aprendizagem significativa, isto é, relacionar novas informações significativamente com sua estrutura de conhecimento existente;
- O aprendido deve ser potencialmente significativo, isto é, o conteúdo deve ser plausível ou sensível, ou ainda, ser essencial e não arbitrário.

Isso denota que mesmo que um material ou aula seja potencialmente significativo, se um aluno tiver a intenção de memorizar arbitrária e intencionalmente os conteúdos, será uma aprendizagem automática e não significativa. O mesmo ocorrerá se o aluno estiver intencionado a aprender significativamente, mas o material ou aula não é considerado potencialmente significativo.

Quanto maior a estrutura cognitiva que uma pessoa tem, maiores são as chances de se obter novos conhecimentos significativos.

Deve-se ter em conta outro fator importante para a obtenção de uma aprendizagem significativa, a linguagem. Ausubel apresenta três argumentos de como a aprendizagem receptiva depende da linguagem:

(...) pode-se afirmar que a linguagem contribui de três maneiras importantes para a formação de conceitos e a solução de problemas. Primeiramente, as propriedades representacionais das palavras facilitam os processos transformacionais implícitos no pensamento. Em segundo lugar, a verbalização dos produtos subverbais emergentes destas operações, antes de nomeá-las, aprimora e amplia seus significados e, portanto, aumenta seu poder de aplicabilidade. (...). Finalmente, os tipos

de conceitos particulares aprendidos em uma determinada cultura são profundamente influenciáveis, como demonstrou Whorf, pelo vocabulário e estrutura da linguagem à qual estão expostos naquela cultura. (AUSUBEL, 1980, p. 70 e 71).

Nota-se que a mente se desenvolve (conceituação) através da linguagem para expressar um raciocínio próprio. A mente também exercita-se através da linguagem para entender expressões de raciocínio alheias, traduzindo essas expressões. Sem a linguagem não pode haver ensino, e dificilmente aprendizagem.

2.2. Teoria Sociointeracionista de Vigotsky

Vigotsky foi o pioneiro a levar em conta a importância da linguagem e da interação social como fatores primordiais no desenvolvimento e aprendizagem. A maturação biológica, fator esse que constituía o centro de outras teorias de seu tempo, para ele era um fator secundário (REGO, 1999).

Conforme esse autor, o desenvolvimento biológico e interno da mente não eram os únicos responsáveis pela aprendizagem, como também o ser humano não era influenciado somente por fatores ambientais, como o behaviorismo predicava. Sua teoria é embasada na concepção de que a aprendizagem ocorre como trocas entre indivíduo e o meio externo, o desenvolvimento intrapsicológico e interpsicológico.

Essa relação entre indivíduos e o meio externo, é chamada de mediação. A mediação é um processo que proporciona o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, e a comunicação é um tipo de mediação em que o instrumento utilizado é a linguagem. A linguagem possibilita a “abstração e generalização de objetos” e conceitos e também a “transmissão e assimilação de informações e experiências”, “estabelecendo significados através da percepção e interpretação de objetos, eventos e situações” (REGO, 1999, pág 53 e 55.) Esse processo descrito anteriormente denomina-se internalização, que é quando a troca de informações permite o aprendizado e a mudança (cultural) na mente do indivíduo.

A linguagem não é só uma forma de expressão do pensamento de um indivíduo, mas também é uma ferramenta organizadora desse pensamento. A linguagem “possui um papel essencial na formação do pensamento”. (VIGOTSKY, 1934)

Enquanto a teoria da aprendizagem significativa trata da significação da aprendizagem, a teoria sociointeracionista de Vigotsky aborda, dentre outros conceitos, a apropriação e internalização do aprendizado.

Para se entender melhor o processo de internalização, é necessário conhecer o conceito de zona de desenvolvimento proximal (ZDP) de Vigotsky.

A ZDP é um conceito do desenvolvimento da aprendizagem no âmbito psicológico e intelectual. Esta representa a diferença entre a capacidade de um indivíduo resolver sozinho uma determinada tarefa ou problema (nível de desenvolvimento real) e a de resolvê-lo com a ajuda de uma pessoa mediadora (nível de desenvolvimento potencial), é portanto, uma zona

que se situa entre esses dois níveis de desenvolvimento. Na realidade, mede o nível de desenvolvimento de determinadas funções em processo de maturação.

O professor como mediador deve estabelecer uma situação em que o aluno atinja a zona de desenvolvimento proximal, pois é nesse momento que o aluno aprende.

2.3. Metodologias Ativas

Metodologias ativas são metodologias de ensino que envolvem os alunos em atividades diferenciadas, isto é, que envolvem vários aspectos e maneiras de ensino a fim de desenvolver habilidades diversificadas. Mais precisamente quer tornar o aluno mais ativo e proativo, comunicativo, investigador, e isso dependerá dos objetivos que o professor quer alcançar e as estratégias adotadas para consegui-los.

Alguns trabalhos, como o de Richard Hake (1998), demonstram uma maior eficiência dos métodos e metodologias ativas em relação ao ensino tradicional.

Alguns exemplos de metodologias ativas mais disseminadas atualmente são: grupos colaborativos, estudo de casos, aprendizagem por projetos, sala de aula invertida (flipped classroom), instrução pelos pares ou colegas (peer instruction), ensino sob medida (just in time teaching), etc.

Neste trabalho será dado enfoque a metodologia de instrução pelos pares com aula invertida.

2.3.1. Peer Instruction (PI): O objetivo principal do PI é promover a interação entre os alunos e atentá-los aos conceitos subjacentes – aqueles que são subliminares e/ou implícitos. Este processo de aula “estimula os estudantes a pensar através de argumentos que estão sendo desenvolvidos e promove que eles e o professor acessem o quanto entenderam os conceitos” (MAZUR, 1997, p. 10).

O PI, traduzido para o português como “Instrução pelos pares” ou “Instrução pelos colegas”, é trabalhado em uma série de etapas, cada uma delas com um propósito específico. Sucintamente segue um roteiro para aplicação do PI com adição da sala de aula invertida, na qual cada uma das etapas será elucidada no decorrer desta seção.

- Leitura prévia do conteúdo pelos alunos;
- Quizz;
- Aula expositiva (máx. 10 minutos);
- Testes conceituais (TC);
- Conclusão e fornecimento de conteúdo e atividades para próxima aula.

Na aplicação do PI, o uso da tecnologia, como data show e clickers é vantajosa. Otimiza o tempo de aula e expõe ao professor e a turma, em tempo real, o feedback com as respostas dos estudantes, possibilitando a discussão dos conceitos das questões. O uso de clickers é opcional, podendo ser utilizado, como substituto, os cartões resposta – conhecidos como

flashcards¹ – ou a votação das respostas também pode ser feita com levantamento das mãos.

Inicialmente os alunos estudam, antes da aula, em casa preferencialmente, um conteúdo previamente estabelecido, estratégia conhecida amplamente como sala de aula invertida - em inglês como *Flipped Classroom* – que foi mesclado ao PI para aumentar a eficácia do método.

No início da aula, propriamente dita, com a aplicação do PI, os alunos respondem alguns quizzes que são perguntas simples sobre o conteúdo que eles leram em casa. O quizz é apenas um motivador² para que os alunos leiam o conteúdo previamente e ao mesmo tempo permite o professor verificar se estes realmente efetuaram a leitura. A pontuação é contabilizada em acertos e erros. Evidentemente, não devem ser questões difíceis, para não penalizar e nem desmotivar os alunos que estudaram e que, entretanto, tiveram dificuldade em entender os conceitos.

A seguir, o professor realiza uma breve explicação de no máximo 10 minutos sobre o tema da aula, com problematizações, de preferência contextualizados, apresenta os tópicos mais importantes e motiva os alunos. A partir desta etapa os alunos podem começar a responder os testes conceituais, que são intercalados com algumas exposições ao final de cada teste, como será detalhado ainda nesta seção.

Os testes conceituais são perguntas que possuem um nível de dificuldade desejável para os estudantes, nem muito fáceis e nem muito difíceis, visando encorajar debates sobre pontos controversos dos conteúdos a serem aprendidos. Geralmente, abrangem pontos chaves da matéria, conceitos importantes e difíceis de entender. Cada aula de 50 minutos aborda cerca de 3 a 4 testes conceituais. Cada teste conceitual possui etapas a serem seguidas dependendo do nível de acertos de cada questão. Conforme MAZUR (1997, p. 10), em geral, o roteiro dos testes conceituais é descrito da seguinte forma:

- A questão é exposta para a turma em cerca de 1 minuto;
- Fornecido tempo de aproximadamente 1 minuto para cada aluno pensar individualmente;
- Alunos marcam suas respostas individuais;
- Aluno interage e argumenta com seu colega sobre sua escolha de resposta em aproximadamente 1-2 minutos;
- Alunos marcam suas respostas revisadas;
- Feedback para o professor: Contagem das respostas;
- Esclarecimento das respostas.

Usualmente, nos testes conceituais, ao errarem, os alunos não perdem ponto porque o

¹ Foi feita uma pesquisa com o propósito de investigar a contribuição dos clickers para o aprendizado conceitual e resolução de problemas. Foi verificado que apesar das muitas vantagens do uso dos *clickers*, seu uso não aumentou a aprendizagem conceitual e de resolução de problemas tradicionais comparado ao uso dos *flashcards* (cartões resposta). (LASRY, 2007)

² Existem outros tipos de motivadores de estudo prévio além do *quizz*, como por exemplo, questionários conceituais para serem respondidos em casa. Os alunos podem enviar as respostas eletronicamente para o professor ou levar na aula seguinte. A vantagem de enviá-los eletronicamente, é que o professor analisa as respostas dos alunos, verificando os erros e concepções alternativas deles, podendo durante a aula dar um enfoque maior em elucidar esses aspectos (*Just-in-Time Teaching* – conhecido no Brasil como *Ensino sob Medida*).

objetivo não é gerar competitividade e sim colaboração. Os alunos precisam estar suscetíveis para discutir e motivados para dar importância às questões e tentarem responder corretamente. Existe um estudo (JAMES, 2006), que mede o efeito da pontuação dos testes conceituais no engajamento dos estudantes nas discussões, em matéria de natureza e qualidade. Foi demonstrado que quando foi dado crédito (pontuação) pelas respostas incorretas, os alunos ficavam mais empenhados em examinar as ideias, tornando as respostas mais diversas, e não um parceiro com maior conhecimento dominando a discussão e influenciando o de menor conhecimento. Demonstrando, assim, um maior entendimento por parte dos estudantes e fornecendo um melhor instrumento de diagnóstico para os professores. Por isso é desejável que a pontuação dos testes conceituais ocorra desta maneira.

Os testes conceituais são o ponto principal do método. Os alunos respondem individualmente as questões e o professor obtém imediatamente o nível de acertos e erros e repassa esses dados para a turma, mas sem que eles saibam ainda qual alternativa é a correta. A seguir é dado tempo para os alunos discutirem o motivo de suas escolhas com seus colegas. Se o nível³ de acertos for maior que 70%, é feita uma breve conclusão do tópico e continua o ciclo de perguntas. Mas se o nível de acertos é menor que 70%, os alunos são solicitados a discutir e argumentar com seus pares sobre suas escolhas referentes a mesma questão.

Novamente é feita a votação e o professor pode mostrar as informações. Espera-se que o índice de acertos seja maior após a discussão dos pares (segunda votação) do que anteriormente a ela (primeira votação). Pois observou-se que a discussão promove um ganho de entendimento dos conceitos. O professor pode aferir o nível de compreensão dos alunos e se as dúvidas foram esclarecidas, se por acaso não forem, o professor só então, poderá explicá-los. Quando necessário, pode haver a demonstração de algum experimento, ou qualquer material visual ou audiovisual para complementar a explicação. A demonstração confirma o conceito de quem respondeu corretamente e esclarece para quem respondeu incorretamente ou ainda não entendeu o conceito. A cada ciclo de testes conceituais, o professor faz uma breve exposição. Pode-se dizer que ocorre uma alternância de testes e exposições feitas pelo professor durante uma aula com o PI.

Na Figura 2 é apresentado um esquema de como se decorre os ciclos de testes conceituais e como o método é executado:

³ Mazur propõe em seu livro, um nível maior de 90% de acertos para começar o novo ciclo de testes conceituais. Mas a escolha desse nível e o número de alternativas é arbítrio de cada professor. O ideal é que o número de alternativas seja entre 4 e 5. Mazur não deixa claro em seu livro qual o número de alternativas das suas questões para esse índice de 90% de acertos. Afinal, como o número de alternativas é variável, o percentual de acertos também varia. Esse percentual não é rígido, contudo é volúvel e variável.

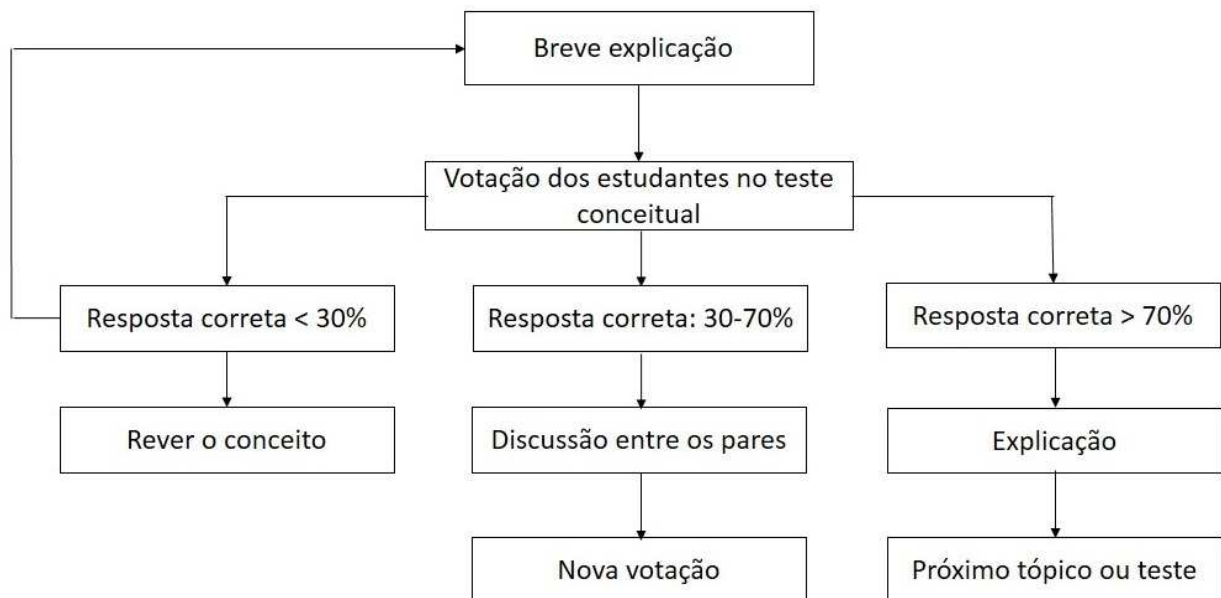


Figura 2: Processo de implementação do Peer Instruction.
 Fonte: Adaptação de Lasry; Mazur; Watkins, 2008, p 1067.

O método acaba sendo composto por uma combinação de avaliações. O professor não precisa esperar a prova, para descobrir o que os alunos não aprenderam, e os alunos não precisam ser afetados com uma nota ruim para perceberem que não aprenderam ou que seus estudos não estão bem focados. Durante as aulas os alunos são avaliados, sua aprendizagem e estudos estão sendo avaliados – o que chamamos de avaliação formativa – e assim qualquer desvio dos objetivos pedagógicos do professor ou insatisfação de aprendizagem por parte dos alunos podem ser contornados antes da prova que, geralmente, detém um maior peso na média final.

Ao final de cada aula, o professor solicita aos alunos atividades para casa como exercícios e leitura do conteúdo da próxima aula.

3. METODOLOGIA

3.1. Natureza da Pesquisa

Conforme Gressler (1989, p. 24) a “pesquisa é um inquérito ou exame cuidadoso para descobrir novas informações ou relações, ampliar e verificar o conhecimento existente”, cuja definição também é utilizada na pesquisa educacional. Portanto, é necessário buscar informações, pesquisar, testar, para obter novas ideias ou ampliar conhecimentos sobre determinado assunto.

A abordagem qualitativa contempla alguns benefícios e características mais propícios para este tipo de pesquisa. Conforme destaca Minayo:

A pesquisa qualitativa responde a questões muito particulares. Ela se preocupa, nas ciências sociais, com um nível de realidade que não pode ser quantificado. Ou seja, ela trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis. (MINAYO, 2001, p. 21)

Enquanto que o quantitativo se representa pelo objetivismo e dados matemáticos, o qualitativo se representa pela exploração, subjetivismo e intuição.

A diferença entre qualitativo-quantitativo é de natureza. Enquanto cientistas sociais que trabalham com estatística apreendem dos fenômenos apenas a região "visível, ecológica, morfológica e concreta", a abordagem qualitativa aprofunda-se no mundo dos significados das ações e relações humanas, um lado não perceptível e não captável em equações, médias e estatísticas. (MINAYO, 2001, p. 22)

Para Gil (2008), as pesquisas podem ser divididas em três níveis, exploratória, descritiva e explicativa. Segundo o autor, as pesquisas exploratórias possuem finalidade de esclarecer e modificar ideias, isto é, proporcionar uma visão geral de determinado fato, e propor hipóteses e problemas para estudos posteriores, muitas vezes constituindo a primeira etapa de uma investigação mais ampla. São pesquisas que possuem menor rigidez de planejamento, não são utilizados dados quantitativos e geralmente faz-se estudos de caso entre outros tipos de procedimentos de pesquisa.

Segundo Gil (2008) e Marconi e Lakatos (2003), os métodos podem ser divididos em dois grupos: os métodos de abordagem e os métodos de procedimento. O primeiro grupo se refere as bases lógicas da investigação; e o segundo grupo, se refere as técnicas utilizadas na investigação, são etapas mais concretas. Conforme as definições dos autores citados, foi possível identificar este trabalho em método fenomenológico, como método de abordagem; e como método de procedimento, o tipo monográfico. "A adoção de um ou outro método depende de muitos fatores: da natureza do objeto que se pretende pesquisar, dos recursos materiais disponíveis, do nível de abrangência do estudo e sobretudo da inspiração filosófica do pesquisador" (GIL, 2008, p. 9).

O método fenomenológico se atenta em mostrar o fenômeno e descrevê-lo sem se aprofundar na relação do fenômeno com conceitos e teorias. Apesar de apresentar muitas características desse método, neste trabalho será apresentada algumas poucas relações com conceitos de psicologia e teorias da aprendizagem, além da apresentação do fenômeno que é a aplicação do PI em turmas do Ensino Médio. Como salienta Gil (2008) a respeito da pesquisa fenomenológica:

A pesquisa fenomenológica parte do cotidiano, da compreensão do modo de viver das pessoas, e não de definições e conceitos, como ocorre nas pesquisas desenvolvidas segundo a

abordagem positivista. Assim, a pesquisa desenvolvida sob o enfoque fenomenológico procura resgatar os significados atribuídos pelos sujeitos ao objeto que está sendo estudado. As técnicas de pesquisa mais utilizadas são, portanto, de natureza qualitativa e não estruturada. (GIL, 2008, p. 15).

O método monográfico é como um estudo de caso feito em profundidade para poder ser considerado representativo de outros semelhantes (GIL, 2008, p. 18). Definição também semelhante a que Gressler (1989) utiliza para a chamada pesquisa de estudo de caso.

Dessa forma, todas estas características descritas anteriormente visam definir o tipo, o nível e os métodos utilizados nesta pesquisa.

3.2. Participantes

A população escolhida foi constituída de quatro turmas de 1º ano do Ensino Médio, com aproximadamente 40 alunos cada, sendo um total de 163 alunos. As aulas de Química foram ministradas em uma escola pública na cidade de Viçosa - MG. A carga horária da disciplina Química é dividida entre aulas teóricas e experimentais em laboratório. Por semana, duas horas aulas, não geminadas, são para aulas teóricas e uma para aula experimental.

Foi realizada uma reflexão sobre a viabilidade dessa pesquisa, com base no tempo e recursos disponíveis, e por isso foram aplicadas somente duas aulas com o método PI. A escolha dessa escola foi devido ao fato desta ser bem equipada e apresentar um ambiente propício para o desenvolvimento dessa pesquisa além disso, a pesquisadora estabeleceu um bom relacionamento com a professora regente da disciplina por ocasião do Estágio Supervisionado e, ainda a liberdade e autonomia que foi outorgada para a mesma reger as aulas de Química.

O apoio e a anuência da direção da escola foram primordiais para o desenvolvimento da pesquisa. Os alunos foram devidamente esclarecidos sobre a natureza da pesquisa, e todos concordaram e se interessaram em participar sabendo que não haveria ônus para nenhuma das partes envolvidas.

3.3. Fases da pesquisa

A fim de atingir os objetivos da pesquisa, foi necessária a utilização de instrumentos de coleta de dados, os quais foram: observação participante, com anotações em um diário de bordo, formulação e aplicação de quizzes, testes conceituais e questionário de opinião (Tabela 1).

Tabela 1: Fases da pesquisa. A pesquisa foi dividida em três etapas.

Primeira fase	Planejamento da pesquisa, revisão bibliográfica sobre o PI e temas envolvidos, estudo do método e dos conteúdos de Química a serem ensinados, delineamento de estratégias de trabalho, e observação das aulas na escola.
Segunda fase	Preparo de aulas e testes conceituais, realização das aulas com o método PI, anotações das experiências em sala de aula e aplicação do questionário de opinião.
Terceira fase	Análise dos testes conceituais e do questionário e considerações da pesquisa.

Fonte: Elaborado pelos pesquisadores.

Inicialmente a pesquisadora observou as aulas de Química nas diferentes turmas para acompanhar o nível de aprendizagem dos alunos, o estilo de aula que era ministrado e abrangência de conteúdos que eram dados. Nos primeiros dias a professora regente tinha o cuidado de explicar a presença da pesquisadora na sala de aula e relatar sobre a pesquisa que seria em breve realizada. A pesquisadora, por sua vez, elaborava os quizzes e testes conceituais a serem aplicados. Tal observação das aulas se deu de forma não estruturada por meio da metodologia de observação participante descrita por Gil (2008).

A primeira fase da pesquisa constituiu-se no estudo sobre o método, artigos e livros de temas relacionados e pesquisa bibliográfica aprofundada. O conteúdo a ser ministrado naquele momento e que foi disposto para a pesquisa era baseado em tópicos de estequiometria, devido ao planejamento prévio da professora e da instituição escolar. Como é explicitado em Schell e Mazur (2015, p. 331, tradução nossa), “quando os testes conceituais são de múltipla-escolha, é importante incluir distrações que representam autênticas concepções alternativas dos estudantes”. Conforme este critério, foram pesquisados os conceitos principais deste conteúdo que seria trabalhado e aqueles nos quais os alunos têm mais dificuldades, contando inclusive com observações e os relatos da professora da turma, com sua experiência ao ensinar o conteúdo em ocasiões distintas para que fossem elaborados os testes conceituais. Na literatura buscou-se as concepções alternativas mais comuns apresentadas pelos alunos relativas aos temas das aulas.

Schell e Mazur (2015) relatam que produzir bons testes conceituais não é fácil e que essa habilidade se torna mais facilitada com a prática. Em verdade, a produção dos testes conceituais foi considerada o ponto mais difícil da pesquisa. A formulação e busca das questões conceituais foi baseada em alguns critérios sugeridos por Mazur (1997) observados ao longo de suas pesquisas, tais como: “Focar em apenas um conceito por questão; não devem ser resolvíveis por equações; haver respostas de múltipla-escolha adequadas; não podem ser expressos de forma ambígua; não devem ser muito fáceis e nem muito difíceis” (MAZUR, 1997, p. 26, tradução nossa).

O questionário de opinião foi proposto com o intuito de averiguar quais aspectos do método os alunos mais gostaram.

Já na segunda fase da pesquisa, para a realização das aulas foram necessários a aquisição do software, que está disponível gratuitamente, os cliques com receptor e data show para exibição dos slides. E aos alunos, foi recomendado que antes de cada aula, fizessem o estudo prévio de algumas seções do livro para possibilitar a discussão das questões em aula.

A terceira fase da pesquisa, que constituía a análise dos testes conceituais e do questionário de opinião, será discutida na seção dos resultados.

3.4. Método de Análise

Tendo em vista o caráter qualitativo desta pesquisa, os testes conceituais serão discutidos com bases teóricas e como se deu o esclarecimento de alguns conceitos pelos alunos e as anotações feitas das observações das aulas. Não será explicitado todo conteúdo com todas as questões, mas somente algumas que possam nos proporcionar exemplos e informações, lembrando que os objetivos deste trabalho não é fazer comparações de eficiência entre métodos de ensino, mas sim expor alguns pontos interessantes do PI, discutindo os mecanismos de aprendizagem e diversos aspectos deste método, baseando-se na pesquisa bibliográfica e na observação participante.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Observações da Pesquisadora Executora

Os alunos já haviam sido comunicados sobre a pesquisa desde o início das observações das aulas da professora. As aulas eram comumente expositivas, com uso de recursos tais como o quadro, giz, *data show*. As aulas que aconteciam no laboratório, geralmente traziam experimentos com caráter de verificação.

Em cada aula, novo conteúdo era apresentado, com muito pouco ou nenhum exercícios nenhum exercício em sala, pois os alunos tinham bom hábito de estudo, copiavam os conteúdos em sala de aula e estudavam em casa resolvendo os exercícios do livro. O perfil desses estudantes é de alunos que fazem as atividades do livro e ainda procuram exercícios extras de outras fontes para estudar, isto é, em geral um alunado muito aplicado.

Com a aplicação do PI, os alunos demonstraram muito entusiasmo ao verem os *clickers* e com a proposta de uma aula diferenciada. Como os alunos já estavam familiarizados com a presença da pesquisadora, eles agiram com naturalidade durante as aulas de Química ministrada pela mesma.

Nas exposições de conteúdo feitas pela pesquisadora, com questões problematizadoras, percebia-se curiosidade dos alunos em entender o “mistério” por trás das perguntas, alguns até tentavam responder, mas esse momento inicial servia para despertar a curiosidade deles e motivá-los para a aula, esperando que ao final dela fossem capazes de responder a pergunta problematizadora inicial.

Apesar de serem estudantes que possuem hábito de estudo em casa, em geral, eles não estudam o conteúdo antes dele ser ministrado em aula. Seus estudos em casa sempre se baseiam em exercícios e leitura pós-aula expositiva. Por isso, a parte do método que os alunos menos gostaram, foi a leitura prévia do conteúdo, devido a brusca mudança de hábito, em fazer os alunos estudarem o conteúdo em casa e não na aula, e usarem a aula para exercícios e não em casa.

De fato, foram ouvidos em tom de lamento comentários do tipo “*ah, tem que ler o conteúdo antes é?*”, e pelos testes conceituais e *quizzes* vê-se que o índice de leitura previa não foi satisfatório. A cada aula, antes de iniciar os testes conceituais, era perguntado quem leu o conteúdo, e os alunos deveriam marcar com seus cliques as alternativas: “nada, ou quase nada”; “cerca de metade do conteúdo”; “tudo, ou quase tudo” e “Não sei / não quero responder”. As Tabelas 2 e 3 apresentam os percentuais de alunos que leram o conteúdo previamente.

Tabela 2: Percentual de estudo prévio apresentado pelos alunos no primeiro dia de aula.

“Com relação à matéria marcada para a aula, eu estudei”:	Porcentagem	Contagem
Nada, ou quase nada.	74,29%	78
Cerca de metade do conteúdo.	7,50%	10
Tudo, ou quase tudo.	4,38%	6
Não sei / não quero responder.	13,83%	15
Total	100%	109

Tabela 3: Percentual de estudo prévio apresentado pelos alunos no segundo dia de aula.

“Com relação à matéria marcada para a aula, eu estudei”:	Porcentagem	Contagem
Nada, ou quase nada.	57,93%	75
Cerca de metade do conteúdo.	23,20%	30
Tudo, ou quase tudo.	10,26%	13
Não sei / não quero responder.	8,61%	11
Total	100%	129

Observou-se certa resistência inicial dos alunos em inverter a aula, isto é, estudar em casa e fazer exercícios em sala de aula. A porcentagem de alunos que leram o conteúdo previamente totalmente ou parcialmente era de 11,88%. E houve um aumento para 33,46% no segundo dia. Provavelmente com a continuidade do método, os alunos mudariam seus hábitos de estudo, já que observou-se um aumento na leitura prévia no segundo dia de aula e também baseado em

informações da literatura pesquisada. O fato de isso ter ocorrido, causou grande impacto nos testes conceituais na aula. Por não lerem o conteúdo, observou-se maior dificuldade em acertar as questões no primeiro dia do que no segundo dia de aula. Para que as discussões entre os colegas sejam proveitosas, necessita-se que o conteúdo seja lido em casa.

Após este momento, deram-se início aos ciclos de testes conceituais e estes iniciavam as discussões em grupo, e então percebia-se a mudança na dinâmica da aula. Ao final de cada teste conceitual havia uma breve exposição de conceitos pela pesquisadora, seguindo o esquema da figura 2. Durante os testes conceituais, a aula se tornara rumorosa, quase todos os alunos falavam ao mesmo tempo, discutindo as questões em duplas e trios. Alguns, *a priori*, estavam envergonhados e ainda não discutiam, e nesse momento que a pesquisadora atuava como mediadora, perguntando a esses alunos e incentivando-os a discutirem e tentarem responder. A discussão devia ser estimulada naqueles que não a estavam fazendo, para a boa realização do método e consequente eficaz aprendizagem dos alunos.

Nas turmas que o índice de leitura previa era mais alto, notava-se uma maior discussão nos testes conceituais. Acredita-se que pelo conhecimento prévio, os alunos teriam mais bases teóricas e conceituais para argumentarem com seus pares. Alguns alunos que respondiam em voz alta, também eram alguns dos que haviam se identificado como os que fizeram o estudo prévio do conteúdo.

Para se ter maior otimização do tempo e produtividade na aula, as questões são cronometradas em 5 segundos no seu tempo final para que todos os alunos possam marcar as respostas.

Vale ressaltar aqui que em cada teste conceitual havia a alternativa “não sei”, por duas razões: a primeira; serve para o professor identificar que aquela questão os alunos não entenderam bem o conceito, ou que a questão não está bem formulada, evitando assim que os alunos optem por qualquer alternativa que possa mascarar a análise do professor. Segundo motivo, é que alguns alunos podem não ter tido tempo de responder, e no momento final do cronômetro eles podem marcar a alternativa “não sei” para que possa ser computada sua participação no teste e estes venham a ganhar a pontuação. No momento dos testes conceituais, o professor precisa deixar de ter total controle da turma, por se tratar de uma metodologia ativa, em que o intuito é que os alunos sejam ativos e que seja estimulada a discussão, é necessário que o professor não dê dicas, não apresse as discussões, não dê as respostas. Deixem os alunos por si só chegarem as suas conclusões, até mesmo se estiverem errados. Esse é um ponto chave que acomete professores mais impacientes e aqueles que não conhecem o método. Por terem maior necessidade de controle da turma, dirigem as discussões, e acabam afetando o aprendizado que é estimulado e gerado pelas discussões entre colegas.

A seguir é apresentado um exemplo da eficácia das discussões entre os pares levando a um aumento do número de acertos nos testes conceituais. A questão era a seguinte:

“Analise a reação de formação da água:

Sabendo que foram fornecidos 4g de $H_{2(g)}$, qual a quantidade mínima de massa deveria ser fornecida de $O_{2(g)}$ para ocorrer completamente a seguinte reação? $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2 H_2O_{(g)}$ ”.

Os resultados apresentados a seguir nas tabelas e gráficos se referem a uma mesma turma, sendo as primeiras marcações individuais e os segundos após as discussões em pares (Tabela 4 e 5 e Gráficos 1 e 2).

Tabela 4: Percentagens obtidas nas alternativas da questão (individual).

Alternativas	Porcentagem	Contagem
32g.	45,71%	16
16g.	14,29%	5
8g.	8,57%	3
4g.	5,71%	2
2g.	17,14%	6
Não sei.	8,57%	3
Total	100%	35

Tabela 5: Percentagens obtidas nas alternativas da questão (entre colegas)

Alternativas	Porcentagem	Contagem
32g.	69,23%	18
16g.	7,69%	2
8g.	0,00%	0
4g.	0,00%	0
2g.	7,69%	2
Não sei.	15,38%	4
Total	100%	26

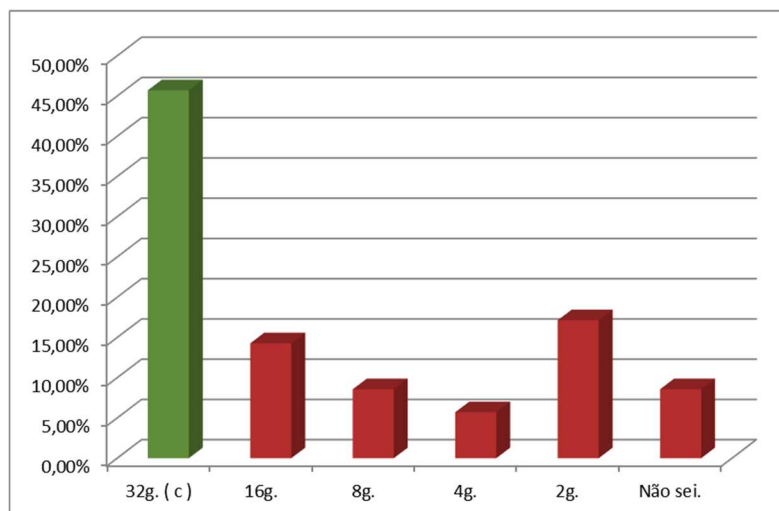


Gráfico 1: Representação gráfica da Tabela 4

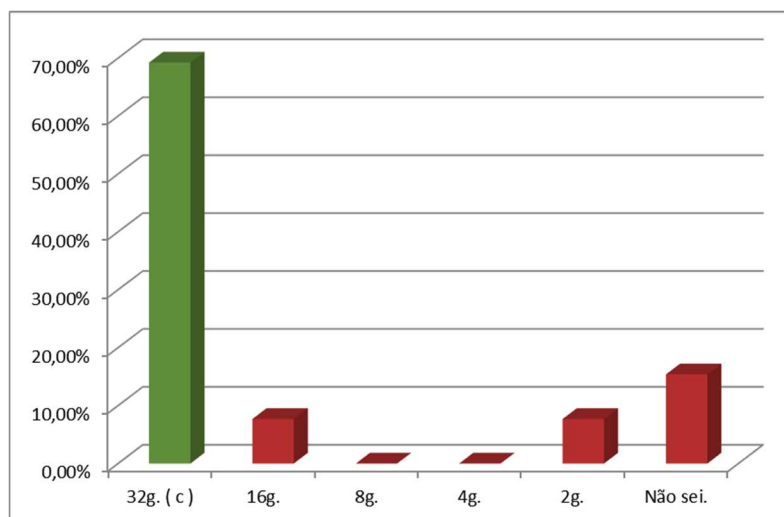


Gráfico 2: Representação gráfica da Tabela 5.

Foi apresentado os dados da questão de apenas uma turma, pois as outras turmas não responderam duas vezes à questão, isto é, não houve a segunda votação que ocorre com a discussão entre os pares, por causa do índice de acertos da primeira votação (individual) ter sido mais satisfatório. Observou-se que os alunos apresentavam uma concepção confusa sobre quantidade de matéria e massa, tanto o é que a resposta errada mais votada foi que a massa de oxigênio deveria ser 4g. Infere-se aqui que os alunos imaginaram que dois mol de gás hidrogênio representa 4g, então um mol de oxigênio representaria a metade, 2g. Por eles estarem fazendo essa relação de forma equivocada, foi diagnosticado que os alunos não entenderam bem os conceitos de massa molar, massa e mol.

Devido à exiguidade do tempo, o questionário de pesquisa de opinião foi aplicado na última aula e reduzido a apenas uma questão, que os alunos responderam utilizando os *cliqueres*. Os alunos deveriam escolher duas alternativas, por isso o número de contagem de votos foi superior ao número total de alunos nas quatro turmas. Alguns se abstiveram dos votos, porque não gostaram do método. Como o interesse era saber quais aspectos os alunos mais gostaram no método, não foi acrescentado a alternativa “não gostei”, que se tivesse sido nos daria uma ideia mais geral também sobre esse parâmetro. A Tabela 6 e o Gráfico 3 representam o percentual das respostas dos alunos nas quatro turmas.

Tabela 6: Aspectos que os alunos mais gostaram no método.
“O que você mais gostou?”

Alternativas	Porcentagem %	Contagem
Discutir questões com os colegas.	21,13	51
Uso de tecnologia (cliqueres) na sala de aula.	37,85	94
Estudar a matéria antes da aula ajuda.	5,29	13
Maior participação e atividade dos alunos. (Aula menos receptiva e mais ativa).	27,03	66
Outro.	8,69	21
Total	100,00%	245

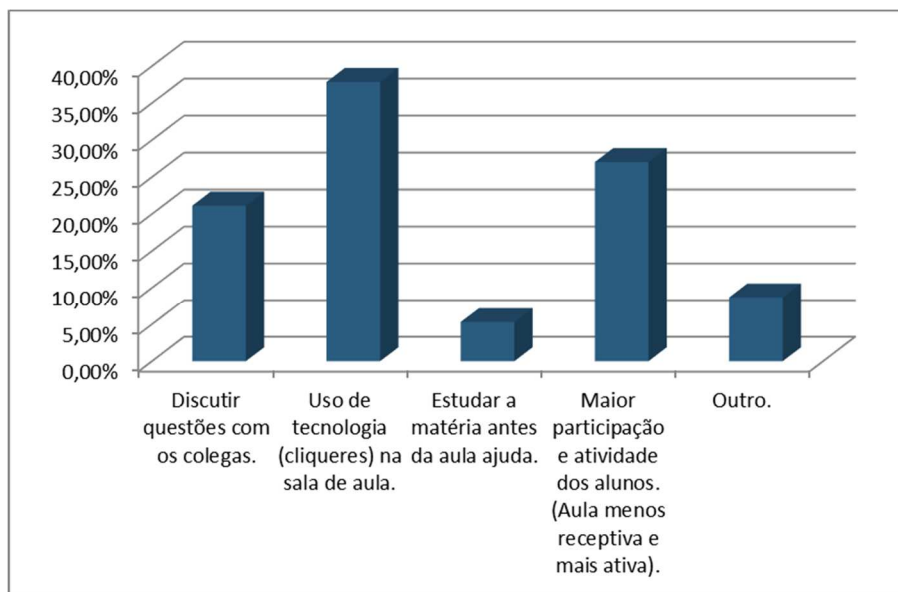


Gráfico 3: Representação gráfica da Tabela 6.

Para os alunos, o fator preponderante foi o uso dos cliqueres na aula. Acreditamos que seja causado pelo deslumbramento da novidade tecnológica na sala de aula. O segundo aspecto que os alunos mais gostaram foi a maior participação e atividade dos alunos em sala, que aponta uma insatisfação dos próprios alunos com a monotonia da aula tradicional. E em terceiro lugar, que os alunos gostaram mais, foi das discussões entre os pares. A interação entre os colegas não foi o que os alunos mais gostaram, apesar de esse ser o ponto forte do método PI. As discussões são importantes, pois como veremos na próxima seção, elas são fundamentadas pelas teorias de aprendizagem. Mesmo que os alunos não enxerguem a importância dessa etapa do método, o professor que o conhece, sabe da sua fundamentação e importância. Concordando com Mazur (1997) consideramos as discussões dos testes conceituais o aspecto principal do PI.

4.2. Relações do Método com as Teorias de Aprendizagem

Neste tópico serão inferidos e discutidos, na visão dos autores da pesquisa, alguns pontos observados em sala estabelecendo-se aspectos relacionais com as teorias de aprendizagem citadas neste trabalho.

4.2.1. O PI com aula invertida sob o olhar da Teoria da Aprendizagem Significativa:

A importância de se fazer a leitura prévia do conteúdo promove a discussão em sala, porque segundo esta teoria, pode-se inferir que o aluno forma subsunçores em sua mente, que são estruturas cognitivas, conceitos precursores, que permitem a construção de significados novos que se adquire. No caso, esse conhecimento novo que se adquire, ocorre o tempo todo, do processamento de ideias na mente do aluno, na leitura prévia, na exposição do professor,

mas principalmente e mais intensamente, através das discussões entre os colegas em sala de aula.

Observou-se também que os alunos que haviam lido o conteúdo previamente eram os que mais participavam das discussões em pares e com a turma, e também os que tinham mais facilidade em argumentar e acertar as questões. Porque quanto maior a estrutura cognitiva do aluno maior as chances de se obter conhecimentos novos e construí-los significativos.

Para tornar o aluno propício a desenvolver uma aprendizagem significativa, o aluno precisa estar preparado intelectualmente a relacionar e adquirir conhecimentos e o material precisa ser significativo para ele. Quando o aluno lê o material previamente, ele se torna mais capacitado a aprender, devido a formação dos subsunçores, e se o material é problematizado, contextualizado, desperta interesse no aluno ou faz parte do seu dia-a-dia ou é um questionamento atual, o aluno se torna mais propício a aprender porque o material se torna significativo.

A questão da motivação e confiança dos estudantes é outro ponto interessante (MAZUR, 1997). Os motivos pelos quais os alunos se tornam mais motivados e confiantes com o uso do PI são: (1) A monotonia da aula tradicional é extinta e os alunos não meramente assimilam o conteúdo passado à eles, eles pensam por si próprios e expressam seus pensamentos em palavras. (2) Um aluno pode até saber o raciocínio e a resposta, todavia não está confiante em contestá-la. Ao discutir com o colega, não importa qual seja a resposta do colega, certa ou errada, ele perceberá que sua resposta faz sentido e adquire mais confiança. O que muitas vezes é o que acontece com os estudantes. A confiança e a motivação que se adquirem com o passar do tempo, tornam os alunos mais propícios a adquirirem aprendizagem significativa.

Ausubel apresenta quatro formas de como um indivíduo adquire e utiliza conceitos aprendidos.

(...) os conceitos tendem a (1) atingir níveis mais complexos de abstrações; (2) exibir maior precisão como também tornam-se mais diferenciados; (3) ser adquiridos mais por meio da assimilação de conceito do que pela formação de conceito (exceto no caso de pessoas criativas, a formação de conceito é um fenômeno relativamente raro após o estágio das operações lógico-abstratas); (4) ser acompanhados pela conscientização da conceitualização das operações envolvidas. (AUSUBEL, 1980, p. 73.)

Esses processos de conceitualização ocorrem simultaneamente ou não, em diversas ocasiões, na leitura, na aula assistida, na comunicação com colegas e professores, etc. E a conceitualização permite tanto a comunicação (entendimento e explicação), como a resolução de problemas. Quando por exemplo, os alunos estão engajados numa discussão entre os colegas nos testes conceituais, eles estão desenvolvendo e processando alguma(s) dessas formas de conceitualização em suas mentes, aumentando o grau de significação desses conceitos. Por isso a comunicação e linguagem tomam parte fundamental de aprendizagem por assimilação, como traz o excerto a seguir:

(...) as **propriedades representacionais das palavras facilitam os processos transformacionais implícitos no pensamento**. Em segundo lugar, **a verbalização dos produtos subverbais emergentes destas operações, antes de nomeá-las, aprimora e amplia seus significados e, portanto, aumenta seu poder de aplicabilidade**. (...) Finalmente, **os tipos de conceitos particulares aprendidos em uma determinada cultura são profundamente influenciáveis**, como demonstrou Whorf, pelo vocabulário e estrutura da linguagem à qual estão expostos naquela cultura. (AUSUBEL, 1980, pág 70 e 71, grifo nosso).

A conceituação promove a capacidade de resolução de problemas. O conceito não é apenas uma regra ou lei gravada na mente do indivíduo, ela possui significado, função e aplicação, sendo utilizada na resolução de problemas. Tanto é que Mazur (1997) descreve que seus alunos passaram a acertar tanto questões conceituais como mais ainda questões de resolução de problemas após o uso do PI. O que também foi observado na correção da prova final dos estudantes da pesquisa, enquanto que esta era composta por questões conceituais e matemáticas.

4.1.1. O PI com aula invertida sob o olhar da Teoria Sociointeracionista de Vigotsky

Esta teoria, conforme mencionado anteriormente, se baseia no princípio de que o desenvolvimento intelectual decorre fundamentalmente das interações sociais. Consideração essa que vem apoiar a importância das discussões entre os pares no método PI.

No PI os estudantes constroem o conhecimento em parceria, pois utilizam da argumentação, que possibilita a “abstração e generalização de objetos” de forma a estabelecer “significados através da percepção e interpretação” de conceitos tanto para quem explica quanto para quem ouve, que esforça-se em entender. Dessa forma o conhecimento é internalizado (REGO, 1999, p. 53, 55).

Mazur (1997) relata que é mais fácil um aluno explicar para outro do que o professor, pois o aluno recentemente digeriu o conceito novo e por isso sabe as dificuldades de entendimento, e como enfatizar melhor os aspectos que vão ajudar o outro a elucidar o conceito. Enquanto que o professor, por estar em contato a muito tempo com o conteúdo, já se torna tão familiarizado que já não encontra as mesmas dificuldades dos alunos e torna-se difícil entendê-las e expressar os conceitos de uma forma menos polida.

A explicação da influência das discussões entre os colegas está relacionada ao conceito da ZDP. Outro aspecto interessante, que Mazur (1997) expõe em seu livro, é que as questões conceituais não devem ser nem muito fáceis e nem muito difíceis, pois envolve uma questão motivacional nos estudantes. Devem apresentar um nível de dificuldade desejável para estudantes, de modo que o instrutor possa observar um intervalo entre 30-70% de acertos após a primeira rodada de respostas, incidindo assim na ZDP dos estudantes. Afinal, “*ensinar o que o aluno já sabe ou aquilo que está totalmente longe da sua possibilidade/capacidade de aprender é totalmente ineficaz*” (REGO, 1999, p 108). Tanto o nível de dificuldade dos testes

conceituais como a influência das discussões entre os colegas na aprendizagem, estão relacionados ZDP. Pode-se dizer então que durante um teste conceitual elaborado nesse nível de dificuldade mediana, deve-se atingir a zona na qual promove o desequilíbrio do aluno, e depois ocorre a assimilação, e por fim, a internalização do conceito. Ao incidir nessa zona durante as discussões com seus colegas, o aluno é capaz de adquirir uma aprendizagem mais aprofundada.

Por isso é importante que o professor não dê dicas, não explique durante as discussões dos testes conceituais, porque ao dar a resposta, o aluno não passa por esses processos psicológicos que geram aprendizado. O aluno saberá a resposta certa para marcar no teste, mas não significa que ele tenha aprendido e/ou entendido o conceito. É necessário que cada aluno “exercite” a sua mente durante as discussões para que se desenvolva o aprendizado. Isso é parte do que define ensino construtivista, e por isso neste método, o professor deve ser apenas um mediador e os alunos mais ativos em sala de aula.

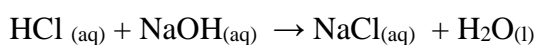
4.3. Outras considerações sobre o PI

Ambas as teorias apoiam alguns aspectos do processo de aprendizagem com o PI. Sabe-se que a aula tradicional é um movimento unidirecional, que ocorre quase que somente através da absorção de ideias, e os mecanismos da mente dos alunos funcionam de determinado modo. Muitas vezes o aluno não processa (não entende) determinados conceitos, pois durante a explicação do professor não se tem tempo hábil para esse processamento de ideias. Entretanto com o PI, obtém-se um movimento multidirecional, o aluno não só processa ideias através da absorção de informações, mas ele também gera informações e argumentações, ocorrendo também o movimento inverso, o que torna os mecanismos da mente mais variados e complexos, aumentando as chances de apreender determinado conceito e conseqüentemente garantindo aprendizagem do mesmo. Além do fato de que o aluno tem mais tempo para apreender os conceitos na leitura prévia feita em casa, e suas dúvidas e exercícios podem ser feitos em sala de aula.

Durante as observações das aulas, percebeu-se que os alunos acertaram algumas questões mesmo que nenhum deles soubesse as respostas certas inicialmente. Existem estudos que indicam que o PI aumenta o entendimento e aprendizagem, ainda sim quando nenhum dos estudantes envolvidos numa discussão sabia a resposta correta previamente à discussão (SMITH et al., 2009).

No exemplo a seguir, em uma das turmas, observa-se que o índice de acertos na marcação individual foi insatisfatório, porém após a discussão entre os pares o índice aumentou significativamente. A questão era:

“Na reação de neutralização a seguir, ao colocar 10g de HCl e 10g de NaOH, o meio estará:



(Massas Molares: HCl = 36,5g/mol; NaOH = 40,0g/mol)”.

Tabela 7: Índice de porcentagens nas alternativas da questão conceitual (individual).

Alternativas	Porcentagem	Contagem
Neutro.	38,71%	12
Ácido.	16,13%	5
Básico.	45,16%	14
Não sei.	0,00%	0
Total	100%	31

Tabela 8: Índice de porcentagens nas alternativas da questão conceitual (entre colegas).

Alternativas	Porcentagem	Contagem
Neutro.	6,45%	2
Ácido.	48,39%	15
Básico.	25,81%	8
Não sei.	19,35%	6
Total	100%	31

Não é um exercício matemático e sim conceitual. Observando-se os valores das massas molares das substâncias era possível concluir a condição de acidez do meio. Neste exemplo, é possível vislumbrar que os alunos carregavam uma concepção alternativa de que “quantidades iguais” de ácido e base se neutralizam, tanto é que na primeira tabela observamos que um número considerável de alunos marcou a opção “neutro” (38,71%) e poucos marcaram a opção correta que era “ácido” (16,13%). Neste caso, a neutralização ocorre quando a mesma quantidade de moléculas de cada uma das substâncias reage uma com a outra, ou seja, o mesmo número de mol de cada substância. Na proposta da questão, as massas em gramas eram iguais, mas a quantidade de matéria em mol, não era. Esse era um conceito importante que os alunos deveriam saber, por isso foi colocado num teste conceitual. Após a discussão entre os pares, mesmo a maioria não sabendo a resposta correta na primeira marcação, foi possível observar como eles evoluíram para a resposta correta.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho trata-se de uma pesquisa exploratória que expõe o método, o seu funcionamento, as suas vantagens e desvantagens, sua viabilização e aponta caminhos para o prosseguimento da pesquisa sobre este método. Baseado nos seus objetivos, a pesquisa forneceu resultados promissores. Os alunos responderam favoravelmente à adoção do método, a participação nas aulas foi satisfatória e a efetiva interação dos alunos foi constatada. Por sua vez, a implementação da metodologia é trabalhosa, afinal toda mudança exige esforço. O professor deve conhecer bem o método antes de adotá-lo, para estar orientado na preparação de suas aulas. Como exposto anteriormente, cada etapa da metodologia possui uma função específica na aprendizagem, e deve ser bem executada de modo que sejam alcançados os objetivos de ensino.

Todavia é recompensador observar a mudança na dinâmica da aula, presenciando a discussão dos conteúdos pelos alunos e a postura ativa dos mesmos no processo de

aprendizagem.

Dentre os estudos que comparam o método PI no ensino superior e no médio, podemos citar o considerado estudo de Lasry, Mazur e Watkins (2008), comparando a eficiência desse método com o tradicional, para diferentes perfis de estudantes (nível alto ou baixo de conhecimento prévio etc). No Brasil, ainda há carência de pesquisas sobre a aplicação do método para estudantes com diferentes perfis. Os resultados a serem obtidos em futuras pesquisas a respeito desse assunto, poderão levar a um aprimoramento e adaptações do método para diferentes realidades educacionais, haja vista que a realidade educacional do Brasil é muito diferente dos países ditos do primeiro mundo.

Na área da Química, pesquisas envolvendo os diferentes conteúdos poderão ainda ser realizadas. Alguns trabalhos relacionados a Química foram encontrados (GOLDE; MCCREARY; KOESKE, 2006; JAMES, 1999; SCHELL; MAZUR, 2015; TIEN; ROTH; KAMPMEIER, 2002), entretanto em número bem reduzido quando comparados aos trabalhos publicados na área da Física, principalmente no Brasil.

Conjunções dos diferentes métodos ou metodologias ativas ainda podem ser exaustivamente estudadas, pois ainda não se sabe, por exemplo, se o ensino sob medida e a aula invertida aplicados concomitantemente ou separadamente ao método proporcionam alguma diferença na aprendizagem. Também há a questão da preferência e eficiência do PI comparada a outras metodologias.

Outra proposta interessante seria uma pesquisa focada na importância das questões conceituais na aprendizagem, de forma a incentivar a formulação de um banco de questões conceituais de Química. Para que pudesse ser utilizado por professores que empregam o PI ou como questões para provas, e até testes para serem utilizados em outros tipos de pesquisa. Na Física, se encontram muitos bancos de questões conceituais, o FCI (Force Concepts Inventory – Inventário de conceitos de força), o BEMA (Brief Electricity and Magnetism Assessment – Breve avaliação de eletricidade e magnetismo), MBT (Mechanics Baseline Test – teste de nivelamento em mecânica) entre outros. Enquanto que não foi possível encontrar facilmente questões de Química para elaboração dos testes conceituais e aplicação do PI.

Outra situação interessante é revelada por Smith em sua pesquisa com o PI na área de biologia, que descreve que “questões isomórficas têm diferentes contextos, mas exige a aplicação dos mesmos princípios ou conceitos para a solução. (...) Também existe um benefício no aprendizado em considerar questões conceituais sucessivas sobre o mesmo tópico” (SMITH *et al.*, 2009, tradução nossa). Com isto percebemos que existem ainda muitos aspectos que podem ser observados durante a aplicação do método no qual se pode inspirar novas pesquisas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a todos aqueles que colaboraram com a pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P. **Psicologia educacional**. 2^a. ed. Rio de Janeiro: Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- CAMPAGNOLO, R.; APARECIDA, A.; RAUBER, J. J.; TRATCH, R. Uso da abordagem Peer Instruction como metodologia ativa de aprendizagem: um relato de experiência. **Signos**, n. 2, p. 79–87, 2014.
- CROUCH, C. H.; WATKINS, J.; FAGEN, A. P.; MAZUR, E. Peer Instruction: Engaging Students One-on-One, All At Once. **Research-Based Reform of University Physics**, p. 1–55, 2007.
- CROUCH, C. H.; MAZUR, E. Peer Instruction: Ten years of experience and results. **American Journal of Physics**, v. 69, n. (9) setembro, p. 970, 2001.
- DESLAURIERS, L.; SCHELEW, E.; WIEMAN, C. Improved Learning in a Large-Enrollment Physics Class. **Science (New York, N.Y.)**, v. 332, n. Maio, p. 862–864, 2011.
- EL-HANI, C.; BIZZO, N. V. **Formas de construtivismo: Teoria da mudança conceitual e construtivismo contextual**. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências. Rio de Janeiro: 2008. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/viewArticle/47>>
- FAGEN, A. P.; CROUCH, C. H.; MAZUR, E. Peer Instruction: Results from a Range of Classrooms. **The Physics Teacher**, v. 40, n. 4, p. 206, 2002.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6^a ed. ed. São Paulo: Atlas, 2008. v. 264
- GOLDE, M. F.; MCCREARY, C. L.; KOESKE, R. Peer Instruction in the General Chemistry Laboratory: Assessment of Student Learning. **Journal of Chemical Education**, v. 83, n. 5, p. 804–810, 2006.
- HAKE, R. R. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. **American Journal of Physics**, v. 66, n. 1, p. 64–74, 1998.
- JAMES, M. C. The effect of grading incentive on student discourse in Peer Instruction. **American Journal of Physics**, v. 74, n. 8, p. 689, 2006.
- JAMES, N. New directions in teaching chemistry: A philosophical and pedagogical basis. v. 76, n. 4, p. 566–569, 1999.
- LASRY, N. Peer Instruction: Comparing Clickers to Flashcards. n. 1997, p. 4, 2007.
- LASRY, N.; MAZUR, E.; WATKINS, J. Peer instruction: From Harvard to the two-year college. **American Journal of Physics**, v. 76, n. 11, p. 1066, 2008.
- MARCONI, M.; LAKATOS, E. **Fundamentos de metodologia científica**. 5^a ed. ed. São Paulo, 2003.
- MAZUR, E.; **Peer Instruction: A User's Manual**; Pearson Prentice Hall; Upper Saddle River; New Jersey; USA; 1997; ISBN 0135654416.
- MINAS GERAIS, Governo de. Secretaria de Estado da Educação. **Currículo Básico Comum**. Belo Horizonte, p. 1-72, 2007.
- MINAYO, M. C. S. Pesquisa Social: Teoria, método e criatividade. p. 80, 2001.
- MÜLLER, M. G.; PORTO. **METODOLOGIAS INTERATIVAS DE ENSINO NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA: UM ESTUDO DE CASO COM O PEER INSTRUCTION**. p. 1–128, 2013.
- REGO, T. C. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. 8^a ed. ed. Petrópolis, Rio de: Vozes, 1999.
- SHELL, J.; MAZUR, E. Flipping the Chemistry Classroom with Peer Instruction. **Chemistry**

- education: Best practices, Opportunities and Trends.**, p. 319–343, 2015.
- SMITH, M. K. WOOD, W. B.; ADAMS, W. K.; WIEMAN, C.; KNIGHT, J. K.; GUILD, N.; SU, T. T. Why Peer Discussion Improves Student Performance on In-Class Concept Questions. **Science (New York, N.Y.)**, v. 323, n. Janeiro, p. 122–124, 2009.
- TIEN, L. T.; ROTH, V.; KAMPMEIER, J. A. Implementation of a peer-led team learning instructional approach in an undergraduate organic chemistry course. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 7, p. 606–632, 2002.
- VIGOTSKY, L.S. **Pensamento e Linguagem**. Editor Ridendo Castigat Mores Edição eletrônica. 1ª ed., 1934. Disponível em: <http://www.ebooksbrasil.org/eLibris/vigo.html> Acesso em 19/04/2016.