

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIAS
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

ANDRESSA MACEDO DA SILVA

PRÁTICA METODOLÓGICA DE ENSINO CENTRADA NO ALUNO EM UMA
ESCOLA DA REDE PÚBLICA DE SÃO LUÍS

São Luís
2018

ANDRESSA MACEDO DA SILVA

PRÁTICA METODOLÓGICA DE ENSINO CENTRADA NO ALUNO EM UMA
ESCOLA DA REDE PÚBLICA DE SÃO LUÍS

Monografia apresentada ao Curso de Física
da Universidade Federal do Maranhão, para
obtenção do grau de Licenciado em Física.

Orientadora: Prof^a. Dr.^a Maria Consuelo Alves
Lima.

São Luís

2018

ANDRESSA MACEDO DA SILVA

PRÁTICA METODOLÓGICA DE ENSINO CENTRADA NO ALUNO EM UMA
ESCOLA DA REDE PÚBLICA DE SÃO LUÍS

Monografia apresentada ao Curso de Física
da Universidade Federal do Maranhão, para
obtenção do grau de Licenciado em Física.

Aprovada em 09/02/2018

BANCA EXAMINADORA

Profa. Maria Consuelo Alves Lima (Orientadora)
Doutora em Física - DEFIS/UFMA

Profa. Silvete Coradi Guerini
Doutora em Física - DEFIS/UFMA

Prof. Eder Nascimento Silva
Doutor em Física - DEFIS/UFMA

Aos que amo, por me fazerem feliz.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por guiar meu caminho e ouvir minhas preces, me proporcionando força, saúde, fé, nessa longa trajetória até aqui. Senhor, obrigado por me manter de pé, e ter me sustentado nessa caminhada, de Ti vem minha força maior, meu alicerce para que eu possa sempre buscar.

A minha família por toda a sua dedicação e apoio para que eu pudesse sempre seguir em frente, em especial aos meus queridos pais Antonio e Antonia que me ensinaram a nunca desistir, sempre persistir mesmo que a caminhada seja árdua e cansativa, e por nunca me deixaram desistir deste sonho da graduação.

A aquele que se tornou a minha base, o meu maior incentivo, o meu maior companheiro de vida, o meu eterno amor, meu filho Arthur Vitor, que mesmo pequeno e sem entender a sua importância em minha vida, se tornou o meu maior incentivador para buscar o melhor para nossas vidas. Eu o agradeço por tudo, mais principalmente pelo seu sorriso que me fortaleceu a cada vez que pensei em desistir.

A minha orientadora Maria Consuelo por seus cuidados, dedicação, paciência, gentileza, amizade, comprometimento e ensinamentos, mesmo nos momentos mais difíceis, ela permaneceu presente com seu apoio e sua ciência como colaboradora neste trabalho. Além de orientadora, se tornou uma grande amiga, que me acolheu e acreditou na minha capacidade, nunca esquecerei que quando eu pensei que não seria capaz, ela acreditou e apostou em mim.

A minha tão amada irmã, Vanessa Macedo, que mesmo longe me deu forças para continuar, me apoiando sempre.

A uma amiga em especial, Joelma Sousa, pelo companheirismo e amizade desses anos de curso.

Ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Pibid) da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo auxílio financeiro que possibilitou a realização desse trabalho.

*“Qualquer novo conhecimento provoca
dissoluções e novas integrações”*

(Hugo Hofmannsthal)

RESUMO

Este trabalho descreve e apresenta resultados do estudo realizado com alunos do segundo ano do Ensino Médio numa escola pública estadual, no município de São Luís (MA). O estudo teve por objetivo elaborar e aplicar uma sequência didática com o intuito de proporcionar aos alunos uma metodologia de ensino diferenciada da tradicional e que os auxiliassem no processo de aprendizagem na disciplina de Física. A sequência didática alicerçada numa metodologia interativa, com o tema Teoria da Relatividade, foi aplicada durante o segundo semestre de 2016, com a participação de 59 alunos distribuídos em duas turmas. A metodologia teve por base o método “Instrução por Colegas” proposto por Mazur (1997). A partir dos resultados, a constatação de forte envolvimento dos alunos com a dinâmica das aulas promovida pela interatividade entre os alunos e entre a professora e os alunos, e considerando o percentual de acertos dos testes aplicados, podemos inferir que a metodologia utilizada tem potencial para ser uma alternativa substitutiva nas práticas de ensino em uso nas escolas públicas brasileiras, baseadas em aulas expositivas centrada no professor.

Palavras-Chave: Metodologias ativas de aprendizagem, Instrução por colegas, Ensino de física.

ABSTRACT

This paper describes and presents results of the study carried out with second year high school students in a public state school, in the city of São Luís (MA). The purpose of this study was to elaborate and apply a didactic sequence in order to provide students with a teaching methodology that is different from the traditional one and that would aid them in the learning process in the Physics discipline. The didactic sequence based on an interactive methodology, with the theme Theory of Relativity, was applied during the second semester of 2016, with the participation of 59 students distributed in two classes. The methodology was based on the method "Instruction by Colleagues" proposed by Mazur (1997). From the results, the finding of strong involvement of the students with the dynamics of the classes promoted by the interactivity between the students and between the teacher and the students, and considering the percentage of correct tests applied, we can infer that the methodology used has the potential to be a substitute alternative in teaching practices in use in Brazilian public schools, based on teacher-centered classes.

Keywords: Active learning methodology, *Peer Instruction*, Physics teaching.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-------|---|
| EJA | Educação de Jovens e Adultos |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatística |
| IpC | Instrução por Colegas |
| MEC | Ministério da Educação |
| Pibid | Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência |
| UFMA | Universidade Federal do Maranhão |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 11 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO..... | 14 |
| 2.1. METODOLOGIA ATIVA..... | 14 |
| 2.2. INSTRUÇÃO POR COLEGAS | 17 |
| 3. APLICAÇÃO DO PROJETO “DESENVOLVENDO O ENSINO DA FÍSICA DE FORMA PERSONALIZADA”, BASEADO NO MÉTODO IPC..... | 21 |
| 3.1. PRIMEIRA ETAPA | 22 |
| 3.2. SEGUNDA ETAPA..... | 23 |
| 3.3. TERCEIRA ETAPA | 25 |
| 3.4. QUARTA ETAPA..... | 26 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 28 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 30 |
| REFERÊNCIAS..... | 31 |
| APÊNDICE – TEXTO UTILIZADO NA PRIMEIRA ETAPA DO PROJETO..... | 33 |
| ANEXOS | 34 |
| ANEXO A – TEXTO UTILIZADO NA SEGUNDA ETAPA DO PROJETO | 35 |
| ANEXO B – PRIMEIRO TESTE CONCEITUAL | 37 |
| ANEXO C – SEGUNDO TESTE CONCEITUAL..... | 38 |

1. INTRODUÇÃO

A educação brasileira vem sendo tema de muitas discussões na busca por respostas a questionamentos específicos da sociedade atual. Transformações promovidas especialmente pelo desenvolvimento da ciência e da tecnologia trouxeram formas de viver diferenciadas produzindo grandes implicações sociais, políticas, culturais e econômicas, antes inimagináveis. Neste contexto, a educação tem função indispensável impactando de forma significativa na vida das pessoas, para viabilizar transformações democráticas com participação efetiva da sociedade, com relações estabelecidas entre elas, o mundo do trabalho e, por conseguinte, a escola. Nessas discussões, as escolas públicas suscitam prioridade, considerando que são responsáveis por 82% do ensino básico da educação brasileira, que são atendidas pela rede pública de ensino (BRASIL, 2014a, p. 4). Se levarmos em conta somente o ensino fundamental e médio, constatamos que o ensino público é responsável por 85,7% no ensino fundamental e 86,8% no ensino médio (BRASIL, 2014b, p.12), lamentavelmente, protagonizando um ensino de baixa qualidade.

A discussão sobre problemas atuais da educação básica brasileira envolve diferentes setores públicos e medidas específicas de enfrentamentos para essas questões, como a formação básica e continuada dos docentes e a adoção de políticas salariais condizentes com a responsabilidade com que os educadores são envolvidos ao ingressarem na rede pública de ensino.

Na perspectiva de contribuir para a formação docente de educadores, procuramos discutir, neste trabalho, uma experiência que vivenciamos durante seis meses atuando como bolsista do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Pibid) na escola Centro de Ensino Professor Barjonas Lobão, no município de São Luís – Maranhão. A escola era constituída por 19 (dezenove) salas de aula funcionando nos turnos matutino, vespertino e noturno, com uma media de 1050 alunos. As turmas do turno da noite eram exclusivamente para a Educação de Jovens e Adultos (EJA).

Em nossa experiência como bolsista do Pibid, em cinco escolas do sistema público, constatamos grande desinteresse dos alunos pelos estudos na disciplina de Física. O modelo passivo de aprendizagem, como estratégia educacional nas aulas de física, baseadas no método convencional de aulas expositivas pelo professor,

tem sido associado ao baixo índice de aprendizagem dos alunos. Neste modelo tradicional de ensino, os alunos não são estimulados a participar das aulas, não conseguem interagir entre e si, e nem compartilhar ideias com os colegas, situações completamente diferentes daquelas vivenciadas no mundo fora da escola e, necessário para convivência em sociedade.

Em direção oposta ao modelo tradicional dominante nas escolas públicas em que atuamos - que consideramos verdadeiras representações do modelo metodológico em uso na escola pública brasileira - tem se tornado crescente o número de cursos que objetiva desenvolver a formação de profissionais com habilidades e competências necessárias para trabalhos colaborativos, com interação e diálogo, promovidos por atividades baseadas no crescimento pessoal e aquisição de novos conhecimentos (BASSALOBRE, 2013).

Este trabalho se apoia em experiências pedagógicas de ensino de autores que enfrentaram o desafio de inovar o sistema de aprendizagem (CROUCH; MAZUR, 2001; CROUCH et al., 2007; JAMES, 2006; TURPEN; FINKELSTEIN, 2009, 2010) e mostram, como resultados, ganhos conceituais e bom desempenho dos alunos, tendo como principal característica a implementação de um método de engajamento interativo com a participação e inclusão dos alunos nas atividades científicas e, principalmente, vivenciando a compreensão da importância da Física em suas vidas.

Apresentamos esse trabalho em cinco partes: introdução; referencial teórico; a aplicação do projeto “Desenvolvendo o Ensino da Física de forma personalizada”, baseado no método Instrução por Colegas (IpC); resultados e discussão; e considerações finais.

No segundo capítulo, trazemos o referencial teórico com propósito de direcionar a possibilidade do uso de metodologias ativas como ferramenta para substituir o ensino tradicional, colocando o aluno no centro da proposta do ensino com vista a uma aprendizagem mais significativa, a partir do envolvimento do aluno com as atividades de sala de aula. Nessa proposta metodológica, o aluno sai da passividade e torna-se ativo no cenário escolar, estimulado pela autoaprendizagem e pela curiosidade, que levarão o aluno a pesquisar, analisar, identificar situações para que se torne capaz de tomar decisões. Nesse caso, o professor deixa de ser o centro das atenções para ser um facilitador, mediador, orientador dos alunos nesse processo (BASTOS, 2006, apud BERBEL, 2011) que norteia o estudo conhecido por

Instrução por Colegas (*Peer Instruction*).

No terceiro capítulo, abordamos a metodologia de aplicação da intervenção em sala de aula pelo método Instrução por Colegas, descrevendo o seu uso com as modificações planejadas para possibilitar a aplicação do método na escola.

No quarto capítulo, descrevemos os resultados obtidos com a consolidação da metodologia aplicada, apresentando uma breve descrição acerca das condições em que fora aplicado o método e a análise dos valores aferidos nos testes de aprendizagem realizados em sala de aula.

No último capítulo, apresentamos algumas considerações.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Motivada por novas perspectivas para o ensino de Física, elaboramos esse trabalho fundamentado no método ativo de ensino *Peer Instruction*, que em tradução livre significa “Instrução pelos Colegas” (IpC). Esse método foi inicialmente desenvolvido por Mazur (1997 apud ARAÚJO; MAZUR, 2013) e foca em atividades que geram discussão de ideias e questionamentos entre os próprios alunos, de modo que eles usam mais tempo em sala de aula debatendo ideias sobre determinados conteúdos do que assistindo uma aula dialogada e/ou expositiva ministrada por um(a) professor(a).

O IpC é constituído por diversas estratégias e exemplos de aplicações, onde é realizado um estudo baseado em materiais disponibilizados pelo professor, como textos e questões conceituais, onde os alunos praticavam expressões verbais de ideias científicas, em sala de aula. O método IpC utiliza auxílio tecnológico e infraestrutura escolar diferenciada da tradicional, mas neste projeto ele foi fomentado por engajamento interativo e adaptado a realidade da escola.

Segundo Bauman (2009), a escola pública atual tem perdido a sua solidez histórica estrutural de pedagogias sólidas, que se baseava em conteúdos e conhecimentos adquiridos pelo aluno, em que a metodologia dava suporte para resolução de situações para o resto da vida. A estrutura escolar tradicional vem perdendo espaço e ganhando nova identidade, com experiências pedagógicas que buscam uma nova postura docente e discente, com a inserção de metodologias ativas, como resultado das constantes mudanças da sociedade contemporânea, que exigem um novo perfil escolar.

Na reflexão de Bassalobre (2013), o contexto atual infere para a exigência de novas metodologias de ensino, para o desenvolvimento de novas competências, e construção de novas práticas docentes, contemplando dimensões éticas e políticas.

2.1. Metodologia Ativa

Existem vários aspectos que sustentam as modificações metodológicas do processo ativo de ensino e de aprendizagem, indo além do ato do ensinar, como a busca por uma nova postura do docente; a melhoria da relação do docente com o

conhecimento, ainda que ele deixe de ser o ponto central dessa estratégia pedagógica, será ele quem conduzirá esse processo; e a mudança de postura estudantil, onde o aluno deixa de ser sujeito passivo e passar a ser sujeito ativo (BERBEL, 2011; SOUZA; IGLESIAS; PAZIN-FILHO, 2014). Em oposição, estão as características e os efeitos da influência metodológica tradicional de ensino, que se detém na transmissão de conteúdo, onde o estudante apenas recebe e memoriza informações como forma de reproduzi-las posteriormente, mantendo sua postura passiva.

Com base nesse cenário, acredita-se que uma possível forma para intervir na realidade educacional tradicional é buscar novos caminhos e metodologias de ensino que tratem o aluno como protagonista principal do ensino, motivando-o e tornando-o autônomo no processo de aprendizagem, garantindo a cada estudante o valor de suas opiniões, escutando-o, encorajando-o, de forma que exercite a empatia, a resolução de questionários, a discussões de ideias, e colaborando para a criação de um ambiente favorável de aprendizagem (BERBEL, 2011).

Esse estudo se situa na perspectiva de metodologias ativas, tratando a educação como um processo que se realiza por interação entre sujeitos, através de palavras, ações e reflexões. Na metodologia ativa, os alunos são o centro das ações educativas e o conhecimento é construído de forma colaborativa, diferentemente do método tradicional, onde se prioriza a transmissão de conteúdos e a centralidade está voltada para a figura do professor. (FREIRE, 2015) [2015 ou 2000?]

O método ativo propõe a valorização das experiências, saberes e opiniões dos estudantes como ponto principal para a construção do conhecimento. Assim, o método ativo estimula a curiosidade dos estudantes com a autoaprendizagem, como formar de lavá-los a pesquisar previamente, a refletir, fazer análise, e possivelmente discutir situações que requerem tomadas de decisões, onde o professor se torna facilitador desse processo. (BASTOS, 2006, apud BARBEL, 2011).

Entre outras definições para tal método, destacamos o proposto por Pereira (2012, p.6), que afirma:

Por metodologia ativa entendemos todo o processo de organização da aprendizagem (estratégias didáticas) cuja centralidade do processo esteja, efetivamente, no estudante. Contrariando assim a exclusividade da ação intelectual do professor e a representação do livro didático como fontes

exclusivas do saber na sala de aula.

As metodologias ativas visam a possibilidade de ativar o aprendizado dos estudantes, tornando-os o centro de todo o processo de ensino. Abreu (2009) afirma que ao contrário do que o método tradicional prega, onde se apresenta primeiramente a teoria para depois se aplicar a prática, o método ativo busca a prática e dela parte para a teoria. E, a partir de então, a construção do próprio conhecimento se dá pela interação aluno professor, migrando do ensinar para o aprender, quando o foco desvia do docente para o aluno, caracterizando a metodologia ativa, onde o aprendiz passa a ter uma participação efetiva em sala de aula. Atrelado a isso, partimos do princípio que, a centralização do ensino voltada para o aluno muda a postura dele em sala de aula, o que exercita e constrói uma visão crítica e construtiva, onde o aluno desenvolve a autonomia de conhecimento como afirma Berbel (2011, p. 29):

O engajamento do aluno em relação a novas aprendizagens, pela compreensão, pela escolha e pelo interesse, é condição essencial para ampliar suas possibilidades de exercitar a liberdade e a autonomia na tomada de decisões em diferentes momentos do processo que vivencia, preparando-se para o exercício profissional futuro.

Nesse caso, a relação dinâmica do professor e aluno é respaldada pela prática orientada por teoria que possibilita a reflexão crítica do estudante e o desenvolvimento de sua autonomia como forma de intervir sobre a realidade.

Fortalecendo a discussão, Medeiros (2014, p.43) afirma que o aprendiz é totalmente responsável pela sua aprendizagem e deve possuir um papel ativo nesse processo:

O método envolve a construção de situações de ensino que promovam uma aproximação crítica do aluno com a realidade; a opção por problemas que gerem curiosidades e desafio; a disponibilização de recursos para pesquisar problemas e soluções; bem como a identificação de soluções hipotéticas mais adequadas à situação e a aplicação dessas soluções. Além disso, o aluno deve realizar tarefas que requeiram processos mentais complexos, como análise, síntese, dedução, generalização.

Desse modo, podemos dizer que uma nova identidade para a escola propõe a utilização de metodologias ativas como forma de melhoria da educação, e o futuro do ensino deve contar com a solidariedade, a coletividade, a troca de ideias entre pessoas, reflexão coletiva e diálogo, na construção de um novo caminho educacional. Esses motivos nos fizeram inserir o método *Peer Instruction* como

metodologia ativa de ensino para esse estudo.

2.2. Instrução por Colegas

O termo "Instrução por Colegas" é uma tradução adotada no Brasil para o uso do termo original *Peer Instruction* usado para representar uma metodologia que vem sendo usada em sala de aula. Durante o processo, promove-se a interação entre os alunos, baseado no estudo prévio de materiais disponibilizados pelo mediador, em geral o professor, e debates propostos por meio de questões conceituais com objetivo de instigar os alunos a desenvolver a interação entre eles sobre o estudo em pauta. Esse método "estimula os estudantes a pensar através de argumentos que estão sendo desenvolvidos e permite que os alunos e o professor acessem o quanto entenderam os conceitos" (MAZUR, 1997, p. 10).

O principal objetivo do método é promover a aprendizagem de conceitos fundamentais, utilizando os tempos de aula a favor do ensino. O professor disponibiliza materiais, como textos conceituais, para que os alunos façam uma leitura prévia do material, de forma a elucidar facilmente o conteúdo em sala de aula. Ao iniciar o tempo de aula, os alunos respondem um questionário (*quiz*) como forma de otimizar o tempo de aula e obter o *feedback* que possibilitará a discussão de conceitos das questões. Assim, as aulas são divididas em momentos, e os alunos são distribuídos na sala de aula em cadeiras espacialmente dispostas no formato da letra U. No primeiro momento, os alunos recebem um questionário (*quiz*) que devem responder individualmente. No segundo momento, o professor usa da oratória para tratar dos conceitos principais a serem trabalhados e, em seguida, direciona questões conceituais para os alunos referentes as questões que eles responderam individualmente, no início dos trabalhos, e passam, então, a discutirem dessas questões com os demais colegas. A discussão conjunta, que acontece especificamente após a breve exposição oral do professor, pode durar em média 15 minutos seguida pela exposição de uma questão conceitual de múltiplas escolhas, objetivando avaliar a compreensão dos alunos sobre os conceitos expostos.

Após um breve intervalo de tempo, cerca de 2 minutos, cada aluno é solicitado a solucionar a questão, escolhendo a alternativa correta seguida de uma justificativa para sua escolha. Em seguida, é aberto um momento para escolha da alternativa correta e para mapear as respostas dos alunos para a questão.

A votação pode ser feita por dois tipos de mecanismo que facilitam o sistema de respostas, como os *flashcards* (cartões de respostas), Figura 1 (A), ou *clickers*, Figura 1 (B), que são controles remotos de radiofrequência conectados ao computadores do professor. Com avanço tecnológico, esse sistema de resposta pode ser utilizado através de qualquer dispositivo que possua acesso à internet, de forma que facilite o mapeamento das respostas. Se eventualmente não estiverem disponíveis os *flashcards* ou os *clickers*, o professor pode auxiliar os alunos a realizarem a votação através do levantamento das mãos.



Figura 1 – (A) *Flashcards* ; (B) *Clickers*.

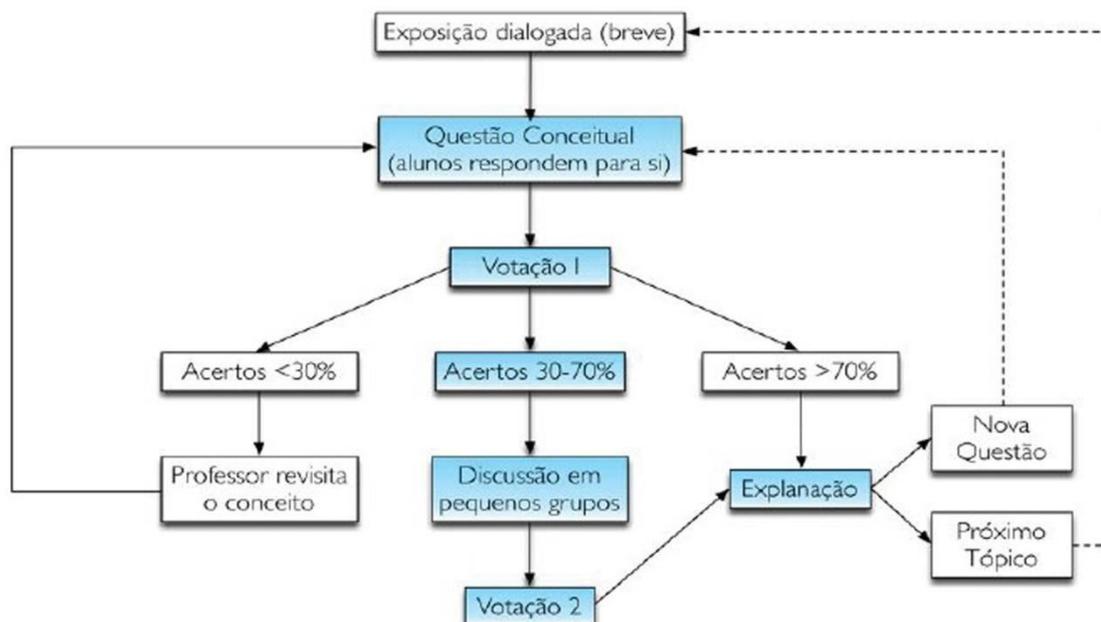
A aplicação do IpC motiva os alunos a ler o conteúdo previamente e, em tempo real, permite ao professor verificar se os alunos realmente fizeram a leitura do material. Os testes conceituais realizados intercalados durante os momentos em sala geram uma pontuação contabilizada entre acertos e erros. Esses testes conceituais são questões fáceis, com objetivo apenas de motivar os alunos. E assim como toda metodologia, Mazur (1997, p. 10) preparou um roteiro para elaboração dos testes conceituais, que possui níveis aceitáveis de dificuldades, visando encorajar os alunos a debaterem o conteúdo convencendo os demais da sua alternativa correta. O roteiro é descrito da seguinte forma:

- O teste conceitual é exposto para turma por meio de Datashow em cerca de 2 minutos;
- O aluno tem aproximadamente cerca de 1 minuto para pensar individualmente;
- O aluno marca a resposta que acredita ser correta;

- Interação entre os alunos sobre as suas escolhas de resposta em cerca de 2 minutos;
- O aluno revisa a sua resposta, e se preferir pode modificá-la de acordo com o debate;
- Tempo real: mapeamento das respostas;
- Esclarecimento das respostas.

A interação professor-aluno é a parte essencial dessa metodologia, que se dá por meio da utilização de testes conceituais, com os quais o professor consegue ter controle do nível de aprendizagem dos alunos. As discussões e o debate em sala de aula ocorrem antes que o professor fale a resposta correta. Mazur propõe que os acertos podem ser de pelo menos 90% para se iniciar um novo ciclo de perguntas, apesar de esse nível ficar a critério do professor, de acordo com a necessidade da turma observada. Se a porcentagem for abaixo de 70% de acertos os alunos são solicitados a discutirem e em pares repensarem suas escolhas, mas se o nível for acima de 70% o mediador pode continuar o plano de aula e seguir com novos testes conceituais. Mazur entende que as discussões entre os alunos garantem o entendimento do conteúdo, se em uma primeira votação de determinado teste conceitual os acertos forem abaixo do esperado, e se após uma breve discussão o nível de acertos aumentar, afere-se que as dúvidas foram esclarecidas e a compressão do conteúdo foi eficiente. A Figura 2 mostra o esquema de execução dos ciclos de testes conceituais.

O método Instrução por Colegas pode ser adaptado de acordo com a necessidade dos alunos e da estrutura escolar. Por exemplo, o método permite trabalhar com salas de aulas invertidas, onde a turma é dividida em grupos pequenos, com cerca de 4 alunos cada, e os grupos são dispostos aleatoriamente nas salas de modo que cada grupo tenha a sua disposição ou notebook com Datashow, ou quadro branco e pincel, ou uma cartolina, de modo que facilite a explicação do conteúdo para o grupo, além disso, cada grupo precisar de um representante, líder, e uma pessoa responsável por responder questões, e cada membro tem uma função específica para melhorar o nível de aprendizagem do grupo.



Fonte: (ARAÚJO; MAZUR, 2013)

Figura 2 – Diagrama do fluxo de funcionamento do *Peer Instruction*

Podemos notar que o método exige muito mais do aluno, e o beneficia com a composição de várias avaliações que não remetem uma nota imediata e não anulam uma prova escrita exigida normalmente pelas escolas, mas pode auxiliar situações que fogem dos objetivos pedagógicos de aprendizagem. Ao final de cada aula, o professor oferece aos alunos atividades, textos conceituais e os critérios para serem utilizados em uma próxima aula.

3. APLICAÇÃO DO PROJETO “DESENVOLVENDO O ENSINO DA FÍSICA DE FORMA PERSONALIZADA”, BASEADO NO MÉTODO IPC

O estudo sobre o método Instrução por Colegas foi iniciado na busca por aumento da qualidade da minha formação profissional e acadêmica, despertada pela vivência de situações educacionais em escolas do ensino básico enfrentadas em escolas da rede pública de ensino, na cidade de São Luís – MA. Diante de adversidades, tais como estratégia didática inadequada utilizada por professores em sala de aula e precárias condições na infraestrutura das escolas, buscamos formas de tornar viável o uso de novas estratégias de ensino no ambiente escolar, como forma de minimizar o desinteresse dos alunos, que vivenciam quase que exclusivamente o método do ensino tradicional constituído fundamentalmente por aulas expositivas centrada no professor, praticado predominante nas escolas públicas atualmente.

Pelo Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) - área de Física - da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) tive a oportunidade de conhecer um pouco sobre a realidade da escola pública, no período de quatro anos em que vivenciei diferentes experiências, em cinco escolas da rede pública estadual de Ensino Médio, em São Luís (MA), sempre supervisionada por um(a) professor(a) de Física. Nesse período, pude observar as dificuldades enfrentadas pelos professores para levar os alunos a entenderem conceitos da Física, e para conduzi-los interessados na disciplina. Com base nessa situação, busquei metodologias de ensino com estratégias didáticas diferenciadas e mais adequadas a realidade de sala de aula, com objetivo de proporcionar mudanças em tais situações. Dentre outras metodologias, utilizei a Instrução por Colegas (MAZUR,1997), metodologia que foi utilizada inicialmente para melhorar os índices de aproveitamento na disciplina de Física, motivando os alunos pela busca de conhecimentos científicos com propósito de torná-los capazes de utilizar a Física rotineiramente no cotidiano.

Neste trabalho, ao elaborarmos uma adaptação para o uso da metodologia Instrução por Colegas na escola, buscamos compreender as necessidades de aprimoramento de ensino na disciplina de Física, enfatizando a interação professor-aluno e o diálogo como base no crescimento pessoal para a aquisição de novos conhecimentos.

A intervenção no ensino-aprendizagem nas aulas das duas turmas do segundo ano, na escola Centro de Ensino Professor Barjonas Lobão, se deu pela aplicação do projeto “Desenvolvendo o ensino da Física de forma personalizada”, um projeto de iniciação à docência, no âmbito do Pibid/Física/UFMA e elaborado com base no método IpC. Devido a ausência de equipamentos tecnológicos nas salas de aula e infraestrutura necessária para a aplicação do método, as atividades foram adaptadas para as condições oferecidas pela escola.

Inicialmente, com apoio do Pibid e da professora supervisora da disciplina de Física, tive a oportunidade de acompanhar o desempenho e o comportamento de alunos de cinco turmas do segundo ano do Ensino Médio, nas terças e sextas-feiras, das 7h15min às 12h20min nas terças-feiras, e das 7h15min às 9h45min nas sextas-feiras. Esse processo de observação em sala de aula se deu por um período de cerca de dois meses, entre agosto e outubro de 2016. No início de outubro, durante uma conversa com a professora da disciplina de Física, percebi que era hora de aplicar o projeto sem prejudicar o conteúdo programático da disciplina. Em concordância com a professora, definimos que o assunto a ser abordado em sala de aula seria Teoria da Relatividade. Tendo o consentimento e boa aceitação da professora, o desenvolvimento do projeto deu-se em duas das cinco turmas que acompanhávamos na escola, escolhidas por serem as únicas que não havia participação de outros bolsistas do Pibid. Mediante as decisões, iniciamos a aplicação do projeto, em 18 de outubro de 2016, nas turmas 202 e 205 do turno matutino.

Apresentamos, a seguir, as adaptações que fizemos ao método IpC, para a aplicabilidade do projeto, descrevendo, em quatro etapas, os procedimentos utilizados para intervenção nas aulas.

3.1. Primeira Etapa

As aulas, - nas duas turmas, uma com 27 alunos (turma 202) e a outra com 32 alunos (turma 205) - tiveram duração de 50 minutos cada, e foram realizadas em duas semanas, sendo duas aulas por semana em cada turma, nas quartas e sextas-feiras, em semanas não consecutivas, devido a uma mudança eventual da programação escolar.

Inicialmente, me apresentei aos alunos e expliquei os objetivos das atividades que estávamos propondo para serem desenvolvidas com eles, durante as próximas

aulas, e para minha surpresa todos os alunos concordaram de imediato. E assim, iniciamos a aplicação do projeto pedindo aos alunos para organizarem as cadeiras da sala de aula em forma de U, deixando livre o centro da sala e a parte em que se situava o quadro usado pelo professor, possibilitando uma visão ampla da sala, tanto por parte do professor quanto por parte dos alunos. Dessa forma o professor consegue ter maior domínio da turma, visualizando todos os alunos para contê-los de acordo com o necessário, e os alunos conseguem ver todos os seus parceiros de sala de frente. Nessa disposição das cadeiras nenhum aluno fica de costas uns para os outros, permitindo visualização ampla, facilitando o diálogo no debate de ideias.

Em seguida, entregamos a todos os alunos uma cópia do texto “Pontinhos Brilhantes”¹ (Anexo A), um texto lúdico, divertido, com uma linguagem menos formal que se assemelha a utilizada pelos estudantes em geral. E propus uma leitura coletiva, onde cada aluno ficou responsável pela leitura de uma frase, além de fazê-la com entonação de acordo com o texto, o que proporcionou aos alunos uma leitura dinâmica, divertida, prendendo a atenção de todos ali presente. Após a leitura do texto, pudemos discutir dúvidas suscitadas e curiosidades acerca de conceitos sobre a Relatividade. De forma leve, sem se perceberem, estávamos falando de Física relacionando-a com situações do meio em que vivemos. Essa discussão se deu até o final do horário da aula, e mesmo com apenas 50 minutos foi notório o quanto aquela atividade dinâmica tinha surtido efeito de envolvimento nos alunos. A ideia principal dessa primeira etapa foi oferecer liberdade aos alunos para eles expressarem os seus entendimentos sobre os conteúdos em discussão, não somente os referentes à física, mas permitir que o aluno participasse das aulas sem a opressão que o erro remete, permitindo-os dialogar sobre os mais diversos assuntos, facilitando ao professor a inserção de conteúdos de física multidisciplinarmente, olhando para os fenômenos físicos como eles se apresentam na vida real, de uma forma que os alunos consigam participar efetivamente das aulas.

3.2. Segunda Etapa

¹ Texto criado para uso numa oficina de Física apresentada na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, em São Luís (MA), 2015.

Na aula seguinte, ao chegar à porta da sala, notei uma movimentação diferente daquela que estava acostumada a presenciar. Pude identificar que, sem que eu pedisse, os alunos já estavam organizando as cadeiras na sala em formato de U, o que deixou bem claro que eles estavam realmente gostando das atividades que estavam sendo desenvolvidas. Após a organização da sala, os alunos já estavam com os olhos atentos esperando ansiosamente pela atividade que seria realizada naquela manhã. Os alunos receberam um segundo texto “A teoria da relatividade” (Anexo B), texto com muitos conceitos físicos escritos numa linguagem científica, que o diferenciava do texto anterior. Como no texto da primeira etapa, os alunos fizeram a leitura coletivamente, em que cada aluno responsável pela leitura de uma parte do texto. Mas, diferentemente do procedimento adotado no texto anterior, nesse, em cada trecho lido por um aluno, fazíamos uma pausa na leitura para explicarmos o trecho lido, procurando fazer ligação direta com o texto utilizado na aula anterior. Durante a discussão, mostrávamos o elo dos conceitos físicos, expressos em linguagem científica (segundo texto) com situações do cotidiano, expressas em linguagem comum (primeiro texto), reforçando as explicações sobre dúvidas conceituais expressas na aula anterior. Nos momentos de pausa na leitura, os alunos participaram efetivamente das aulas, tanto expondo suas dúvidas como compartilhando aquilo que já haviam aprendido. Foi notável o interesse demonstrado pelos alunos em compreender os fenômenos físicos durante as explicações conceituais.

Na metade da leitura do texto, lancei o primeiro desafio aos alunos, um teste conceitual (Anexo C). Esse teste faz parte do método IpC, onde os alunos são instruídos a responder perguntas, relacionadas ao conteúdo que está sendo estudado, por um sistema de votação. Por não haver recursos tecnológicos disponíveis na escola, computador para cada aluno e pelo menos um sistema de projeção de imagens na sala de aula, adaptamos o método, tanto na forma de utilização do teste conceitual quanto no sistema de votação, entregando para cada aluno um cartão que continha uma pergunta e cinco alternativas de respostas, existindo apenas uma resposta correta. Antes que eles pudessem ler a pergunta, expliquei como funcionaria o sistema de votação: após a leitura do conteúdo do cartão, sem conversas paralelas, os alunos individualmente teriam dois minutos para refletir sobre a resposta certa e, assim que terminasse o tempo, seria feita a leitura da pergunta em voz alta para que todos pudessem ouvir. Em seguida, os alunos

levantariam a mão direita representando a letra da alternativa correta, da seguinte maneira: dedo indicador levantado significaria letra A, dedo indicador e dedo do médio levantado juntos significaria letra B, e assim sucessivamente acrescentando um dedo da mão, de acordo com a letra da resposta escolhida, letras de A a D. Com as mãos estendidas ao mesmo tempo, eles puderam analisar as respostas dos demais colegas da sala, e, como esperado, as respostas da maioria para cada pergunta feita estava correta. Anotadas as respostas, e antes que eu pudesse intervir, os alunos que possuíam convicção da resposta correta começaram a explicar para os outros alunos com o intuito de convencê-los e compartilhar o que haviam aprendido. E, assim, todos os alunos puderam compreender melhor a pergunta e concordar com a resposta correta de cada pergunta. Somente depois dos diálogos entre os alunos, me pronunciei reforçando a explicação para cada resposta correta, no sentido de melhorar a compreensão do assunto estudado.

Continuando na leitura do texto, fazendo pausas para reflexão e discussão, todo o texto foi lido. Em seguida, lancei o segundo teste conceitual (Anexo D), e os alunos responderam utilizando o mesmo processo anterior, com a mão direita levantada e os dedos estendidos conforme a resposta que entendiam ser a correta. Mas, diferente do resultado anterior, apenas 50% dos alunos das turmas, tanto da 202 quanto da 205, responderam o teste corretamente, e de imediato iniciaram às discussões entre si. Dessa vez, fui instruindo os alunos a convencerem os seus colegas para compreenderem a resposta certa. Depois das discussões, pedi que os alunos votassem novamente, e constatamos um aumento drástico no número de respostas corretas, 90% de acertos nas duas turmas, mostrando que os estudantes respondem bem ao engajamento que o método IpC propõe, o que atribuímos a interação entre os alunos, auxiliando uns aos outros.

Com o fim das discussões, finalizamos essa etapa com os estudantes entusiasmados, se pronunciando que iriam estudar mais sobre o conteúdo proposto para que na aula seguinte eles pudessem compartilhar esse estudo em grupo.

3.3. Terceira etapa

Na aula da terceira etapa, propomos aos alunos trabalhos em grupos. Pedi que eles se dividissem em células com quatro componentes cada, e elaborassem cinco perguntas em uma folha de papel e, se possível, com as respectivas respostas,

informando onde estaria disponível a resposta para cada pergunta (referência), para, se necessário, sanar dúvidas ainda existente sobre o conteúdo em pauta. Pedi ainda, que eles escrevessem num folha de papel algumas curiosidades acerca do assunto, para compartilhar com os demais estudantes. Faltando dez minutos para o término do horário da aula, expliquei aos alunos que utilizaríamos esses relatos que haviam escritos, na aula seguinte, onde faríamos um debate em torno dessas questões. Instiguei os alunos, por meio de diálogo, a se aprofundarem e pesquisarem mais sobre a Teoria da Relatividade, no sentido de obterem mais subsídios e preparação para a discussão na aula seguinte.

3.4. Quarta Etapa

Nesta última etapa, estabelecemos um debate entre os alunos com base nas perguntas que eles elaboraram durante a aula anterior e nas curiosidades que eles encontraram durante o estudo. Os alunos dispuseram as cadeiras em formato de U, e sentaram uns ao lado dos outros de forma que os componentes das células formadas na aula anterior ficassem espacialmente próximos, facilitando a discussão entre os componentes do grupo para compartilharem suas respostas com os demais grupos. Em seguida, entregamos a cada célula uma placa confeccionada artesanalmente, uma na cor verde e outra na cor vermelha. Solicitamos que os estudantes escolham entre si um líder para cada célula, que ficaria responsável pela comunicação da resposta pelo uso das placas e pelo comando da discussão no grupo a fim de solucionarem corretamente a questão. Um segundo membro, um anotador, seria escolhido como o responsável pela anotação das respostas antes do debate, e expressar o pensamento do grupo sobre alguma questão específica que possa surgir eventualmente. O significado das cores das placas variava de acordo com o problema lançado pelos estudantes de uma das células para a turma toda. O significado de cada cor era estabelecida antes que os alunos comessem a discussão nas células para, em seguida, explanarem seus pontos de vista para os demais alunos.

Com o jogo de perguntas e respostas, os alunos tiveram uma participação ativa em todas as etapas do projeto, inclusive no debate, que serviu como avaliação do conteúdo abordado nesse processo de intervenção em sala de aula. Como o objetivo educacional que buscávamos era fazer o aluno dialogarem em busca de

soluções para alguns problemas a partir do compartilhamento de ideias, conseguindo associar os conceitos estudados com os fenômenos observados no mundo em que eles estão inseridos. De modo que a avaliação também refletisse aquilo que estávamos buscando. Por isso, a avaliação ficou pautada nas discussões realizadas em sala de aula e nas anotações que me foram entregues ao final do debate.

O projeto foi aplicado nas duas turmas do segundo ano utilizando o mesmo procedimento , diferindo somente nas perguntas elaboradas pelos estudantes e que embasaram os debates.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a aplicação do método, nas duas turmas do segundo ano do ensino médio, ressaltamos os seguintes resultados:

Na aplicação do primeiro teste conceitual, as duas turmas obtiveram 80% de acertos e levaram cerca de 5 minutos convencendo, espontaneamente, os outros 20% a repensarem suas respostas. Não havendo discordância não houve necessidade de repetirmos a votação.

Considerando que o método foi adaptado de acordo com as condições oferecidas pela escola, as respostas das perguntas foram analisadas manualmente, sem que fosse gerado um relatório eletrônico com os resultados numéricos, como proposto originalmente na metodologia *Peer Instruction*. No caso de uso de dispositivos tecnológicos, tais como computadores, *tablet* e/ou *smarthphone*, o processo seria mais ágil, a contagem de pontos teria maior precisão, o professor/mediador e os alunos poderiam apresentar imagens, sons, e vídeos de curta duração para ilustrar as perguntas e as respostas, elucidando dúvidas mais facilmente para as questões postas. O tempo de discussões e observações poderia ser mais aproveitado.

Pelo fato da porcentagem de acerto ter sido superior a 70%, não houve necessidade de reaplicamos o teste, porque previamente tínhamos estabelecido que os testes só seriam reaplicados se a porcentagem de acertos fosse inferior a 70% e se, após breves discussões entre os alunos, as dúvidas não fossem sanadas.

Na aplicação do segundo teste conceitual, a turma 202 obteve 55% de acertos, uma porcentagem abaixo da esperada. Nesse caso, conforme previsto no projeto, promovemos a interação entre os estudantes, para discutirem as questões sem nenhuma intervenção da professora. Logo depois, reaplicamos o teste e obtivemos o valor superior a 90% de acertos. A turma 205 obteve 40% de acertos e, assim como na turma 202, foram necessárias as discussões entre os estudantes e a reaplicação da questão. Mas, a porcentagem de acerto ainda se manteve abaixo do esperado, 60% de acertos, o que demandou uma intervenção da professora, com recapitulação de conceitos e breve discussão sobre os diferentes pontos de vistas. Não houve uma segunda reaplicação, apenas um breve debate.

Durante a terceira etapa de aplicação do projeto, os alunos se colocaram no lugar do professor ao elaborarem questões que utilizariam na quarta etapa do

projeto, causando entusiasmos nos alunos das duas turmas. Além do trabalho que foi realizado efetivamente em equipe - a elaboração das questões -, todos os alunos que participaram da primeira etapa do projeto, continuaram participando em todas as etapas seguintes, o que consideramos um indício de eficácia do método, evidenciado tanto pelos valores aferidos pelos testes, quanto pela interação estabelecida entre os alunos e entre esses e a professora.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De maneira geral, o método *Peer Instruction* mostrou-se eficaz essencialmente pela exigência de participação do aluno para que ele se desenvolva em cada etapa do processo. Os dados obtidos com a adaptação do modelo evidenciaram resultados satisfatórios, apesar das modificações feitas para que fosse aplicado numa escola pública estadual no Estado do Maranhão. O método dispõe de características estimulantes para a aprendizagem: a leitura prévia do material disponibilizado pelo professor, material esse que não deve ser muito extenso e nem muito curto; interação efetiva entre professor e alunos e dos alunos entre si; e postura ativa do aluno, já que ele é o principal responsável pela construção da sua aprendizagem (PALHARINI, 2012).

Durante a explanação da aplicação do método na escola não foi possível uma leitura prévia do material do professor, e sim uma leitura coletiva em sala de aula, já que dependíamos de um cronograma escolar mais extenso e não tínhamos tempo suficiente para seguir à risca o procedimento do método original, sem contar que não utilizamos recursos tecnológicos por eles não existirem na escola. Entretanto, as modificações realizadas, nos permitiram utilizar uma metodologia bem aceita pelos alunos e os resultados apresentados evidenciam que o método é mais eficiente que o tradicional, atualmente adotado pelas escolas públicas brasileiras.

A experiência com o uso do método foi gratificante por observarmos a mudança de postura dos alunos, abandonando a postura de sujeitos passivos para participarem ativamente das atividades propostas.

Os resultados sugerem que a metodologia interativa que utilizamos na escola poderá contribuir significativamente para que os alunos possam obter maior compreensão dos conteúdos programáticos da disciplina de Física a partir do envolvimento deles na sala de aula. A receptividade dos alunos ao vivenciarem uma metodologia de ensino diferente, transformou as aulas de Física, antes consideradas maçantes, chatas e até incompreensivas, em aulas dinâmicas, interativas e interessantes são indícios de que a aprendizagem em sala de aula poderá aumentar significativamente, quando comparada a metodologia de aulas expositivas centradas no professor.

REFERÊNCIAS

ABREU, José Ricardo Pinto de. **Contexto Atual do Ensino Médico: Metodologias Tradicionais e Ativas – Necessidades Pedagógicas dos Professores e da Estrutura das Escolas**. 2011. 105 f. Dissertação (programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.

ARAÚJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 362 – 384, ago. 2013.

BASSALOBRE, Janete. Ética, Responsabilidade Social e Formação de Educadores. **Educação em Revista**. Belo Horizonte, v. 29, p. 311-317, mar. 2013.

BAUMAN, Zygmunt. **Os desafios da educação: aprender a caminhar sobre areias movediças**. Cadernos de Pesquisas, vol.39, n137, maio/ago. 2009.

BERBEL, Neusi. As metodologias ativas e a promoção da autonomia dos estudantes. **Seminua: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. Educação Básica. Censo escolar revela aumento de matrículas em tempo integral. 2014a Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=20264. Acesso em 16 jun. 2017.

BRASIL. Instituto Brasileiro de geografia e Estatística – IBGE. PNAD. A janela para olhar o país: Brasil e Síntese de Indicadores 2013. Rio de Janeiro, p. 1-45. 2014b.

CROUCH, C. H. et al. Peer Instruction: Engaging students one-on-one, all at once. **This volume**, 2007.

CROUCH, C. H.; MAZUR, E. Peer Instruction: Ten years of experience and results. **American Journal of Physics**, v.69, n.9, p. 970, 2001.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da indignação: cartas pedagógicas e outros escritos**. São Paulo: UNESP, 2000.

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.

MAZUR, E.; **Peer Instruction: A User's Manual**; Pearson Prentice Hall; Upper Saddle River; New Jersey; USA; 1997; ISBN 0135654416.

MEDEIROS, Amanda. **Docência na socioeducação**. Brasília: Universidade de

Brasília, Campus Planaltina, 2014.

PALHARINI, Cristiano. **Peer Instruction** – Uma Metodologia Ativa para o Processo de Ensino e Aprendizagem 2012. Disponível em: <http://cristianopalharini.wordpress.com/2012/05/26/peer-instruction-uma-metodologia-ativa-para-o-processo-de-ensino-e-aprendizagem/>. Acesso em: 11 out. 2017.

PEREIRA, Rodrigo. Método Ativo: Técnicas de Problematização da Realidade aplicada à Educação Básica e ao Ensino Superior. In: **VI Colóquio internacional. Educação e Contemporaneidade**. São Cristóvão, SE. 20 a 22 de setembro de 2012.

SOUZA, Cacilda da Silva; IGLESIAS, Alessandro Giraldes; PAZIN-FILHO, Antonio. Estratégias inovadoras para métodos de ensino tradicionais – aspectos gerais. **Medicina**, v. 47, n. 3, p. 284-292, 2014.

TURPEN, C.; FINKELSTEIN, N. Note all interactive engagement is the same: Variations in physics professors' implementation of Peer Instruction. **Physical Review Special Topics – Physics Education Research**, v. 5, n.2, 2009.

TURPEN, C.; FINKELSTEIN, N. D. The construction of different classroom norms during Peer Instruction: Students perceive differences. **Physical Review Special Topics – Physics Education Research**, v.6, n.2, p. 020123, nov. 2010.

APÊNDICE – Texto utilizado na primeira etapa do projeto



SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA 2015 LUZ, CIÊNCIA E VIDA

Pontinhos brilhantes

Andressa Macedo da Silva¹

Jefferson Freitas dos Santos²

Quando criança, durante a noite, reunia amigos na calçada de casa e entre conversas nos perdíamos olhando para as estrelas, tentando encontrar e decifrar as constelações -Mais que mentira! - Naquela época o máximo que conseguíamos era ligar aqueles pontinhos brilhantes, sem nos importar com a imensidão daquilo que estávamos olhando.

A única preocupação, era não deixar que nossas mães percebessem que estávamos apontando para as estrelas, senão era uma gritaria -Meninos, não contem as estrelas, pois para cada estrela contada é uma verruga que nasce no seu corpo! - E lá elas interrompiam mais uma noite de contemplação.

Os anos foram passando, e com isso, dúvidas foram surgindo em relação as estrelas: elas existem realmente? Por que elas ficam piscando? Elas possuem luz própria? Buscando responder cada dúvida minha, cheguei as seguintes conclusões: Sim, as estrelas existem, o problema é aceitar que o que estamos vendo é algo que pertence ao passado, pois a luz emitida pelas estrelas demora anos-luz para chegar aos nossos olhos, o que me leva a pensar que essa estrela possa não existir mais hoje. E elas ficam piscando somente por mudanças no ar da atmosfera que a luz atravessa. Sim, elas possuem luz própria.



Luz? Ah, essa explica tudo isso. Descobri a existência da velocidade da luz, que é aproximadamente 300 mil km/s, e que ela é responsável por vermos as estrelas no passado. Mais e como medir isso tudo? Foi quando descobri que o ano-luz é uma unidade de medida capaz de calcular distâncias no espaço astronômico, ou seja, é a distância que a luz é capaz de percorrer em um ano. Essa medida foi criada para facilitar os cálculos, já que se usássemos metro como unidade de medida, teríamos números gigantescos.

Hoje em dia, é difícil olhar para as estrelas sem pensar que é o passado, ou em todas essas medidas. Era tão mais simples quando inocentemente tentava ligar os pontinhos brilhantes. Mas como chegamos na velocidade da luz? Como o ano-luz passou a ser uma unidade de medida, se as unidades que conheço são metro, quilômetro, segundo, entre outras?

¹ Universidade Federal do Maranhão/Licencianda em Física

² Universidade Federal do Maranhão/ Licenciando em Física

ANEXOS

ANEXO A – Texto utilizado na segunda etapa do projeto

CENTRO DE ENSINO BARJONAS LOBÃO
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA (PIBID)/UFMA
PROJETO: DESENVOLVENDO O ENSINO DA FÍSICA DE FORMA PERSONALIZADA
BOLSISTA PROPONENTE: ANDRESSA MACEDO DA SILVA

ALUNO: _____ TURMA: _____

A Teoria da Relatividade

A Evolução da Ciência

O conhecimento científico não permanece igual ao longo dos anos. O que é considerado verdade hoje, pode não ser no futuro. Há seis séculos pensava-se que a Terra era o centro do universo. Hoje sabemos que ela não é sequer o centro do Sistema Solar. A teoria da **relatividade** de Einstein mudou as bases da Física alterando conceitos tão fundamentais como tempo e espaço.

A Relatividade de Galileu

A posição e a velocidade de um corpo devem ser medidas a partir de um referencial. O referencial é um espaço graduado, como uma régua ou uma estrada marcada a cada quilômetro. Junto a esse espaço deve haver um cronômetro para medir o tempo.

Algumas vezes, porém, o próprio referencial que escolhemos está em movimento. Pode ser o caso de um referencial preso em um ônibus, barco ou avião. Se um referencial A estiver em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme (MRU) ele é considerado inercial. Da mesma forma, se um outro referencial B está em repouso ou se move em linha reta com velocidade constante em relação ao referencial A o referencial B também é considerado inercial.

Segundo Galileu, se um corpo se move em relação a um referencial e o próprio referencial se move em relação ao solo, por exemplo, a velocidade do corpo em relação ao solo será a soma das duas velocidades. Nada mais natural! Se alguém corre dentro de um ônibus, a sua velocidade para quem está na rua será a velocidade do ônibus mais a velocidade com que a pessoa corre.

O problema

Sabemos há muito tempo que a Terra movimenta-se girando ao redor do Sol. Existem também estrelas com movimentos conhecidos e de grande velocidade. Porém, ao medir a velocidade da luz vinda de diferentes direções e de astros em movimento, não se encontrou qualquer alteração na sua velocidade. Esta velocidade é a constante $c = 300.000 \text{ Km/s}$, comprovada pelos estudos de óptica e eletromagnetismo feitos até então. Alguma coisa deveria estar errada! Como tornar este resultado compatível com as teorias aceitas até o momento?

A Relatividade Restrita

Para resolver estes impasses, Albert Einstein propôs a **Teoria da Relatividade Restrita**, que está baseada em dois postulados:

- Postulado 1: Todas as leis da física assumem a mesma forma em todos os referenciais inerciais;
- Postulado 2: Em qualquer referencial inercial, a velocidade da luz no vácuo é sempre a mesma, seja emitida por um corpo em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme;

As consequências desses postulados contrariam o senso comum. Se a velocidade da luz permanece constante mesmo com o emissor em movimento, alguma coisa deveria mudar para que as leis da física continuem as mesmas. Para Einstein, o tempo e o espaço variam de acordo com a velocidade de um referencial em movimento. Isso quer dizer que se alguém observasse um ônibus próximo à velocidade da luz, o comprimento do ônibus pareceria maior e o tempo dentro dele correria mais lentamente em relação ao tempo medido pelo observador. Ao calcular a velocidade da luz, os dois chegariam ao mesmo resultado.

Relatividade Geral

Em sua teoria da **Relatividade Geral**, Einstein procura avaliar o que acontece em referenciais não inerciais (que possuem aceleração). Ele chega a algumas importantes conclusões:

- Um referencial que sofre aceleração é equivalente a um referencial submetido a uma força atuando à distância.

Por exemplo, quando um elevador sobe, o passageiro não tem como distinguir se o elevador realmente iniciou o movimento ou se alguma força começa a empurrá-lo para baixo (exceto pelo indicador dos andares).

- A Força Gravitacional é provocada por uma distorção na relação entre espaço e tempo.

Isso pode ser observado por um corpo em que percorre espaços maiores em tempos cada vez menores. Toda massa provoca essa distorção e quanto maior a massa maior a distorção.

As teorias de Einstein revolucionaram a Física e foram sendo comprovadas com experiências e observações. Entre essas observações está o eclipse do sol, visto na cidade de Sobral, no Ceará. Uma estrela posicionada atrás do sol não poderia ser vista, segundo as teorias antigas. Mas se a gravidade distorce o próprio espaço-tempo, até mesmo a luz poderia ser atraída e desviada. Se Einstein estivesse correto, uma estrela escondida atrás do sol seria vista quando ocorresse um eclipse total. Ele veio pessoalmente ao Brasil e a prova foi obtida: o astro que deveria estar oculto pelo sol tinha sua luz desviada e foi visto durante o eclipse.

Bibliografia:

EINSTEIN, Albert. **Relatividade Especial e Geral**. MOURÃO, Ronaldo Rogério de Freitas. **Explicando a teoria da Relatividade**. Editora Ediouro, 2005. Observatório Nacional www.on.com.br.

ANEXO B – Primeiro teste conceitual

Em relação às teorias da relatividade restrita e geral, marque o que estiver correto:

- A)** A teoria da relatividade restrita estuda fenômenos em relação a referenciais não inerciais.
- B)** A teoria da relatividade geral é uma segunda teoria feita por Einstein, na qual erros em relação à teoria da relatividade restrita foram corrigidos.
- C)** A teoria da relatividade geral aborda fenômenos do ponto de vista não inercial.
- D)** Ambas as teorias foram desenvolvidas na segunda metade do século XIX.

ANEXO C – Segundo teste conceitual

Sobre os postulados da relatividade, marque o item falso:

- A)** As leis da Física são as mesmas em todos os referenciais que mantêm velocidade constante ou que estão parados.
- B)** A velocidade da luz no vácuo tem o mesmo valor para qualquer referencial inercial e vale 3×10^3 m/s.
- C)** A velocidade da luz tem seu valor máximo no vácuo e tem o mesmo valor para qualquer referencial inercial, que é 300000 m/s.
- D)** Os postulados da teoria da relatividade fundamentam a teoria da relatividade de Einstein.