

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CAMPUS SÃO CARLOS
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE
NACIONAL
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA

FÁBIO ROBERTO DE CARVALHO

**A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no Ensino de
Lançamento Oblíquo**

São Carlos
2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CAMPUS SÃO CARLOS
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE
NACIONAL
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA

FÁBIO ROBERTO DE CARVALHO

**A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no Ensino de
Lançamento Oblíquo**

Dissertação de mestrado profissional apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Matemática.

Orientação: Prof. Dr. Renato José de Moura

São Carlos
2017

Carvalho, Fábio Roberto de

A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no Ensino de Lançamento Oblíquo / Fábio Roberto de Carvalho. -- 2017.
93 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, campus São Carlos, São Carlos

Orientador: Renato José de Moura

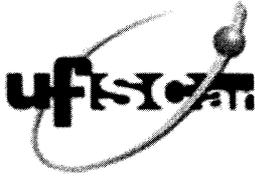
Banca examinadora: Ires Dias, Paulo Antonio Silvani Caetano

Bibliografia

1. ABRP. 2. Lançamento Oblíquo. 3. Metodologia Ativa de Ensino. I. Orientador. II. Universidade Federal de São Carlos. III. Título.

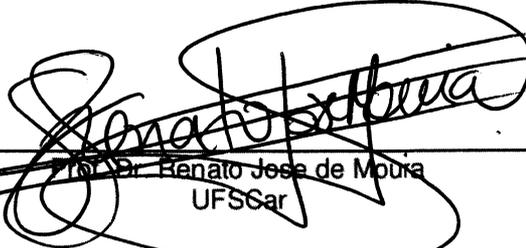
Ficha catalográfica elaborada pelo Programa de Geração Automática da Secretaria Geral de Informática (SIn).

DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)



Folha de Aprovação

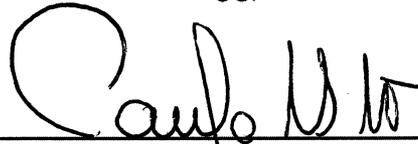
Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Fábio Roberto de Carvalho, realizada em 14/06/2017:



Prof. Dr. Renato Jose de Moura
UFSCar



Profa. Dra. Ires Dias
USP



Prof. Dr. Paulo Antonio Silvani Caetano
UFSCar

À minha família, aos meus amigos, alunos e Professores, pois sem vocês certamente não seria quem sou.

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus por estar sempre comigo, mesmo quando eu não acreditei, jamais estive sozinho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Renato, pela paciência, insistência e competência, sem teus ensinamentos não teria finalizado este trabalho.

Aos meus pais Sebastião e Ana Rosa por serem meus verdadeiros heróis.

Aos meus irmãos pela amizade e companheirismo, espero que por toda a vida sejamos um por todos e todos por um.

Aos meus amigos Carlos, Francisco, Emerson, Gustavo e Luiz Fernando, que ao partilharem seus conhecimentos e dificuldades, tornaram o mestrado mais humano e possível de ser realizado.

Aos professores do curso, por partilharem ensinamentos que muitas vezes ultrapassaram os limites do conteúdo, os levarei por toda a vida.

À minha esposa Alicéia Celene Lughy Carvalho e às minhas filhas Liza e Amora, por terem me dado amor e terem estado ao meu lado nos momentos mais difíceis, vocês trouxeram as cores que faltavam à minha vida.

Aos meus alunos, especialmente aos participantes deste trabalho, que me fazem querer me tornar um Professor cada dia melhor.

Aos meus familiares, em especial a Edilene e ao José, avós que adotei com todo o amor e carinho e que sempre dedicaram palavras de incentivo.

RESUMO

As metodologias ativas de ensino tornam-se cada vez mais presentes nos diversos campos e níveis de ensino, sendo adotadas por possibilitarem o desenvolvimento global do educando, não somente de seu conhecimento acadêmico, mas também de habilidades necessárias ao desenvolvimento de sua própria vida em sociedade. Assim, o presente trabalho tem por objetivo aplicar a metodologia da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no conteúdo de lançamento oblíquo, constante do currículo oficial do primeiro ano do ensino médio estadual paulista. Para sua realização foi escolhida uma classe de primeiro ano de ensino médio de uma escola participante do programa de ensino integral, cujos objetivos vão ao encontro das propostas da metodologia empregada. O planejamento foi elaborado levando em consideração a extensão curricular e a disponibilidade de recursos pedagógicos da unidade escolar. O resultado do trabalho foi averiguado através da aplicação de questionários, cujos objetivos e resultados alcançados estão disponíveis no presente trabalho. O trabalho mostrou-se muito positivo ao desenvolvimento dos alunos, sobretudo quanto a motivação e dedicação, características pouco aparentes na metodologia que vinha sendo utilizada. O trabalho também se mostrou muito importante ao desenvolvimento do autor, tanto em conhecimento ao apresentar uma metodologia de ensino do qual se identificou e se sentiu realizado, quanto em desenvolvimento pessoal ao ajudá-lo a superar antigas frustrações com a finalização de seu mestrado.

Palavras-chave: ABRP. ABP. Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas. Metodologia Ativa. Ensino de Física. Ensino Médio. Lançamento Oblíquo.

RESUMO EM LÍNGUA ESTRANGEIRA

The active methodologies of teaching become increasingly present in the various fields and levels of education, being adopted for enabling the overall development of the learner, not only of their academic knowledge, but also of skills necessary for the development of their own life in society. Thus, the present study aims to apply the methodology of Problem - Based Learning in the oblique release content, which is included in the official curriculum of the first year of São Paulo state high school. For its accomplishment a first year high school class of a school participant of the program of integral education was chosen, whose objectives are in agreement with the proposals of the methodology used. The planning was elaborated taking into account the curricular extension and the availability of pedagogical resources of the school unit. The result of the work was investigated through the application of questionnaires, whose objectives and results are available in the present study. The work was very positive to the development of the students, especially regarding the motivation and dedication, characteristics not very apparent in the methodology that was being used. The work also proved to be very important to the development of the author, both in knowledge by presenting it a teaching methodology of which he identified and felt fulfilled, as well as in personal development by helping him overcome old frustrations with the completion of his Masters.

Keywords: ABRP. ABP. Problem-Based Learning. Active Methodology. Teaching Physics. High school. Oblique throw.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Tabela 1: Conteúdos e Habilidades	33
FIGURA 1: pontos destacados, na 1ª etapa da ABRP, pelos alunos para serem formuladas as questões e hipóteses	46
FIGURA 2: alunos anotando as questões surgidas na 2ª etapa da ABRP.....	47
FIGURA 3: aluno anotando as questões surgidas na 2ª etapa da ABRP	48
FIGURA 4: alunos anotando as questões surgidas na 2ª etapa da ABRP	48
FIGURA 5: imagem da página do simulador utilizado.....	50
FIGURA 6: exemplo de resposta da primeira questão do tipo DsR	55
FIGURA 7: exemplo de resposta da primeira questão do tipo DcR	55
FIGURA 8: exemplo de resposta da segunda questão do tipo P	56
FIGURA 9: exemplo de resposta da questão 2 do tipo PcR.....	56
FIGURA 10: exemplo de resposta da questão 3 do tipo PcR	58
FIGURA 11: exemplo de resposta da questão 3 do tipo NJ.....	58
FIGURA 12: resposta da questão 4 do tipo PcR.....	59
FIGURA 13: resposta da questão 4 do tipo PcR.....	59
FIGURA 14: exemplo de resposta da questão 5 do tipo PcR	61
FIGURA 15: exemplo de resposta da questão 5 do tipo PcR	61
FIGURA 16: exemplo de resposta da questão 6 do tipo IC.....	62
FIGURA 17: exemplo de resposta da questão 6 do tipo IC.....	62
Tabela 2: Dados relativos a autoavaliação dos membros do Grupo 1	63
Tabela 3: Dados relativos a autoavaliação dos membros do Grupo 2	63
Tabela 4: Dados relativos a autoavaliação dos membros do Grupo 3	63
Tabela 5: Dados relativos a autoavaliação dos membros do Grupo 4	64
Tabela 6: exemplo de avaliação de um aluno participante (justificativa seguida de nota).....	64
Tabela 7: Dados agrupados referentes ao Grupo 1	65
Tabela 8: Dados agrupados referente ao Grupo 2.....	66
Tabela 9: Dados agrupados referente ao Grupo 3.....	66
Tabela 10: Dados agrupados referente ao Grupo 4	67
FIGURA 18: dardos de sucata construídos conforme Nakamoto (2013)	68
FIGURA 19: alunos arremessando os dardos de sucata e medindo distância atingida e tempo de percurso do dardo.....	69
FIGURA 20: alunos arremessando os dardos de sucata e medindo distância atingida e tempo de percurso do dardo.....	69
FIGURA 21: alunos arremessando os dardos de sucata e medindo distância atingida e tempo de percurso do dardo.....	70
FIGURA 22: alunos arremessando os dardos de sucata e medindo distância atingida e tempo de percurso do dardo.....	70
FIGURA 23: alunos arremessando os dardos de sucata e medindo distância atingida e tempo de percurso do dardo.....	71
FIGURA 24: primeira página da proposta curricular para trabalho da temática que envolve o lançamento oblíquo retirado de Proposta (2012, p.40)	79
FIGURA 25: segunda página da proposta curricular para trabalho da temática que envolve o lançamento oblíquo retirado de Proposta (2012, p.41)	80
FIGURA 26: terceira página da proposta curricular para trabalho da temática que envolve o lançamento oblíquo retirado de Proposta (2012, p.42)	81
FIGURA 27: quarta página da proposta curricular para trabalho da temática que envolve o lançamento oblíquo retirado de Proposta (2012, p.43)	82

FIGURA 28: quinta página da proposta curricular para trabalho da temática que envolve o lançamento oblíquo retirado de Proposta (2012, p.44)	83
FIGURA 29: sexta página da proposta curricular para trabalho da temática que envolve o lançamento oblíquo retirado de Proposta (2012, p.45)	84
FIGURA 30: sétima (e última) página da proposta curricular para trabalho da temática que envolve o lançamento oblíquo retirado de Proposta (2012, p.46)	85
FIGURA 31: primeira página do livro de Máximo e Alvarenga (2014, p.158) para trabalho com o tema lançamento oblíquo.	87
FIGURA 32: segunda página do livro de Máximo e Alvarenga (2014, p.159) para trabalho com o tema lançamento oblíquo.	88
FIGURA 33: terceira página do livro de Máximo e Alvarenga (2014, p.160) para trabalho com o tema lançamento oblíquo.	89
FIGURA 34: quarta página do livro de Máximo e Alvarenga (2014, p.161) para trabalho com o tema lançamento oblíquo.	90
FIGURA 35: quinta página do livro de Máximo e Alvarenga (2014, p.162) para trabalho com o tema lançamento oblíquo.	91
FIGURA 36: sexta página do livro de Máximo e Alvarenga (2014, p.163) para trabalho com o tema lançamento oblíquo.	92
FIGURA 37: sétima página do livro de Máximo e Alvarenga (2014, p.164) para trabalho com o tema lançamento oblíquo.	93

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRP Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas

UFSCar Universidade Federal de São Carlos

PCNEM Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio

PEI Programa de Ensino Integral

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	18
2.1 Alunos participantes	18
2.2 A Escola de Aplicação.....	18
2.3 Professor	19
3 METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM E A APRENDIZAGEM BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS.....	22
3.1 Aspectos Históricos	22
3.2 A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas.....	24
3.3 Proposta de Cenário.....	30
3.4 Escolha do conteúdo para aplicação da ABRP	33
4 PLANEJAMENTO.....	36
4.1 1º passo: Apresentação do Problema	36
4.2 2º passo: definição das questões de aprendizagem.....	37
4.3 3º passo: organização para solução das situações problema.....	38
4.4 4º passo: socialização das soluções encontradas	41
4.5 5º passo: avaliação	42
5 APLICAÇÃO, RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
5.1 1ª Etapa: Apresentação do Problema.....	45
5.2 2ª Etapa: Definição das questões de aprendizagem	46
5.3 3ª Etapa: organização para solução das situações problema.....	49
5.4 4ª Etapa: socialização das soluções encontradas.....	51
5.5 5º passo: avaliação	53
5.5.1 Questionário 1 - Avaliação do Processo: metodologia, professor e sugestões	53
5.5.2 QUESTIONÁRIO 2 - Auto avaliação e avaliação dos colegas.....	63
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	73
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75

1 INTRODUÇÃO

O Homem, ao longo de sua história, sempre buscou estudar os fenômenos físicos que o cerca, gerando conhecimento, que se traduz em teorias cada vez mais ricas e mais avançadas, principalmente com o advento de novas tecnologias. Estudos como Força da Gravidade, Leis da Mecânica, Teoria da Relatividade, entre muitos outros, têm contribuído, e muito, para o desenvolvimento da humanidade, e com o passar dos séculos a necessidade de se compartilhar estes estudos e o conhecimento gerado por eles se deu através de metodologias que hoje são denominadas por Metodologias Tradicionais, em que se tem como agente principal, e detentor do conhecimento, centrado na figura do Professor, e o agente assimilador e passivo do conhecimento centrado no Aluno. Assim como a humanidade está em constante avanço, há de se esperar também mudanças nas metodologias de ensino.

No Brasil o sistema de ensino está dividido entre a Educação Básica e o Ensino Superior, sendo que a Educação Básica é composta pelo Ensino Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio. Todas as etapas do ensino no Brasil têm sua regulamentação e orientações previstas em lei.

A lei de diretrizes e bases da educação LDB (1996) aponta em seu artigo 35, que o Ensino Médio, etapa final da educação básica com duração mínima de três anos, tem como finalidades:

I - a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;

II - a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;

III - o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

IV - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.

Esta lei reafirma o compromisso do Estado na garantia de acesso à educação, estabelece os princípios da educação e os deveres do Estado em relação a educação pública, deveres compartilhados com Estados, Municípios e Distrito Federal. Também aponta necessidades e responsabilidades de cada

etapa da educação, sendo que para o ensino médio, tem seus parâmetros consolidados pelo PCNEM.

No que diz respeito à Física “é um conhecimento que permite elaborar modelos de evolução cósmica, investigar os mistérios do mundo submicroscópico, das partículas que compõem a matéria, ao mesmo tempo que permite desenvolver novas fontes de energia e criar novos materiais, produtos e tecnologias”.

Assim é esperado que o ensino de Física para o ensino médio,

“...contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. Para tanto, é essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas. É necessário também que essa cultura em Física inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional.” (BRASIL, 1999, p.22)

Na educação básica do Estado de São Paulo temos que o currículo proposto prevê um ensino voltado “a um movimento contínuo de investigação e reflexão, a ser constantemente realimentado pelos resultados das ações realizadas. E, para isso, será indispensável estabelecer discussões sobre os diferentes entendimentos e experiências vivenciados a partir dessas novas propostas, desde possíveis interpretações, implicações e desdobramentos, até recursos, estratégias e meios necessários à sua instauração e ao seu desenvolvimento” (SÃO PAULO, 2011, pp.97-98).

Neste contexto a realização de atividades experimentais ganham ainda mais destaque e no ensino integral, programa criado em 2012, as práticas laboratoriais estão previstas na grande curricular.

O Programa de Ensino Integral (PEI) foi criado para atender às demandas de formação de jovens no século XXI, na qual esperava-se que eles recebessem uma formação qualificada, preparando-os para lidar com a sociedade da informação, bem como serem capazes de enfrentar os desafios da

atualidade.

O ensino tradicional ofertado nas escolas não está sendo compatível com as demandas da sociedade, cheios de desafios e constante transformações. Neste sentido, com o auxílio do ICE (Instituto de Corresponsabilidade pela Educação) e inspirado nos modelos de ensino integral existentes no Brasil e em diversos países, em 2012 foram instaladas as primeiras escolas no modelo proposto pelo PEI (SÃO PAULO, 2012).

O programa de ensino integral tem 4 princípios educativos, visando a formação de jovens autônomos, solidários e competentes, tais princípios são: os 4 Pilares para a Educação do séc. XXI proposto por Delors; a Pedagogia da Presença; o Protagonismo Juvenil; e a Educação Interdimensional.

Os 4 Pilares da Educação propostos por Delors são: Aprender a Ser; Aprender a Conviver; Aprender a Conhecer; e Aprender a Fazer (DELORS,1998). No Aprender a Ser, a preocupação está no desenvolvimento de todas as capacidades intrínsecas ao indivíduo, inclusive no tocante ao seu autoconhecimento, para que este seja capaz de se desenvolver e ser autônomo. No Aprender a Conviver, a preocupação está na compreensão, desenvolvimento e respeito ao que é necessário à vida em sociedade, inclusive no que diz respeito à pluralidade de ideias e ideais de todos os seres humanos. No Aprender a Conhecer, o desenvolvimento cultural e social, proporcionados por um sistema de ensino que privilegie a compreensão e a profundidade do conhecimento, ao invés da quantidade. Aprender a fazer, tornando-o apto a enfrentar as situações cotidianas que lhes são apresentadas, incluindo-se as advindas do trabalho em grupo, e possibilitando-o, também, a transformação do conhecimento em realização.

A Pedagogia da Presença segue a proposta de DA COSTA (1991), que superando rotina do cotidiano, o adulto mostra-se disposto a construir um relacionamento com os jovens em que haverá reciprocidade, consentimento e respeito mútuo, assim, possibilitando ao jovem superar sua individualidade, para buscar a realização e significação de sua própria vida. O Educador neste contexto é mais que Professor, também é cidadão e ser humano.

O Protagonismo Juvenil se fará presente através das possibilidades que forem ofertadas aos jovens de serem sujeitos ativos no cotidiano escolar. Diante desse aspecto, novas metodologias fazem-se necessárias, bem como a

efetividade dos líderes de turma e do grêmio estudantil, que passam a representar a voz dos jovens na construção e significação do conhecimento, para além da previsão dos currículos e manuais escolares (SÃO PAULO, 2012).

A Educação Interdimensional, que segundo DA COSTA (2004), pretende suplantando o interdisciplinar pelo interdimensional, ou seja, não somente privilegiar o logos no desenvolvimento do conhecimento, mas também levar em consideração que o ser deve ser desenvolvido em sua totalidade. Sendo assim é necessário considerar o pathos, o eros e o mythos. Assim o desenvolvimento do cotidiano escolar passa da visão de ordenamento, tão imposto pela razão, técnica e ciência, para uma visão que contempla os sentimentos, a afetividade, a empatia, o desejo, os impulsos, a corporeidade, o sentido da vida e da morte, o bem e o mal. Assim, faz-se necessária e oportuna a aplicação de uma nova metodologia de ensino nas salas de aula.

Neste sentido a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) vai ao encontro das necessidades apontadas pelo PEI pois “permite aos alunos tirar o máximo partido do estudo independente e, por outro lado, de utilizar a resolução de problemas em pequenos grupos, aspectos que têm a ver não só com a promoção da autonomia, mas também com a cooperação e a vida em sociedade” (LEITE e AFONSO, 2001).

O Problem Based Learning (PBL), também denominado Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas - ABRP, surgiu como metodologia de ensino e aprendizagem nos anos 60, na Faculdade de Medicina da Universidade de McMaster, no Canadá. A proposta desta metodologia pretende centrar o aprendizado no aluno, dotando-o de habilidades de aprendizado que lhe permitam aprender por toda a vida. No ensino superior são muitos os casos de implementação de cursos no formato PBL por todo o mundo, no Brasil destaca-se a FAMEMA, Faculdade de Medicina de Marília, São Paulo, que oferece seus cursos neste formato há mais de uma década. Na educação básica não são muitos os casos, porém em Portugal, a ABRP vem sendo utilizada como metodologia no ensino das ciências obtendo resultados bastante positivos, como podem ser observados em (ESTEVES, COIMBRA E MARTINS, 2006), (VAZ, 2011), (LOUREIRO, 2008), (VIEIRA, 2007), (CARVALHO, 2009) e nos trabalhos lá referidos.

Na educação brasileira a ABRP ainda é pouco utilizada quando se

comparada ao conjunto de outras teorias existentes. Explorar sua potencialidade em diversas disciplinas poderá permitir que os estudantes possam ser protagonistas de seus aprendizados, consonantes com os desafios encontrados nos dias atuais. Em algumas instituições de ensino no Brasil, além da já mencionada instituição acima, há cursos inteiramente sendo utilizados esta metodologia no Ensino Superior. Na Educação Básica encontramos alguns trabalhos envolvendo a ABRP na educação básica, dentre os quais destacamos (OTTZ, PINTO E AMADO, 2014), (DA SILVA MALHEIRO E DINIZ, 2008), (IZAIAS, 2016) e (ANDRADE, 2007), o que mostra os recentes avanços nesta linha de pesquisa em ensino, algo que deve ser explorado.

Entendendo que a ABRP tem demonstrado um papel relevante nos últimos anos para o ensino, o presente trabalho tem por objetivo ir ao encontro das necessidades do PEI ao utilizar a ABRP no ensino de Matemática e Física para o primeiro ano do ensino médio, ao propor a aplicação da metodologia no ensino do Lançamento Oblíquo, constante no currículo de Física do primeiro ano no conteúdo de interação gravitacional, contendo um grande conteúdo de Matemática a ser utilizado e explorado, e por isso a escolha deste assunto, pois está ligado diretamente a disciplina correlata do Professor aplicador e também pelo conteúdo continuar o aprofundamento das habilidades matemáticas adquiridas no 9º ano do ensino fundamental através do estudo das equações e funções de 2º grau, objeto principal a ser considerado pelos alunos.

Nossa proposta de pesquisa e aplicação resultou no presente trabalho, desenvolvido do seguinte modo:

No capítulo 2 apresentamos a escola em que foi aplicada a proposta, os alunos participantes da pesquisa e um pouco da história do professor.

No capítulo 3 discorreremos sobre as metodologias ativas de aprendizagem e a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, a metodologia escolhida para desenvolvimento deste trabalho.

No capítulo 4 apresentamos o planejamento elaborado para a execução da proposta em ABRP.

No capítulo 5 apresentamos como ocorreu a aplicação proposta no capítulo 4, os resultados obtidos e discussões a respeito.

No capítulo 6 finalizamos este trabalho com algumas considerações a respeito do trabalho realizado, da experiência em desenvolvê-lo e das ideias em

relação a prática docente.

2 PARTICIPANTES DA PESQUISA

2.1 Alunos participantes

O conjunto de participantes da pesquisa foi composto por alunos do 1º ano do ensino médio de um programa escolar de ensino integral. Todos os participantes têm em média 14 e 17 anos. A sala de aula é composta por 18 meninas e 14 meninos, totalizando 32 alunos. Os alunos foram incluídos na pesquisa por frequentarem a escola e sala de aula que o pesquisador leciona. Quanto ao critério de exclusão, foram excluídos do estudo todos os alunos que não pertencem ao 1º ano, e as classes que pesquisador não leciona.

Quanto à formação, são oriundos da rede estadual, municipal e particular de ensino, o que proporciona uma grande diversidade de níveis de proficiência e estilos de aprendizagem.

Esta pesquisa busca identificar a partir dos relatos dos seus participantes, quais são suas percepções acerca da estratégia de aprendizagem baseada em problemas.

2.2 A Escola de Aplicação

A pesquisa foi realizada em uma escola de ensino médio do município de Araraquara-SP, integrante do Programa de Ensino Integral. Sendo participante de um modelo diferenciado de ensino, conforme dito na introdução, a escola pretende diferir-se na organização e resultados obtidos.

O município de Araraquara está localizado na região central do Estado de São Paulo, sendo uma cidade de médio porte, com população de 221.205 habitantes, área territorial de 1.003,63 km² e densidade demográfica de 220,4 hab./km², segundo dados da Fundação Seade (acessados em 24/01/2017).

Segundo dados do IBGE, o município é constituído por 72 escolas de educação infantil, 59 escolas de ensino fundamental e 36 escolas de ensino médio. Dentre as escolas de ensino médio temos 4 escolas que oferecem o ensino em modalidade integral, todas estaduais, integrantes do Programa de Ensino Integral (PEI).

Deste universo interessa apenas a escola em que o pesquisador leciona. Tal escola conta com 340 alunos do ensino médio, divididos em 9 salas de aulas,

sendo 3 salas para cada ano do ensino médio. O horário de funcionamento é das 07h30 às 16h30 de segunda a sexta. A escola conta com 33 funcionários, dos quais 17 Professores de sala de aula com jornada de trabalho exclusiva de 45 horas-aula semanais, das quais, em média, 28 em sala de aula. A escola conta com cozinha e refeitório, quadra de esportes coberta, 2 laboratórios de ciências, sala de informática com 25 computadores com acesso à internet, 100 netbooks divididos em três carrinhos móveis para serem utilizados em sala de aula, também com acesso à internet, sala de leitura com Professor responsável e exclusivo.

A escola foi inaugurada em 2012 para ser integrante do PEI. Inaugurada inacabada, o ano de implantação foi desafiador não somente no aspecto pedagógico, mas também no aspecto funcional, visto que a convivência com obras se estendeu até meados daquele ano. Os objetivos do PEI basicamente são proporcionar um regime mais atrativo para a carreira do magistério e a formação de estudantes com melhores desempenhos educacionais e melhor preparados para atender as demandas da sociedade SÃO PAULO (2012).

Atualmente a escola atende alunos da cidade de Araraquara e região, como Américo Brasiliense e Santa Lúcia por demanda espontânea até atingir o número de vagas disponíveis.

2.3 Professor

Nascido no dia 02 de Julho de 1978, o mais velho de 5 filhos de um Pedreiro e uma Dona de Casa, sabia desde cedo que os estudos seriam o caminho que possibilitaria ascensão social. Comecei a trabalhar aos 14 anos e aos 21 anos, no ano de 2000, ingressei na Graduação em Matemática Aplicada, curso oferecido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e Computação da Universidade de São Paulo no Campus de São Carlos.

Por não encontrar especialidade que me satisfizesse, no segundo ano de minha graduação me transferi para o curso de Matemática, com ênfase em Licenciatura oferecido pelo mesmo instituto. Por sempre ter admirado a figura do Professor e ter guardado no coração os ensinamentos de dois grandes Professores de Matemática, logo me senti inserido no curso e o finalizei no prazo mínimo esperado.

No ano de 2003, além de meu último ano de graduação, também fui aprovado em concurso público para Professor da Rede Estadual de Ensino, assumindo o cargo em julho de 2004. Desde então, venho lecionando a disciplina de Matemática e, nos últimos 3 anos, a disciplina de Física para o primeiro ano do Ensino Médio.

Desde meu primeiro ano de cátedra me incomodava o fato de os alunos ficarem passivos diante do aprendizado da matemática e muitas foram as propostas de intervenção, dentre as quais destaco o uso de jogos e o trabalho com projetos. Tais iniciativas mostraram-se válidas, porém com o passar dos anos e com o desenvolvimento acelerado das tecnologias de informação e comunicação, elas mostraram-se cada vez menos atraentes. Talvez seja por imperícia do Professor, na escolha dos jogos e temas dos projetos, ou talvez seja pela crescente desvalorização dos conhecimentos escolares, atualmente apenas disponho de impressões a respeito. Porém, uma característica é cada vez mais desejada nos bancos escolares: nossas crianças e adolescentes precisam ser mais ativos na construção de seu conhecimento.

A busca do desenvolvimento desta postura ativa de meus alunos, aliada a sugestão de meu Orientador foram os agentes motivadores deste projeto, cujo aprendizado carregarei por toda vida.

3 METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM E A APRENDIZAGEM BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

As atuais demandas de conhecimentos e habilidades já não são as mesmas de um passado recente, em que as metodologias tradicionais de ensino atendiam as necessidades formativas. Com o avanço das tecnologias de informação e comunicação e da globalização, Berbel (2012, p.25) afirma

“A complexidade crescente dos diversos setores da vida no âmbito mundial, nacional e local tem demandado o desenvolvimento de capacidades humanas de pensar, sentir e agir de modo cada vez mais amplo e profundo, comprometido com as questões do entorno em que se vive”

As necessidades de formação nos dias atuais não devem apenas se concentrar no conhecimento acadêmico, mas devem englobar o ser em formação, trabalhar seu desenvolvimento como um todo, a fim de que ele seja capaz de ser atuante, ser cidadão em seu sentido pleno. Neste contexto é que o ensino médio se insere e a própria Berbel (2012, p. 26) nos mostra:

“Para o ensino médio, entre outros objetivos, no Art. 35, em seu inciso III, prevê-se o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico” (BRASIL, 1996).

A autonomia, destacada anteriormente, é buscada e desejada em diversas metodologias propostas no século passado, dentre elas estão o grupo das metodologias ativas e, neste grupo, é que está inserida a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas - ABRP.

3.1 Aspectos Históricos

Gadotti (2001, apud BERBEL, 2012, p. 30), em seu livro intitulado “História das Pedagogias”, expõe que “Dewey praticou uma crítica contundente à obediência e submissão até então cultivadas nas escolas”, que seriam verdadeiros obstáculos à educação”.

Se desejamos que a autonomia seja desenvolvida, é preciso dotar o

aluno de autoconfiança e iniciativa e, para isso, Dewey propõe, segundo Gadotti (2001, apud BERBEL, 2012, p.30) que:

“...o ato de pensar mobilizado diante de um problema, passaria por cinco estágios: 1º - uma necessidade sentida; 2º - a análise da dificuldade; 3º - as alternativas de solução do problema; 4º - a experimentação de várias soluções, até que o teste mental aprove uma delas; 5º - a ação como a prova final para a solução proposta, que deve ser verificada de maneira científica”

Também sobre a proposta de Dewey, segundo Cyrino e Toralles-Pereira (2004, p.782):

“a aprendizagem parte de problemas ou situações que intencionam gerar dúvidas, desequilíbrios ou perturbações intelectuais. O método “dos problemas” valoriza experiências concretas e problematizadoras, com forte motivação prática e estímulo cognitivo para solicitar escolhas e soluções criativas”

Deste modo, a proposta de Dewey pode representar a fonte de inspiração para o surgimento das metodologias ativas, pois segundo Berbel (2012, p.29):

“as Metodologias Ativas baseiam-se em formas de desenvolver o processo de aprender, utilizando experiências reais ou simuladas, visando às condições de solucionar, com sucesso, desafios advindos das atividades essenciais da prática social, em diferentes contextos”

Ainda segundo Berbel (2012, p. 28):

“As metodologias ativas têm o potencial de despertar a curiosidade, à medida que os alunos se inserem na teorização e trazem elementos novos, ainda não considerados nas aulas ou na própria perspectiva do professor. Quando acatadas e analisadas as contribuições dos alunos, valorizando-as, são estimulados os sentimentos de engajamento, percepção de competência e de pertencimento, além da persistência nos estudos, entre outras”

A metodologia da aprendizagem baseada na resolução de problemas tem papel de grande relevância atualmente, tendo sido estudada por diversos pesquisadores e utilizada em muitas escolas de diferentes países.

A ABRP, segundo Boud e Feletti (1997, apud LEITE e AFONSO, 2001):

“ [...]teve a sua origem nos currículos de Ciências da Saúde, na América do Norte (Estados Unidos e Canadá), por volta dos anos sessenta, como consequência da insatisfação sentida com o ensino tradicional da medicina, provocada pela explosão da informação e das novas tecnologias e pelas crescentes e permanentemente diferentes exigências colocadas pelas práticas futuras[...]”

Ainda segundo Leite e Afonso (2001):

“As razões que conduziram à dispersão do ensino orientado para a ABRP por todo o mundo têm a ver, por um lado, com o facto de ele permitir aos alunos tirarem o máximo partido do estudo independente e, por outro lado, de utilizar a resolução de problemas em pequenos grupos, aspectos que têm a ver não só com a promoção da autonomia mas também com a cooperação e a vida em sociedade”

Pelo exposto acima, o ensino de Ciências “baseado na metodologia ABRP favorece a superação de um modelo tradicional de ensino predominante nas escolas brasileiras, com um ensino que se preocupe com a formação de um cidadão reflexivo, que continua a aprender ao longo da vida” (OTZZ, PINTO e AMADO, 2014).

A ABRP foi o método de ensino e aprendizagem escolhido para desenvolvimento do presente trabalho e faremos algumas observações a respeito da teoria, visto que ela é muito estudada atualmente e há muitos pesquisadores que ainda estão desenvolvendo a teoria, e estas observações se encontram na seção que segue.

3.2 A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas

Muitos pesquisadores têm ao longo dos últimos anos, apresentado

resultados muito significativos no avanço da ABRP. Nesta seção procuramos explorar alguns conceitos e situações que podemos encontrar em (LEITE e AFONSO,2001), (LEITE e ESTEVES,2005), (RIBEIRO e MIZUKAMI,2004), (LOUREIRO,2008), (BERBEL,2012), (LAMBROS,2013) entre outros, uma proposição de que a ABRP é uma metodologia de ensino ativa que visa

“permitir aos alunos tirarem o máximo partido do estudo independente e, por outro lado, de utilizar a resolução de problemas em pequenos grupos, aspectos que têm a ver não só com a promoção da autonomia mas também com a cooperação e a vida em sociedade”

Em seu aspecto individual,

“As habilidades adquiridas com estas práticas e com o exercício contínuo da capacidade de pensar, permitem desenvolver competências de resolução de problemas e de tomada de decisão, no aluno, que o auxiliam em qualquer situação de problemática pessoal, familiar, social ou profissional, e não só em actividades escolares, contribuindo, assim, para os desafios do desenvolvimento do aluno a todos os níveis, designadamente para enfrentar, de forma activa e esclarecida, os desafios da sociedade actual”

É muito comum encontrarmos questões relativas ao processo de avaliação dos alunos inseridos neste tipo de metodologia, e por isso há muitas resistências em parte dos professores, pois no ensino tradicional adotado ao longo do último século, e principalmente em disciplinas de Matemática e Física, por exemplo, a avaliação se dá por um conjunto de questões em que os alunos devem expor seus conhecimentos em uma folha de papel ou ainda, quando muito, em atividades de mesma natureza substituídas pela tecnologia, dando características de evolução no processo de avaliação, mas que tem como pano de fundo apenas a exposição de um conhecimento linear do conteúdo “aprendido”.

Para se avaliar no contexto da ABRP é preciso levar em consideração todo o processo, pois, como exposto anteriormente, a metodologia proporciona muito mais que aprendizado de conteúdo, ela objetiva um desenvolvimento global do aluno e, neste sentido, difere-se em muito das metodologias

tradicionais e suas avaliações conteudistas. Desta forma, são maiores as chances de sucesso ao se tentar construir posturas reflexivas, pró ativas, colaborativas, pois o aluno passa a ser avaliado por todos os integrantes do processo de aprendizagem, diferente da avaliação centrada no professor, como usualmente é feito nas metodologias tradicionais. Corrobora com isso o seguinte pensamento de Ribeiro e Mizukami (2004) “nesta metodologia, o conhecimento construído na busca da solução dos problemas e as habilidades e atitudes desenvolvidas neste processo são mais relevantes que a solução per si”.

Essa mudança de foco do resultado para o processo faz com que tenhamos a necessidade de que incluamos problemas reais ou potencialmente reais, devem ser condizentes com o nível cognitivo do aluno a fim de não os frustrar, desencorajando-os na busca de sua solução.

Tendo como característica a fraca estruturação, ou seja, permite vários caminhos de solução, aproximando os alunos dos contextos reais de pesquisa e solução de problemas, proporcionando-os um processo reiterado de reflexão e pesquisa, favorecendo o desenvolvimento das habilidades de resolução de problemas e estudo autônomo conforme Escrivão Filho e Ribeiro (2009). Ainda segundo os autores a escolha e delimitação do problema é fundamental para o desenvolvimento das habilidades e competências pretendidas. Assim, a aplicação da ABRP, que exige um currículo composto de problemas, torna-se desafiadora em um currículo centrado no conteúdo, mesmo no caso do estado de São Paulo, em que o currículo, apesar de mostrar avanços em relação as listas de conteúdos tradicionais ainda estão estruturadas, como indica São Paulo (2011):

“[...]com o compromisso de resguardar algumas tradições no ensino da Física, mas também de inovar, buscando a mudança sem perder de vista o já consagrado, apresentam-se os conjuntos de temas e conteúdos que serão desenvolvidos no currículo de Física no Ensino Médio[...]”

Em relação aos avanços também vale destacar a sinalização de objetivos de aprendizagem, como mostra São Paulo (2011):

“A organização dos conteúdos escolares foi sinteticamente apontada

em termos dos tópicos disciplinares e dos objetivos formativos e será, em seguida, detalhada em termos de habilidades a serem desenvolvidas em associação com cada tema, por série e bimestre letivo, ou seja, em termos do que se espera que os estudantes sejam capazes de fazer após cada um desses períodos.”

Sendo assim, cabe ao educador, ao propor um trabalho em ABRP no ensino de física estar atento às necessidades curriculares. Como já vimos anteriormente a metodologia da ABRP aponta diversas vantagens pedagógicas, mas, para implementá-la, faz-se necessário conhecer muito bem os passos para sua aplicação, que no entendimento de Ribeiro e Mizukami (2004) são: Apresentação; Discussão; Resolução; Socialização; e Avaliação.

Na primeira etapa do processo, que é a Apresentação, Ribeiro e Mizukami (2004) estabelecem que no início do trabalho “apresenta-se um problema aos alunos que, em grupos organizam suas ideias, tentam defini-lo e solucioná-lo com o conhecimento que já possuem”.

Segundo Leite e Afonso (2001), os problemas devem ser

“[...]adequados ao nível dos alunos e que tenham probabilidade de os interessar, por lhes colocarem questões e desafios, quer enquanto alunos, quer enquanto indivíduos, quer ainda enquanto membros da sociedade[...].”

Deve estar bem clara a postura de professores na apresentação do problema, que segundo Barrows (2001, apud RIBEIRO e MIZUKAMI, 2004) “o papel dos docentes aproxima-se do facilitador, orientador, co-aprendiz, mentor ou consultor profissional”.

A segunda etapa, caracterizada como Discussão, é o momento no qual Ribeiro e Mizukami (2004) afirmam “por meio de discussão, os alunos levantam e anotam questões de aprendizagem (learning issues) acerca dos aspectos do problema que não compreendem”. Ainda sobre esta questão Leite e Afonso (2001) descrevem:

“[...]desenvolve-se à custa de trabalho dos alunos sobre o(s) contexto(s) problemático(s) seleccionado(s) pelo professor, desempenhando este apenas o papel de orientador (não directivo) do

processo. A partir da análise do(s) contexto(s) problemático(s), os alunos devem explicitar os problemas e questões que este(s) lhes suscita(m), competindo ao professor a tarefa de promover a clarificação dos problemas formulados, a rejeição de problemas irrelevantes, a constatação de eventuais sobreposições entre problemas formulados, etc., com vista à identificação dos problemas a considerar para efeitos de resolução pelos alunos. Uma vez identificados estes, o professor deverá discutir com os alunos a eventual relação hierárquica entre os diferentes enunciados propostos bem como a ordem pela qual os problemas vão ser tratados. A experiência e conhecimentos do professor desempenham um papel fundamental nesta tomada de decisões.”

A etapa da Resolução, que é a terceira etapa do processo, caracteriza-se, segundo Ribeiro e Mizukami (2004), o momento que “os alunos priorizam as questões de aprendizagem levantadas e planejam quando, como, onde e por quem estas questões serão investigadas para serem posteriormente partilhadas com o grupo”. Sobre esta organização, Leite e Afonso (2001) expõem que:

“[...]É uma fase que pode ser longa, dependendo a sua duração, entre outros, do número de vezes que incluir o ciclo de actividades necessárias à resolução de um problema. Nesta fase, o professor desempenha, mais uma vez, o papel de orientador do trabalho dos alunos mas é a estes que compete trabalhar a fim de resolverem os problemas formulados e seleccionados. Para resolver um problema identificado, os alunos terão que começar por reinterpretá-lo, planificar a sua resolução, implementar as estratégias de resolução planificadas, obter a solução (se ela existir) e avaliá-la. Durante este processo, eles precisarão consultar diversos tipos de fontes de informação (livros, revistas, jornais, relatórios, filmes, documentários, etc., impressos ou em suporte magnético ou electrónico), realizar diversos tipos de actividades (actividades laboratoriais, saídas de campo, entrevistas a membros da comunidade, etc.).”

Neste sentido, segundo Leite e Afonso (2001), cabe ainda ao professor “assegurar que a informação mínima necessária está acessível aos alunos, mas estes deverão ser impelidos para a identificação e localização de informação relevante”.

Podendo ainda o trabalho ser organizado de outra forma, como relatam Leite e Afonso (2001) “os alunos de uma turma poderão trabalhar simultaneamente num mesmo problema, trabalhar em diferentes subproblemas de um dado problema ou trabalhar em diferentes problemas, dependendo da natureza e interdependência dos problemas a resolver”. Vemos, assim, que há diversas possibilidades de desenvolvimento desta etapa, cabendo ao professor decidir conforme suas necessidades educacionais.

Mas como decidir a hora de finalizar esta etapa? Neste sentido, Leite e Afonso (2001) destacam que:

“Depois de analisada a solução obtida, de avaliado o processo de resolução e de integrados os conhecimentos adquiridos através da resolução dos diferentes sub-problemas (caso estes existam) ou problemas eventualmente trabalhados em simultâneo, o ciclo repete-se até que se esgotem todos os problemas formulados e considerados relevantes para serem tratado”

Assim, esta etapa pode ser reiniciada com novos problemas que possam surgir das pesquisas, sendo que o professor age com sua experiência e visão de objetivos educacionais a serem alcançados.

A etapa da Socialização, quarta etapa do processo da ABRP acontece “quando os alunos se reencontram, exploram as questões de aprendizagem anteriores, integrando seus novos conhecimentos ao contexto do problema” (RIBEIRO e MIZUKAMI, 2004),

Sobre esta fase, para Leite e Afonso (2001) trata-se de:

“[...] o trabalho a realizar conjuntamente por professor e alunos terá a ver com a verificação de que todos os problemas inicialmente formulados ou foram resolvidos ou não têm solução, com a síntese final dos conhecimentos (conceptuais, procedimentais, atitudinais) obtidos e/ou desenvolvidos [...]”

Podemos perceber claramente nas palavras dos autores que, muito mais que a solução do problema, importam também o enriquecimento do entendimento do aluno e o desenvolvimento da criticidade na avaliação do

cumprimento dos objetivos.

Encerrando-se as etapas propostas, encontramos a quinta, que é a Avaliação, sendo que é o momento destinado para que “os alunos avaliam o processo, a si mesmos e seus pares de modo a desenvolverem habilidades de auto avaliação e avaliação construtiva de colegas, imprescindíveis para uma aprendizagem autônoma eficaz” (RIBEIRO e MIZUKAMI, 2004).

Não se pode deixar de observar também que o processo de avaliação deve levar em consideração outros aspectos, como “a avaliação de todo o processo, quer em termos de eficácia de aprendizagem quer em termos de desenvolvimento pessoal, social, ético e moral ocorrido” (LEITE e AFONSO, 2001).

Uma vez compreendida tais etapas do desenvolvimento passamos à aplicação. A ABP pode ser aplicada em grupos de 8 a 10 alunos, sendo que o Professor que neste contexto assume o papel de tutor, agindo como um facilitador das ações propostas. A postura dos alunos segundo Ribeiro e Mizukami (2004) deve ser a de “assumirem o papel de protagonistas da ação, de sujeitos ativos na busca de soluções através de pesquisas e trocas de ideias, responsabilizando-se pelas tarefas e se auto avaliando”. As salas de aula do modelo tradicional de ensino têm, na grande maioria dos casos, muito mais que 10 alunos, tornando assim o papel do Professor Tutor muito mais difícil de ser executado.

3.3 Proposta de Cenário

Diante do que é esperado pelo currículo, a ABRP prevê a apresentação de um cenário resolutivo na qual, diante de uma situação problematizadora, se desenvolverá as etapas da ABRP. Lambros (2013) nos mostra alguns exemplos de cenários, que fizemos a tradução e colocamos na íntegra como seguem:

“Você é médico de plantão em um hospital comunitário rural. Um jovem, Josh McIntyre, foi trazido para o Departamento de Emergência por um grupo de seus amigos. Enquanto a enfermeira de triagem resolve Josh em uma área de exame, você obtém a seguinte informação dos amigos:

O grupo foi em uma excursão de graduação (do ensino médio) na região de Shenandoah de Western Virgínia. Ontem, Josh disse que estava tendo dores

de cabeça ruins e não se sentia bem. Decidiu ir dormir antes do jantar e dormiu por mais de 10 horas até que um deles tentou acordá-lo. Quando não conseguiram despertá-lo completamente, decidiram trazê-lo para o hospital. No caminho para o hospital, um dos amigos percebeu que Josh tinha um breve episódio de total falta de resposta, seus olhos rolados para trás e ele tinha rítmica agitação de seus braços e pernas. O episódio resolveu sozinho antes de chegarem ao hospital.

Quando você entra na sala de exame você encontra Josh acordado, mas confuso. Ele é incapaz de responder a perguntas e murmura incoerentemente.

Que perguntas adicionais você fará a seus amigos?

Como vai examinar o Josh?

O que você está procurando com suas perguntas e exame?” (Lambros, 2013, p.6)

Em seu artigo, Lambros (2013, p.7), traz mais um cenário possível neste contexto:

“Você conversa com os amigos de Josh para obter mais informações. Você aprende que ele é um homem de 18 anos de idade, sem histórico médico significativo. Seus amigos não sabem que ele toma algum remédio e nunca o ouviu mencionar alergias. Eles negam que ele usou drogas, tabaco ou álcool durante a viagem de acampamento. Eles dizem a você que Josh era o capitão de basquete da escola secundária e tem uma bolsa para jogar no nível colegial. Ontem eles caminharam e exploraram cavernas. Josh primeiro reclamou de se sentir mal depois de voltar ao acampamento dizendo ele teve uma dor de cabeça e calafrios. Ninguém no grupo se lembra dele mencionando que ele poderia ter sido mordido por qualquer coisa. Um amigo lembra que ele tinha uma bandagem no dedo indicador direito, mas não sabe por que estava lá.

Quando perguntados, disseram que todos têm tomado água corrente no local do acampamento, que têm fervido e tratado toda a água que eles coletaram.

Como essas informações ajudam você?

Que outras informações você precisa? Como vai ajudá-lo?”

A referida autora ainda nos mostra que existem diversos cenários

possíveis e se considerarmos que “após exames de sangue e uma cultura de LCR, eles descobriram que a coloração de Gram revelou um diplococo gram-positivo”, podemos ter o seguinte cenário:

“Que tipo de bactérias você suspeita?

Como são classificadas as bactérias?

Como você vai tratar Josh com base no tipo de bactéria que você suspeita?

Será que seus amigos precisam ser tratados também?” (Lambros, 2013, p. 7)

Sobre as características de um bom cenário, segundo Carvalho (2009), deve ter as seguintes características:

i. Eficaz e autêntico: deve ser capaz de atrair a atenção dos alunos, estar relacionado ao contexto dos alunos, motivá-los em busca do entendimento através do esforço resolutivo;

ii. Adequado: deve assegurar consistência entre os objetivos de aprendizagem propostos pelo currículo e os objetivos de aprendizagem propostos pelos alunos;

iii. Funcional: deve ser fácil de ler, esteja ao alcance cognitivo dos alunos, não contenha muitos distratores e seja desafiante;

iv. Adequado: deve ser suficientemente complexo a fim de suscitar a necessidade na busca das soluções das questões levantadas;

v. Extensão ideal: nem tão longo a ponto de comprometer o tempo no desenvolvimento de outros tópicos curriculares e nem tão curto a ponto de não propiciar o desenvolvimento adequado das etapas da ABRP.

Ainda sobre o cenário, Carvalho (2009) nos mostra algumas questões a serem consideradas em sua escolha:

1) Que informação se encontra disponível no cenário? Que conceitos não foram explicitamente focados?

2) Como serão distribuídos temas e/ou conceitos (formulados sob a forma de questões problemáticas pelos próprios alunos) pelos grupos de alunos?

3) Qual o período de tempo estipulado para a exploração e resolução do problema?

4) Que conhecimentos prévios, dúvidas e indagações surgirão após a leitura do cenário?

5) Quais as possíveis soluções para o problema?

Para a aplicação da ABRP foi escolhido o conteúdo de lançamento oblíquo e o detalharemos em seus objetivos e forma de aplicação proposta na seção a seguir.

3.4 Escolha do conteúdo para aplicação da ABRP

A proposta curricular estadual propõe o trabalho através da resolução de problemas, na qual o aluno, constrói seu conhecimento com maior significado, porém sem conseguir atuar como ator principal do processo de aprendizagem, algo que a ABRP tem como premissa, visto que parte do que o aluno enxergar como "problema" para que se dê o desenvolvimento do aprendizado.

O conteúdo de lançamento oblíquo foi escolhido por ser do 3º bimestre, ter forte relação com conceitos matemáticos, estar diretamente ligado ao “mote” escolhido, no caso o lançamento de Dardo Olímpico, e ser possível a construção artesanal de tais dardos, o que será detalhado mais à frente.

O conteúdo escolhido aparece da seguinte forma em São Paulo (2011, p.107):

Tabela 1: Conteúdos e Habilidades

Conteúdos
Universo, Terra e Vida
Interação Gravitacional
<ul style="list-style-type: none"> • O campo gravitacional e sua relação com massas e distâncias envolvidas • Movimentos junto à superfície terrestre – quedas, lançamentos e balística
Habilidades
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar e interpretar situações, fenômenos e processos conhecidos, envolvendo interações gravitacionais na Terra e no Universo • Compreender as interações gravitacionais entre objetos na

superfície da Terra ou entre astros no Universo, identificando e relacionando variáveis relevantes nessas interações

- **Elaborar hipóteses e fazer previsões sobre lançamentos oblíquos na superfície terrestre**
 - **Identificar e relacionar variáveis relevantes e estratégias para resolver situações-problema envolvendo movimentos na superfície terrestre**
-

O Estado de São Paulo fornece material impresso ao Professor e aos alunos, sendo uma proposta para desenvolvimento dos conteúdos e habilidades previstos no currículo oficial e, no caso do conteúdo de lançamento oblíquo, as atividades propostas para o conteúdo de interação gravitacional, não trabalham o lançamento oblíquo, trazidas no Anexo A e retiradas de Proposta (2008), fazendo-se necessária a complementação do professor para atender a demanda curricular.

Ao analisarmos o material de apoio vemos que não atende à demanda do próprio currículo oficial. Os livros didáticos trazem este assunto com teoria e atividades bastante satisfatórias, porém pela dinâmica embutida que tais livros trazem em si ao apresentarem conteúdos seguidos de exercícios, facilitam a adoção de uma didática tradicional, quando muito, expositiva dialogada. Isso pode ser verificado nas imagens extraídas de Máximo e Alvarenga (2014) e trazidas no Anexo B.

O presente trabalho parte de uma necessidade curricular, mas objetiva inverter os papéis em sala de aula, trazendo o aluno no papel de protagonista e o professor assumindo o papel de mediador da aprendizagem, neste sentido a ABRP cai como uma luva, visto que se têm tais características como premissa.

Como o conteúdo que pretendemos desenvolver refere-se a temática do lançamento oblíquo e a ABRP prevê a proposição de um cenário, como foi observado na seção anterior, para desenvolvimento de seus passos, propomos o seguinte cenário:

Na prova de arremesso de dardo do Mundial de Atletismo disputado na cidade de Daegu, Coreia do Sul, observamos as técnicas de arremesso dos principais atletas. Notamos que possuem diferentes constituições físicas e diferentes técnicas de arremesso. Reflita:

a) Como podemos explicar o desempenho levando em consideração o que compete ao estudo da Física e quais as variáveis que influenciam no desempenho?

b) Conhecendo algumas dessas variáveis, seria possível obtermos a altura máxima alcançada por um desses dardos? E a distância máxima?

Com a proposição destas questões norteadoras, espera-se que os alunos se concentrem nos aspectos físicos do movimento, trazendo questões ligadas a gravidade, a velocidade, ângulo de arremesso, resistência do ar e força aplicada no dardo.

4 PLANEJAMENTO

Com o cenário que será proposto, observando os passos propostos pela ABRP e as habilidades e competências esperadas pelo currículo, o trabalho será desenvolvido da seguinte forma:

Ao todo espera-se utilizar 15 aulas para desenvolvimento do trabalho proposto. Como avaliação para registro escolar serão consideradas as avaliações realizadas pelos alunos, juntamente com a observação de todo o processo.

4.1 1º passo: Apresentação do Problema

Tempo previsto: 2 aulas (120 minutos)

Acreditamos que duas aulas serão suficientes, visto que o cenário poderá ser novidade a ponto de os alunos não entenderem. Assim será possível que eles farão muitas perguntas sobre o esporte em si.

No primeiro encontro será apresentado um vídeo, de aproximadamente 13 minutos, que mostra os lançamentos da final do Mundial de Daegu em 2011, conforme pode ser observado em Javelin (2011), visto que se trata de um esporte olímpico e estaremos desenvolvendo o trabalho em pleno clima de olimpíadas no Brasil.

Após a apresentação do vídeo, serão apresentadas duas questões norteadoras:

a) Como podemos explicar o desempenho levando em consideração o que compete ao estudo da Física e quais as variáveis que influenciam no desempenho?

b) Conhecendo algumas dessas variáveis, seria possível obtermos a altura máxima alcançada por um desses dardos? E a distância máxima?

Após estas apresentações, será feito o levantamento das questões e hipóteses que surgirão.

No segundo encontro será retomado o cenário anterior, as questões que foram anteriormente levantadas e as questões norteadoras do vídeo.

Espera-se que os alunos se sintam motivados a entender como se desenvolve o esporte, quais as características físicas envolvidas e quais conhecimentos físicos que eles já aprenderam que possam ser utilizados para explicar o lançamento e trajetória do dardo. Feito isso, eles expõem o que eles

entendem como situações, problemas ou hipóteses, envolvidas neste esporte, que do ponto de vista da Física seriam possíveis de serem analisadas e resolvidas.

Nesta etapa, os questionamentos levantados serão anotados e servirão de norte para a escolha das questões e hipóteses de trabalho, pois embora saibamos que a Teoria Física envolvida no tema tem uma formulação, bem como as suas possíveis hipóteses, tais como a influência da gravidade, ângulo de arremesso, velocidade inicial, etc., as questões apresentadas pelos alunos poderão conter necessidades diferentes ao entendimento que não apenas as norteadoras esperadas pelo Currículo, pois não leva em consideração o conhecimento prévio do aluno e a sua motivação. Neste sentido, o professor deverá estar atento à sua postura de mediador, motivador e questionador, visto que assume o papel de facilitador da aprendizagem e também deverá estar atento ao cumprimento dos objetivos propostos no Currículo.

4.2 2º passo: definição das questões de aprendizagem **Tempo previsto: 2 aulas**

No primeiro encontro serão apresentadas todas as questões levantadas no 1º passo. Dentre estas questões, deverá estar contemplado os seguintes assuntos:

1. Ângulo de arremesso
2. Força (conceito físico)
3. Massa do dardo
4. Velocidade de saída do dardo
5. Resistência (atrito) oferecido pelo ar

Caso não tenhamos questões referentes a algum dos pontos acima, através de mediação tentaremos que haja a proposição das questões sobre os temas que faltam.

No segundo encontro os assuntos não contemplados nas questões previamente ainda serão objetivos da mediação, bem como as questões que fogem do tema da Física. Também haverá a formação de grupos de trabalho e a definição da ordem de resolução das questões que serão trabalhadas. Propomos neste trabalho a formação de 4 grupos, visto que a turma de aplicação

conta com 32 alunos.

Espera-se que estes dois encontros sejam suficientes, pois deverá ser feita a seleção das questões de trabalho. Assim se forem muitas as questões levantadas será preciso escolher as mais significantes, considerando os objetivos de aprendizagem curriculares, bem como através de questionamentos, buscando garantir que haja questões suficientes a fim de contemplar os mesmos objetivos.

Também é esperado que os alunos levantem questões associadas ao ângulo e velocidade de arremesso, resistência oferecida pelo vento e massa do dardo e que eles citem a importância da Força, porém que estejam concentrados no conceito físico de Força e não no conceito fisiológico, como Força Muscular.

Na etapa anterior os alunos levantaram todas as situações envolvidas com a física, que poderiam de alguma maneira estão ligadas ao problema e poderão ser estudadas. Separados em grupos, os alunos voltarão a discutir as situações problema levantadas, porém com mediação do Professor, para que os objetivos de aprendizagem sejam alcançados, porém, como observado na teoria, respeita-se o que os estudantes enxergam como problemas.

4.3 3º passo: organização para solução das situações problema

Tempo previsto: 6 aulas

No primeiro encontro, organizados em grupos, os alunos deverão decidir como irão trabalhar as questões, se optarão por todos resolverem uma a uma as questões ou se dividirão as questões entre si. O professor deverá estar atento a esta organização pois ela pode afetar diretamente a qualidade do trabalho desenvolvido. Estabelecido o método de trabalho, inicia-se a busca pelas soluções.

Estabeleceu-se 6 aulas para a duração desta etapa pois espera-se a proposição de, no máximo, 5 questões ou hipóteses a serem trabalhadas. O professor deverá acompanhar os grupos, no mínimo duas vezes, uma no início dos trabalhos a fim de verificar a organização interna dos grupos para solução e outra para acompanhar o uso das fontes de pesquisa indicadas e a discussão em torno da proposição das soluções.

Esta etapa dependerá muito do envolvimento dos alunos na busca pelas soluções. Espera-se que por estarem solucionando questões que eles mesmo

levantarão, o engajamento não seja um obstáculo. Os grupos terão autonomia para se organizarem e o Professor intervirá apenas indicando materiais que podem ser consultados. A princípio foram selecionados livros didáticos, netbooks para pesquisa online e simuladores. Poderão surgir novas demandas de matérias, porém serão observadas na execução do trabalho.

Espera-se que os alunos tenham dificuldades para buscar as ideias que lhes ajudarão nas soluções, recorrendo muito ao Professor Mediador com perguntas como: Onde encontro a resposta? Como resolvo isso? Mas ao se depararem com indicações de leitura, contextos de simulação, poderão ficar frustrados ao perceberem a complexidade do “ineditismo” de algumas situações que eles levantaram.

O Professor deverá estar atento também quanto a organização dos grupos para resolução dos problemas e hipóteses, a estratégia “dividir para conquistar” deverá ser evitada, pois espera-se que o aprendizado seja adquirido por todo o grupo, não que eles não possam dividir as questões entre si para buscarem as soluções, mas que eles estejam preocupados em sintetizar as ideias encontradas para socializar com o grupo a fim de validar as propostas de soluções.

Como nossa aplicação se dará em uma turma de 32 alunos, eles serão divididos em 4 grupos e a fim de acompanhar suas discussões e construção das soluções, a cada aula serão acompanhados 2 grupos. Como teremos 6 aulas disponíveis para esta etapa, os grupos serão acompanhados 3 vezes neste processo, o que possibilitará uma boa visão de como se organizarão, desenvolverão e formatarão suas soluções.

Com a realização das pesquisas para soluções dos problemas levantados, espera-se que surjam formulações matemáticas relacionadas a esse contexto, tais como

$$d = V_0 \times t + \frac{a \times t^2}{2},$$

sendo que

d: distância percorrida

V_0 : velocidade inicial

t : tempo gasto

a : aceleração da gravidade no local

Como a equação anterior refere-se ao Movimento Retilíneo Uniformemente Variado e no lançamento oblíquo somente a componente vertical do vetor velocidade tem este tipo de movimento, os alunos poderão encontrar as seguintes variações para esta formulação:

- Equação para altura máxima

$$H = V_{0y} \times t_s + \frac{(-a) \times t_s^2}{2},$$

em que

H : altura máxima alcançada

V_{0y} : componente vertical do vetor velocidade inicial

t_s : tempo de subida

a : aceleração da gravidade no local

- Equação do alcance horizontal:

$$A = V_{0x} \times t,$$

na qual

A : alcance horizontal

V_{0x} : componente horizontal do vetor velocidade inicial

t : tempo total (subida + descida)

Como as formulações anteriores trabalham com decomposição vetorial da velocidade inicial, também espera-se que eles encontrem as decomposições a seguir:

- Componente horizontal da velocidade inicial:

$$V_{0x} = V_0 \times \cos \theta,$$

sendo que

V_0 : velocidade inicial

V_{0x} : componente horizontal da velocidade inicial

θ : ângulo de arremesso (ângulo entre o dardo e a horizontal)

- Componente vertical da velocidade inicial:

$$V_{0y} = V_0 \times \sin \theta$$

na qual

V_0 : velocidade inicial

V_{0y} : componente vertical da velocidade inicial

θ : ângulo de arremesso (ângulo entre o dardo e a horizontal)

4.4 4º passo: socialização das soluções encontradas **Tempo previsto: 3 aulas**

Deverá ser socializada uma questão por vez, sendo que cada grupo irá expor sua solução para a questão e os debates e perguntas acontecerão após as apresentações. Os grupos terão 5 minutos de apresentação em cada questão. O número de aulas deverá ser suficiente pois deverão ser socializadas 2 questões por encontro. Após as socializações e interações dos alunos o professor deverá fazer as devidas considerações a respeito da questão e, caso possível, indicar novos questionamentos para retroalimentação do 2º passo.

Ao socializarem as soluções por eles formuladas, espera-se discussão entre os grupos e, com a mediação do Professor, que eles possam enriquecer as soluções através da interação nas apresentações, tanto com perguntas como com sugestões. Espera-se que surjam diferentes abordagens para as situações problema propostas, visto que talvez seja necessário simplificá-las. Neste momento o Professor poderá intervir no sentido de mostrar a plausibilidade de diferentes soluções, bastando para isso, considerar ou desconsiderar algumas variáveis envolvidas no contexto.

Como esperamos que não surjam mais do que 5 questões ou hipóteses a serem pesquisadas, com o esquema de que os grupos apresentem suas soluções para cada questão ou hipótese proposta, teremos a oportunidade de discutir as propostas de solução para cada uma das questões e hipóteses, comparar as propostas, se possível mostrar que ao adotar alguns pontos de partida eles poderão propor soluções diferentes para as mesmas situações. Neste momento caberá ao Professor mediar as discussões para que eles mesmos questionem os colegas a fim de discutir os porquês envolvidos, o Professor poderá dar um fechamento as discussões de cada situação mostrando os diferentes pontos de vista, de que maneira se complementam e, de olho nos objetivos educacionais, questionar se as proposições serão suficientes, ou minimamente suficientes, de acordo com as questões levantadas.

Cabe ressaltar aqui que esta etapa poderá retroalimentar o ciclo com novos questionamentos e hipóteses, porém, como não disporemos de tempo suficiente para isso, estas questões poderão apenas ser levantadas e mostradas aos alunos para que os mesmos percebam que o processo de construção do conhecimento é contínuo e que, à medida que os conhecimentos ganham em

profundidade e densidade, mais perceberemos que ainda há muito o que se estudar.

4.5 5º passo: avaliação

Tempo previsto: 2 aulas

No primeiro encontro será aplicado o questionário de avaliação do processo, atuação do professor e da metodologia composto das seguintes questões:

1. Quais foram as dificuldades encontradas no desenvolvimento do trabalho?
2. Qual a sua opinião a respeito do trabalho realizado?
3. Como foi o trabalho em grupo?
4. Como você avalia a atuação do Professor?
5. Comparando este tipo de aula com a aula normalmente desenvolvida, como você compararia e avalia?
6. Dê sugestões de possíveis melhorias para este tipo de trabalho.

As respostas coletadas neste questionário poderão servir para indicar possíveis pontos de atenção e melhoria. Cada questão tem seus objetivos bem claros e seguem abaixo:

- Questão 1: verificar se os alunos encontraram dificuldades e, caso tenham encontrado, se são capazes de citá-las.
- Questão 2: coletar as impressões dos alunos (positivas ou não) a respeito do trabalho, visto que eles conhecem apenas metodologias tradicionais de ensino.
- Questão 3: verificar a opinião dos alunos sobre o trabalho em grupo, de que maneira aconteceu e quais foram as dificuldades encontradas.
- Questão 4: coletar as impressões dos alunos (positivas ou não) a respeito do trabalho do professor enquanto mediador, visto que eles conhecem apenas a figura do professor protagonista do ensino, e neste trabalho, o protagonismo cabe aos alunos.
- Questão 5: coletar as impressões dos alunos (positivas ou não) a respeito

do tipo de aulas, antes e durante o trabalho, indicando preferências, críticas e sugestões.

- Questão 6: coletar as sugestões dos alunos, verificando a capacidade de análise, coerência (ou não).

No segundo encontro haverá um novo formulário de questões com o objetivo dos alunos se auto avaliarem e também avaliarem, na visão de cada um, a participação de cada componente do grupo. Tais questões serão assim formuladas:

1. Como você avalia sua colaboração para a execução de todo o trabalho? Atribua uma nota de 0 a 10 para cada etapa do trabalho.

2. Como você avalia o trabalho de seus colegas de grupo? Considere as etapas do trabalho, atribua uma nota de 0 a 10 para cada uma, argumentando os porquês das notas atribuídas.

As respostas coletadas com a aplicação deste questionário serão analisadas no capítulo 3 desta dissertação. Poderemos verificar o atual estágio dos alunos no que diz respeito a um processo de avaliação destacando possíveis disparidades e seguindo os objetivos traçados, que são:

- Questão 1: verificar a disponibilidade e argumentação dos alunos no processo de avaliação. Como eram 3 fases de participação ativa esperada dos alunos, poderiam ser atribuídas notas separadas para cada fase.
- Questão 2: verificar a capacidade dos alunos de avaliar o trabalho de seus colegas de grupo adotando critérios coerentes e imparciais.

Os questionários são parte fundamental do processo, visto que o desenvolvimento da capacidade de avaliar traz em si a responsabilidade com todo o processo desenvolvido, bem como a percepção crítica dos acontecimentos visando o desenvolvimento contínuo.

5 APLICAÇÃO, RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes de aplicarmos a proposta elaborada, houve uma conscientização prévia dos alunos sobre a importância de suas participações, visto que neste trabalho eles seriam os responsáveis por construir os próprios conhecimentos. A função do Professor passaria a ser de mediador, de orientador que teria que partir dos interesses demonstrados para poder executar sua função.

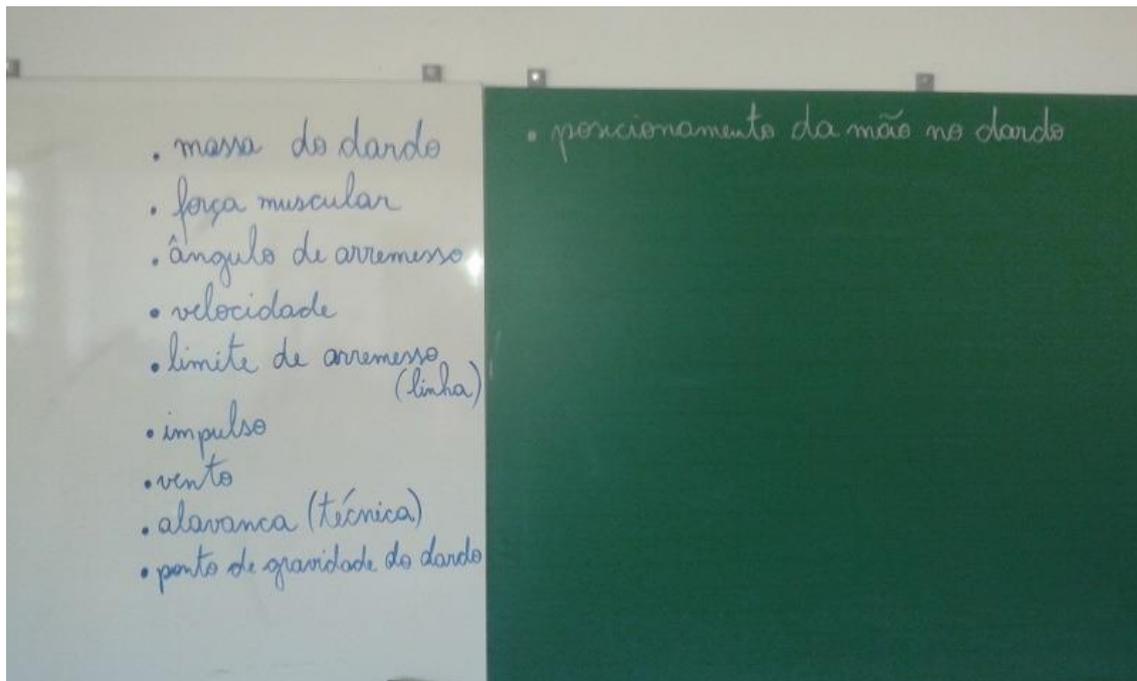
Como veremos abaixo, houve surpresas na execução do trabalho, algumas positivas, outras negativas, e serão descritas, mostrando-se o resultado obtido e apresentando reflexões sobre o ocorrido.

5.1 1ª Etapa: Apresentação do Problema

O Problema escolhido como motivador do aprendizado foi a análise do contexto de arremesso de dardos, apresentando um vídeo da final do lançamento de dardo no mundial de Daegu. Também foi apresentado um vídeo sobre a técnica do lançamento de dardo a fim de tentar isolar a técnica de lançamento do contexto do campeonato, fato não previsto no planejamento dessa etapa. Foram gastos 3 aulas para apresentar e garantir que o entendimento dos participantes fosse garantido, bem como eles comesçassem a enxergar a física que há neste esporte, dispondo apenas de seus conhecimentos prévios.

Era esperado que os alunos citassem os Princípios da Quantidade de Movimento, conhecimento prévio trabalhado por eles no semestre anterior, mas, não houve sequer menção de alguma ideia relacionada a este tema. Também era esperado que recorressem às Leis de Newton, conhecimento trabalhado no semestre anterior, mas nesse caso, houve citações de ideias relacionadas, tais como: Força e Impulso. Os pontos destacados a serem observados estão expressos na figura abaixo:

FIGURA 1: pontos destacados, na 1ª etapa da ABRP, pelos alunos para serem formuladas as questões e hipóteses



Pudemos observar, mesmo após ser enfatizado a necessidade de um olhar físico para a situação, houve muitas situações ligadas a outros campos, por exemplo a força muscular. Percebeu-se que ainda falta clareza aos alunos quanto ao domínio da física, aos assuntos e temas que são do campo da física.

Em relação à participação, cerca de 8 alunos colaboraram intensamente para formulação das situações problema apresentadas, enquanto que apenas 3 alunos não participaram de maneira alguma da execução desta fase do trabalho. Observa-se que a grande maioria dos alunos está inserida no processo de construção dos conhecimentos.

Mesmo realizando a mediação para entendimento de mais aspectos relacionados ao desempenho no esporte, os alunos foram capazes de citar apenas os expostos na figura anterior.

5.2 2ª Etapa: Definição das questões de aprendizagem

Após análise das situações problema levantadas na etapa anterior, houve mediação do Professor para entendimento do contexto físico, assim, o tema gerou 7 tópicos com hipóteses e questões a serem verificadas. Ao todo foram gastas 5 aulas para execução desta etapa e foi respeitada a visão dos alunos

quanto ao que seriam os problemas.

A mediação não foi capaz de eliminar algumas situações que não são tratadas pela física, mas foi respeitada a vontade dos alunos, visto que mesmo após as intervenções, eles ainda continuaram insistindo que tais pontos eram relevantes. Podemos construir hipóteses sobre este acontecimento e aqui apresentamos duas:

I. Devido à falta de clareza a respeito dos assuntos ligados a física, mesmo após mediação, não conseguimos abandonar tais situações;

II. Devido à falta de habilidade do Professor Mediador, ao preocupar-se em não impor ideias e caminhos a seguir, acabou pecando com uma mediação pouco eficaz.

Os alunos mostraram-se mais participativos e atentos ao trabalho como mostram as figuras abaixo:

FIGURA 2: alunos anotando as questões surgidas na 2ª etapa da ABRP



FIGURA 3: aluno anotando as questões surgidas na 2ª etapa da ABRP



FIGURA 4: alunos anotando as questões surgidas na 2ª etapa da ABRP



As questões e hipóteses propostas pelos alunos, em ordem de relevância, foram as seguintes:

1. Movimento do atleta (técnica): hipótese - quanto maior for a amplitude do tronco superior, melhor será o desempenho.

2. Velocidade: questão - a velocidade do atleta, na corrida, influencia no lançamento?

3. Força muscular: hipótese - quanto maior a força muscular empregada, maior será a distância alcançada.

4. Massa do dardo: *hipótese - quanto mais leve o dardo, mais perto ele irá.

5. Centro de gravidade do dardo e posicionamento da mão no dardo
Hipótese - o posicionamento da mão no dardo tem influência na trajetória.

Pergunta - seria esta trajetória uma parábola?

Afirmção - a parábola é obtida através de uma função de 2º grau.

Pergunta - seria possível obtermos a função de 2º grau que descreve a trajetória? Em caso afirmativo, o que seria necessário para construir a função?

6. Ângulo de arremesso: hipótese - ângulos muito elevados não melhoram desempenho, assim como ângulos muito pequenos.

Pergunta - qual seria o ângulo ideal para o melhor desempenho?

7. Vento: pergunta - de que modo a ação do vento influencia no desempenho?

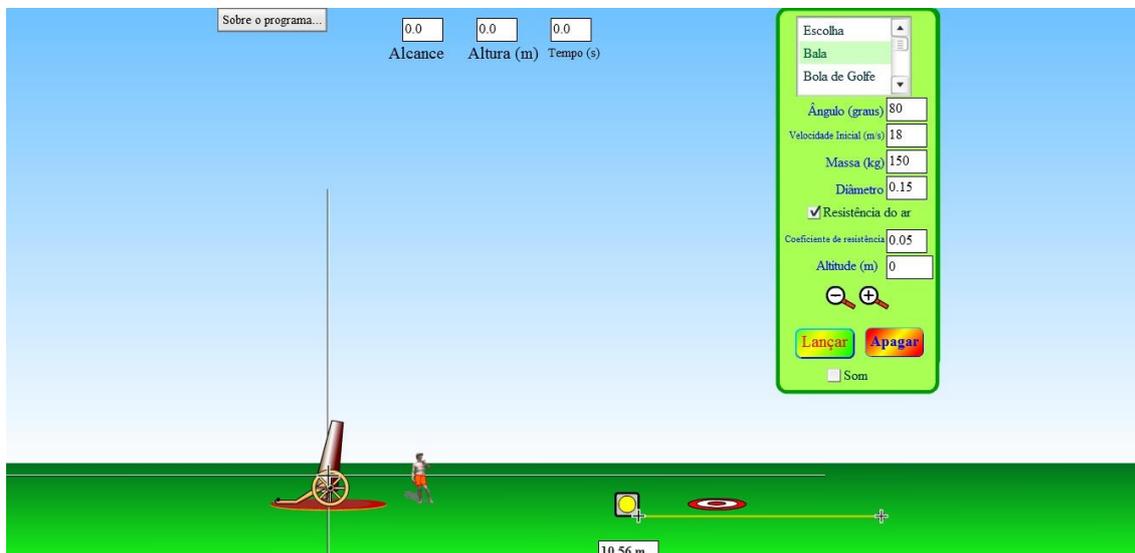
O resultado obtido nesta etapa ultrapassou as cinco hipóteses ou questões esperadas no planejamento. Ao todo tivemos dez questões ou hipóteses para serem solucionadas, o que acarretou em um número maior de aulas necessárias para resolução. O limite de questões ultrapassado pode estar relacionado a inexperiência do Professor e alunos no trabalho com a ABRP.

5.3 3ª Etapa: organização para solução das situações problema

Para execução desta etapa os 32 alunos foram divididos em 4 grupos, observando-se numeração de chamada quanto a ímpares e pares, visto que nas aulas de laboratório de física, a turma seguiu esta divisão. Assim foram criados 2 grupos de 7 integrantes, 1 grupo de 10 integrantes e outro grupo de 8 integrantes. Foi explicada a necessidade da autogestão na execução do trabalho, o que exige responsabilidade e compromisso para atingir os resultados esperados. Foram gastas 12 aulas para conseguirmos satisfatoriamente atender as resoluções desejadas. Foram disponibilizados artigos científicos, livros didáticos, simuladores e internet. Observou-se que os alunos recorreram

intensamente a internet e ao simulador (figura 55), fizeram pouco uso dos livros didáticos e sequer utilizaram os artigos científicos disponibilizados, apesar das intervenções realizadas neste sentido.

FIGURA 5: imagem da página do simulador utilizado



Fonte: Programa PhET Interactive Simulations – University of Colorado Boulder <https://phet.colorado.edu/sims/projectile-motion/projectile-motion_pt.html> acessado no período de 10 a 26 de agosto de 2016.

Como foi previsto, surgiram questões amplas e “inéditas”, o que dificultou muito o trabalho dos alunos. Todos os grupos apresentaram problemas para propor alguma solução para estas questões, fato percebido pela angustia dos participantes e pela grande quantidade de vezes que recorriam ao Professor Mediador para obterem a resposta correta. A busca pela “resposta correta” acabou sendo o grande obstáculo para os alunos, visto que acostumados a aprenderem através de situações simplificadas e de única resposta, foram condicionados a terem tal comportamento e expectativa.

Os grupos acabaram se organizando de modo a dividirem as tarefas e observou-se que os 3 alunos que não haviam participado das etapas anteriores, pouco se dedicaram na solução das situações apresentadas. Ficou muito claro o surgimento de líderes nos grupos, inclusive mais de um líder por grupo. Muitos desses líderes não foram notados com o trabalho que vinha sendo feito habitualmente e, para surpresa do Professor, alguns apresentavam muitas dificuldades com a metodologia que vinha sendo empregada, não somente em

relação às notas, mas também em relação a postura em sala de aula.

Por tudo que foi exposto anteriormente percebemos que uma das grandes contribuições da aplicação da ABRP foi o favorecimento de um contexto de interação entre os alunos no qual, ao apresentarem suas propostas de solução para as situações, eram questionados pelos colegas e se viam obrigados a defender fundamentando as soluções, pois caso contrário, a solução proposta não era aceita. Outro fator importante foi que, ao estarem imersos em um contexto criado por eles mesmos, o grau de concentração da maioria dos alunos foi altíssimo, poucos foram os alunos advertidos, tanto pelo Professor quanto pelos colegas, por estarem apresentando conduta imprópria.

5.4 4ª Etapa: socialização das soluções encontradas

Como todos os grupos tinham que resolver as mesmas questões, optou-se pela utilização do powerpoint e foram apresentadas as soluções de um tópico por vez, com suas questões e hipóteses, possibilitando assim imediata comparação entre os resultados obtidos, não somente para fins de avaliação do Professor, bem como para fins de subsidiar a auto avaliação e avaliação dos companheiros de grupo. Nesta etapa houve pouquíssima interferência do Professor, somente nas situações solicitadas pelos alunos e, ainda assim, após consulta com os demais alunos do grupo. A intenção era avaliar o conhecimento construído e o compromisso do grupo com o resultado final apresentado. Nesta etapa foram gastas 5 aulas.

Vale ressaltar também que por se tratarem de alunos de ensino integral (dia todo), dispunham de pouco tempo extra para montarem as apresentações. Assim, dos três encontros planejados houve um aumento de duas aulas, para elaboração das apresentações. Aqui fazemos uma observação importante que não foi previsto em planejamento a elaboração das apresentações e que deverá ser levada em consideração no futuro.

Era esperado que os alunos, no decorrer das apresentações, discutissem as propostas. Contudo houve pouquíssima interação mesmo com intervenção do Professor Mediador. Sobre este fato podemos tecer algumas hipóteses como:

- I. A timidez da maioria dos alunos foi preponderante para o ocorrido,

pois sentiram-se pouco confortáveis para exporem seus pensamentos;

II. As soluções apresentadas foram criação de poucos membros dos grupos, na qual, apesar da disposição da maioria, poucos eram capazes de conseguir formular algum tipo de solução.

Acreditamos que tenha ocorrido, ao que tudo indica com a maioria dos alunos, que a timidez tenha sido a grande responsável. Contudo, acreditamos que com a proposição de mais situações em que tenham que apresentar ao público suas ideias, esta característica da turma seja amenizada.

Pelas soluções e discussões realizadas, observamos que alguns conceitos precisavam ser trabalhados novamente, como o Impulso, que por várias vezes foi utilizado em seu significado cotidiano em detrimento do significado físico. Também não foi atingida a seguinte habilidade:

- Identificar e relacionar variáveis relevantes e estratégias para resolver situações-problema envolvendo movimentos na superfície terrestre.

Tal fato decorreu da falta de uma situação problema capaz de proporcionar o desenvolvimento desta habilidade. Tanto a mediação quanto a falta de percepção da turma, em relação a percepção de alguma situação problema no contexto, podem ser as causas desta insuficiência. Porém, como a proposta foi a de execução de apenas um ciclo da ABRP, sem a retroalimentação, tal insuficiência é perfeitamente compreensível.

A ABRP favoreceu o desenvolvimento de habilidades extracurriculares, habilidades comportamentais, tais como: argumentação; organização; liderança; criatividade; e trabalho em equipe. Não que em outras metodologias tais habilidades não pudessem ser desenvolvidas, porém percebeu-se que elas foram estimuladas pela metodologia e não pela ação do Professor.

Como fins de motivação prática foi utilizada 1 aula para arremesso de dardos de sucata, construídos pelo Professor, cuja construção está detalhada em anexo.

Vale lembrar que a grade curricular do programa prevê 4 aulas de física, sendo 3 aulas teóricas e 1 aula de laboratório. Para execução do trabalho proposto, foram utilizadas as 4 aulas semanais, levando assim ao gasto de 6 semanas e meia para execução de toda a atividade proposta. De início foram

previstas 15 aulas, porém com a pouca familiaridade dos alunos e Professor com a metodologia ABP, o aumento de tempo justifica-se.

5.5 5º passo: avaliação

Como a proposta deste trabalho foi a de verificar as impressões dos alunos quanto a metodologia da ABP, foram aplicados aos estudantes a fim de coletar suas impressões, avaliações e sugestões a respeito do processo realizado. Dos 32 alunos participantes do trabalho, apenas 28 entregaram o primeiro questionário e do segundo questionário, 28 alunos entregaram a resposta da primeira questão e 26 entregaram a resposta da segunda questão. Para a pesquisa e foram utilizados três tipos de questionário, sendo que apenas os dois últimos serviram para fins desta pesquisa: avaliação da aula; avaliação da proposta, do processo e do Professor, composto de 6 questões abertas; e o de avaliação da participação própria e dos demais integrantes do grupo nas etapas 2, 3 e 4 da proposta, atribuindo valores de 1 a 10 e justificando cada valor atribuído. Com base nestes questionários é que foram levantadas as potencialidades e fragilidades da proposta aplicada, analisadas e sugeridas possíveis melhorias e também atribuída a menção de cada aluno participante, juntando aí as observações do Professor. Os resultados serão apresentados por questionário e questão.

5.5.1 Questionário 1 - Avaliação do Processo: metodologia, professor e sugestões

Com este questionário pretendemos avaliar duas componentes do processo (metodologia e professor) e coletar possíveis sugestões. Os resultados seguem abaixo:

Avaliação do Processo:

Questão 1: Quais foram as dificuldades encontradas no desenvolvimento do trabalho?

Como apontamos no planejamento, o objetivo da questão seria encontrar as dificuldades e, caso existiram, sejam capazes de relatá-las.

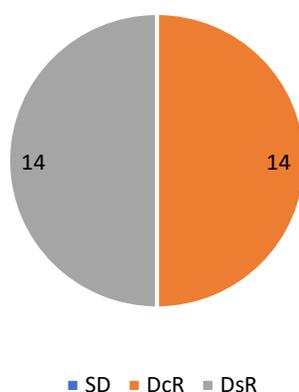
Para análise do perfil de respostas escolhemos as seguintes categorias:

- SD (Sem dificuldades) – alunos que não relataram dificuldades;

- DcR (Com dificuldades e com relato) – alunos que citaram terem tido dificuldades e foram capazes de citá-las, tentando mostrar como foram;
- DsR (Com dificuldades e sem relato) – alunos que citaram terem tido dificuldades, citaram, mas não explicaram como foram;

Os resultados foram os seguintes:

Respostas da 1ª questão



Como podemos observar, todos os alunos que apresentaram suas repostas, de um total de 28 alunos do grupo, tiveram dificuldades, embora metade do conjunto dos alunos não detalharam os porquês das dificuldades, indicaram quais foram. Assim podemos destacar que “resolver os questionamentos formulados” e “trabalhar em grupo” foram as dificuldades mais apontadas. A dificuldade de se trabalhar em grupo pode estar ligada a diversidade de interesses e níveis de aprendizado dos membros dos grupos, assim a paciência com os membros menos interessados e que possuem maiores dificuldades de aprendizado pode não ter acontecido, gerando descontentamento de ambas as partes. Já a dificuldade em se resolver os questionamentos formulados pode estar ligada ao fato de serem questões abertas e gerais, que não possuem elementos simplificadores, muito comuns no contexto dos conteúdos escolares.

Como exemplos de respostas obtidas apresentamos:

FIGURA 6: exemplo de resposta da primeira questão do tipo DsR

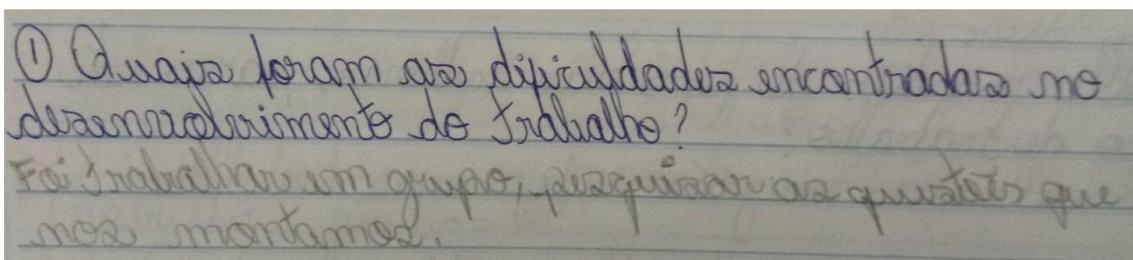
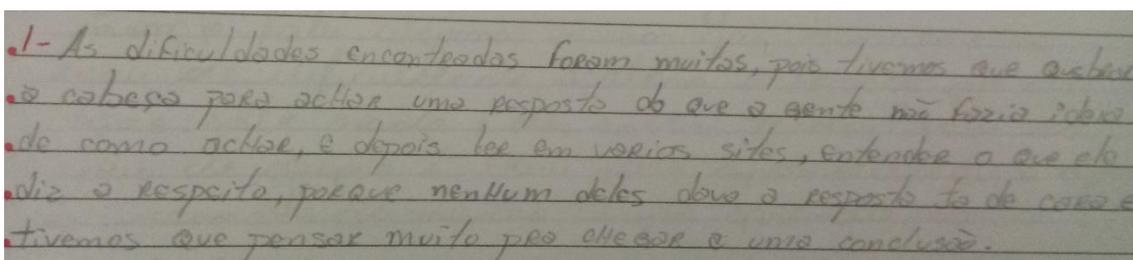


FIGURA 7: exemplo de resposta da primeira questão do tipo DcR



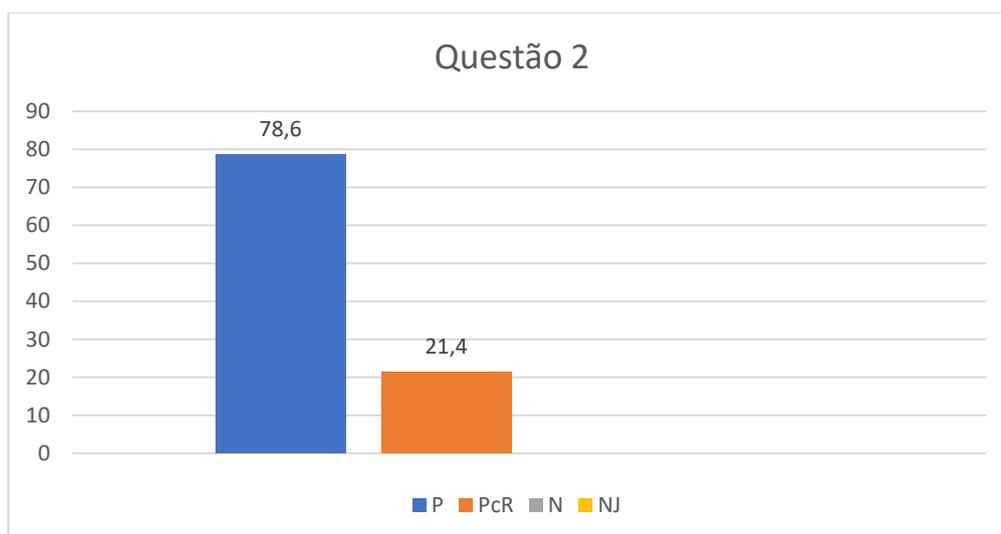
Questão 2 - Qual a sua opinião a respeito do trabalho realizado?

Conforme apontamos no planejamento, o objetivo desta questão foi de coletar as impressões dos alunos (positivas ou não) a respeito do trabalho, visto que eles conhecem apenas metodologias tradicionais de ensino.

Para melhor análise, definimos as seguintes categorias de respostas:

- P (opinião positiva) – o aluno fez relato positivo do trabalho realizado sem qualquer tipo de ressalva.
- PcR (positivo com ressalva) – aluno avaliou positivamente o trabalho, porém destacou pontos de atenção e sugestões.
- N (opinião negativa) – aluno avaliou negativamente o trabalho, porém não explicou as razões.
- NJ (opinião negativa justificada) – aluno avaliou negativamente o trabalho e explica seus motivos.
- B (em branco) – aluno deixou a questão em branco ou não entregou o questionário.

Os resultados foram os seguintes:



Observamos que apesar de todos os alunos terem apresentado dificuldades, todos avaliaram positivamente o trabalho realizado. Dentre os relatos apresentados destacam-se: a necessidade de maior esforço por parte dos alunos, o trabalho em grupo e maior sensação de aprendizado. A necessidade de maior esforço é consequência da metodologia empregada, o trabalho em grupo, apesar de terem relatado dificuldade, surge aqui como elemento facilitador na elaboração das soluções e a maior sensação de aprendizado foi apontada por estar ligada a apresentação das soluções, uma vez que a necessidade de expor a solução encontrada pelo grupo fez com que eles se comprometessem com a qualidade das soluções.

Como exemplos de respostas obtidas temos:

FIGURA 8: exemplo de resposta da segunda questão do tipo P

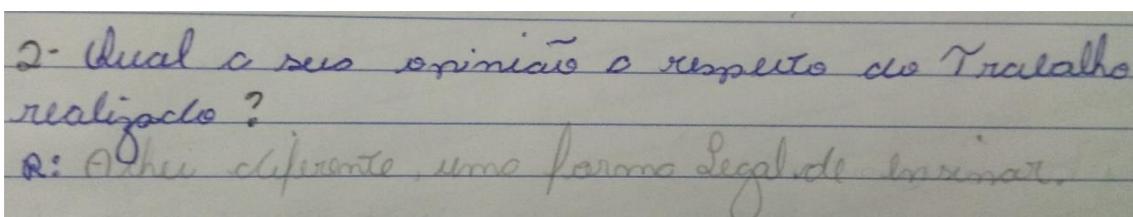
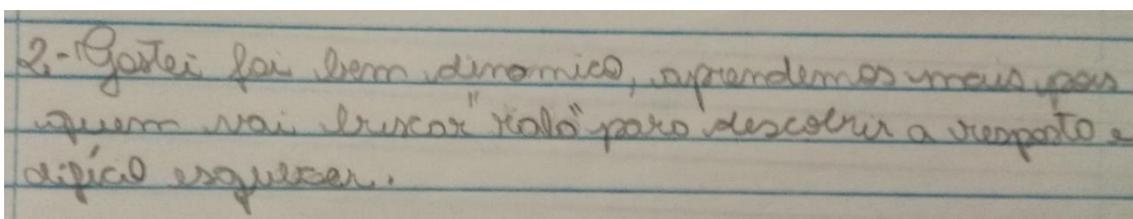


FIGURA 9: exemplo de resposta da questão 2 do tipo PcR



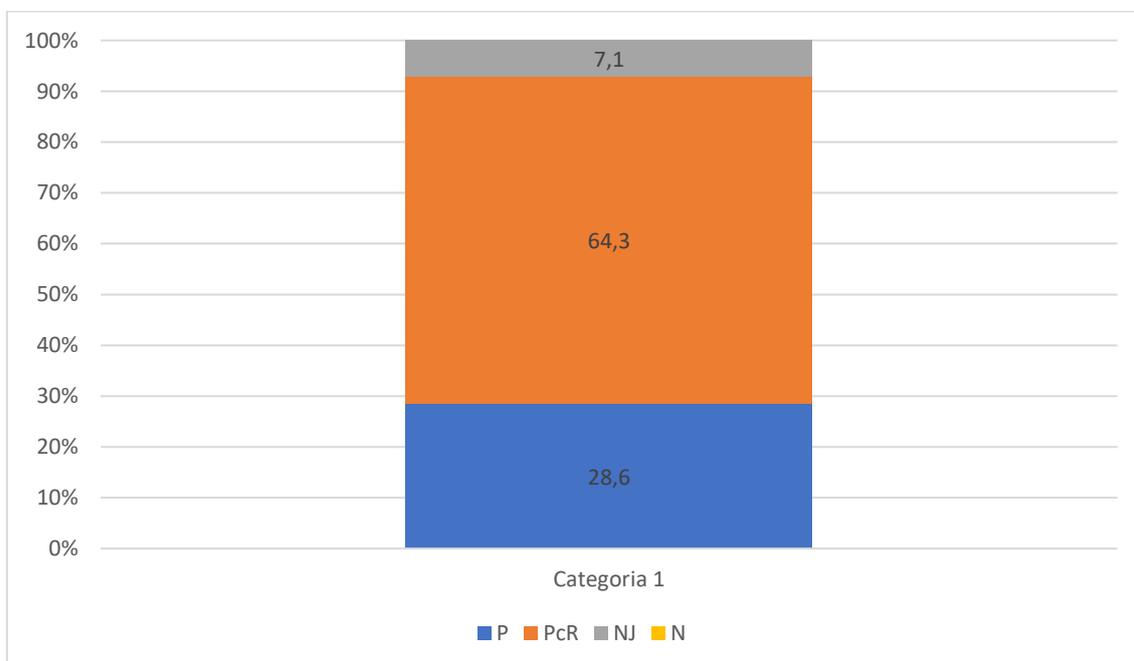
Questão 3 - Como foi o trabalho em grupo?

Conforme apontamos no planejamento o objetivo era verificar a opinião dos alunos sobre o trabalho em grupo, de que maneira aconteceu e quais foram as dificuldades encontradas.

Para melhor análise, definimos as seguintes categorias de respostas:

- P (opinião positiva) – o aluno fez relato positivo do trabalho realizado sem qualquer tipo de ressalva.
- PcR (positivo com ressalva) – aluno avaliou positivamente o trabalho, porém destacou pontos de atenção e sugestões.
- N (opinião negativa) – aluno avaliou negativamente o trabalho, porém não explicou as razões.
- NJ (opinião negativa justificada) – aluno avaliou negativamente o trabalho e explica seus motivos.
- B (em branco) – aluno deixou a questão em branco ou não entregou o questionário.

Os resultados foram:



Houve apenas dois alunos que avaliaram negativamente o trabalho em grupo e justificaram através da falta de cooperação dos membros de seu grupo. Quase dois terços dos alunos avaliaram positivamente apresentando algumas

ressalvas, das quais vale destacar a falta de cooperação de uma minoria e a irresponsabilidade apresentada por alguns colegas. Tais ressalvas fazem muito sentido quando consideramos que há diferentes estágios de amadurecimento dentre eles, alguns têm comportamento mais adequado a este tipo de trabalho, apresentando alto grau de comprometimento, outros apresentam menor responsabilidade, especialmente quando há possibilidade de utilizar a internet para outros fins que não sejam os definidos pelo grupo.

Exemplificamos as respostas obtidas através das figuras a seguir:

FIGURA 10: exemplo de resposta da questão 3 do tipo PcR

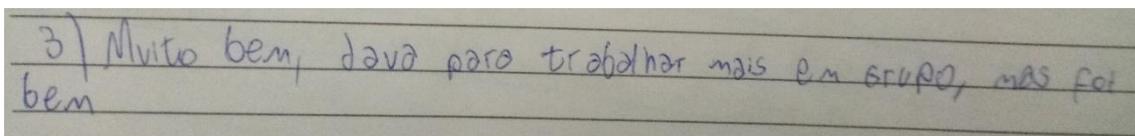
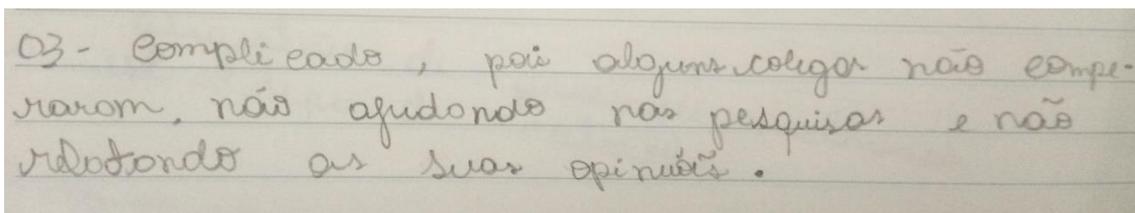


FIGURA 11: exemplo de resposta da questão 3 do tipo NJ



Avaliação do professor mediador:

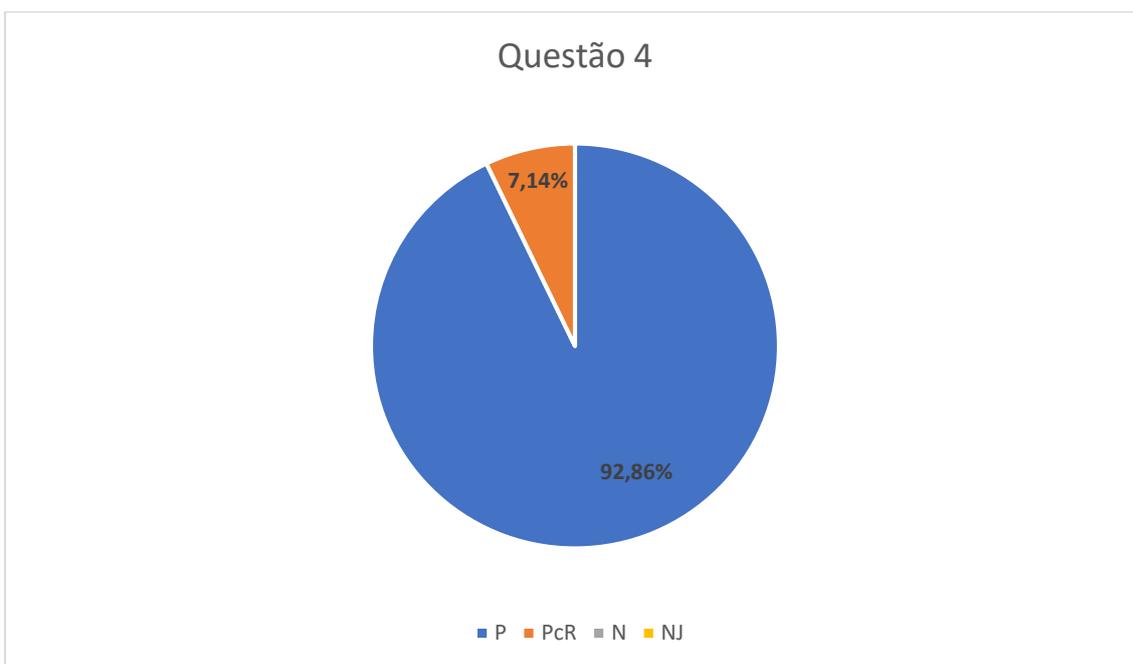
Questão 4 - Como você avalia a atuação do Professor?

Conforme definido no planejamento o objetivo foi de coletar as impressões dos alunos (positivas ou não) a respeito do trabalho do professor enquanto mediador, visto que eles conhecem apenas a figura do professor protagonista do ensino, e neste trabalho, o protagonismo cabe aos alunos.

Para melhor análise, definimos as seguintes categorias de respostas:

- P (opinião positiva) – o aluno fez relato positivo do trabalho realizado sem qualquer tipo de ressalva.
- PcR (positivo com ressalva) – aluno avaliou positivamente o trabalho, porém destacou pontos de atenção e sugestões.
- N (opinião negativa) – aluno avaliou negativamente o trabalho, porém não explicou as razões.
- NJ (opinião negativa justificada) – aluno avaliou negativamente o trabalho e explica seus motivos.

Os resultados foram os seguintes:



Cabe ressaltar aqui a avaliação positiva de todos os alunos, porém, dois alunos apresentaram as seguintes ressalvas: a postura do Professor que não mostra a resposta e a falta de esclarecimento de algumas dúvidas necessárias a solução dos problemas.

As duas respostas com ressalvas seguem abaixo:

FIGURA 12: resposta da questão 4 do tipo PcR

4) Como você avalia a atuação do professor? ótima, porém acho que tem dúvidas que não são necessárias que ele tem porém ele não diz nada.

FIGURA 13: resposta da questão 4 do tipo PcR

4) Bom a questão de ele não ter falado muito não foi legal no início, mas entendi que se ele falasse mais não ia ser que precisava e não queria ter que procurar a mãe com a curiosidade.

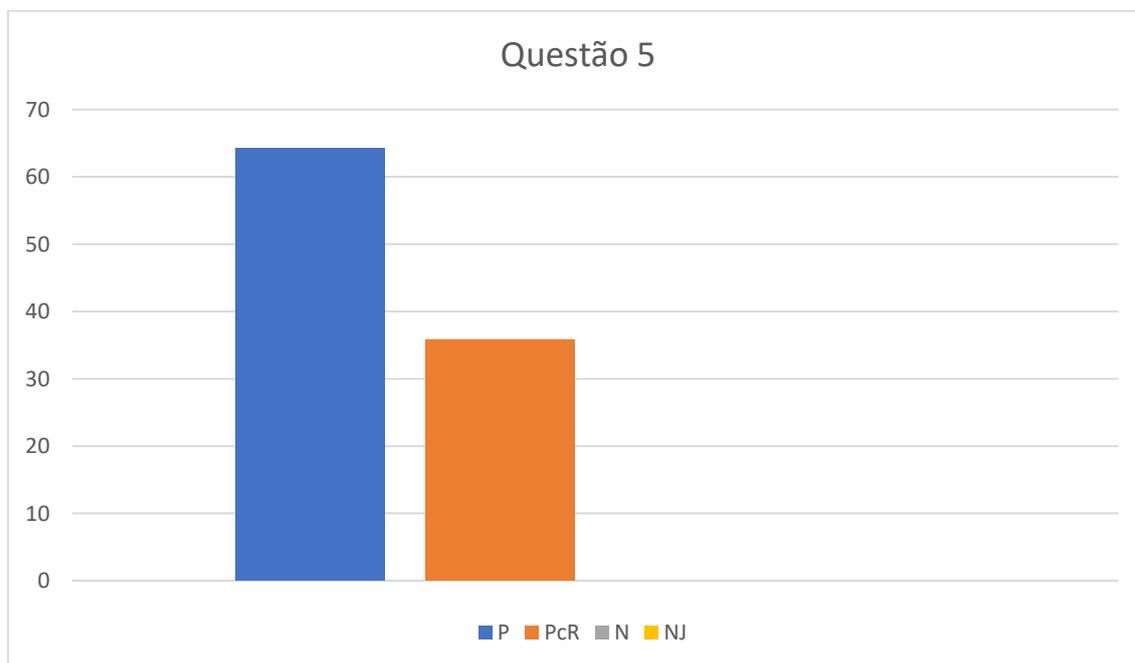
Questão 5 - Comparando com a aula que vinha sendo desenvolvida, como você compararia e avaliaria?

Conforme exposto no planejamento o objetivo da questão era de coletar as impressões dos alunos (positivas ou não) a respeito do tipo de aulas, antes e durante o trabalho, indicando preferências, críticas e sugestões.

Para melhor análise, definimos as seguintes categorias de respostas:

- P (opinião positiva) – o aluno fez relato positivo do trabalho realizado sem qualquer tipo de ressalva.
- PcR (positivo com ressalva) – aluno avaliou positivamente o trabalho, porém destacou pontos de atenção e sugestões.
- N (opinião negativa) – aluno avaliou negativamente o trabalho, porém não explicou as razões.
- NJ (opinião negativa justificada) – aluno avaliou negativamente o trabalho e explica seus motivos.

Os resultados foram os seguintes:



Dentre as ressalvas apresentadas, vale destacar a predileção pelo método anteriormente utilizado e a dificuldade de se aprender o conteúdo de Física, independentemente do método utilizado. Como exemplo de respostas positivas com ressalva dispomos as seguintes figuras:

FIGURA 14: exemplo de resposta da questão 5 do tipo PcR

5 - Comparando com a aula que vinha sendo desenvolvida como você compararia e avalia?
 No começo era bem chato os aulas por causa da matéria, mas foi melhorando, agora está bem interessante

FIGURA 15: exemplo de resposta da questão 5 do tipo PcR

5) Eu gostei desse tipo de aula, mas preferia a outra porque quando encontramos as respostas não sabíamos se estavam certas, foi difícil além de o tema não ser muito legal.

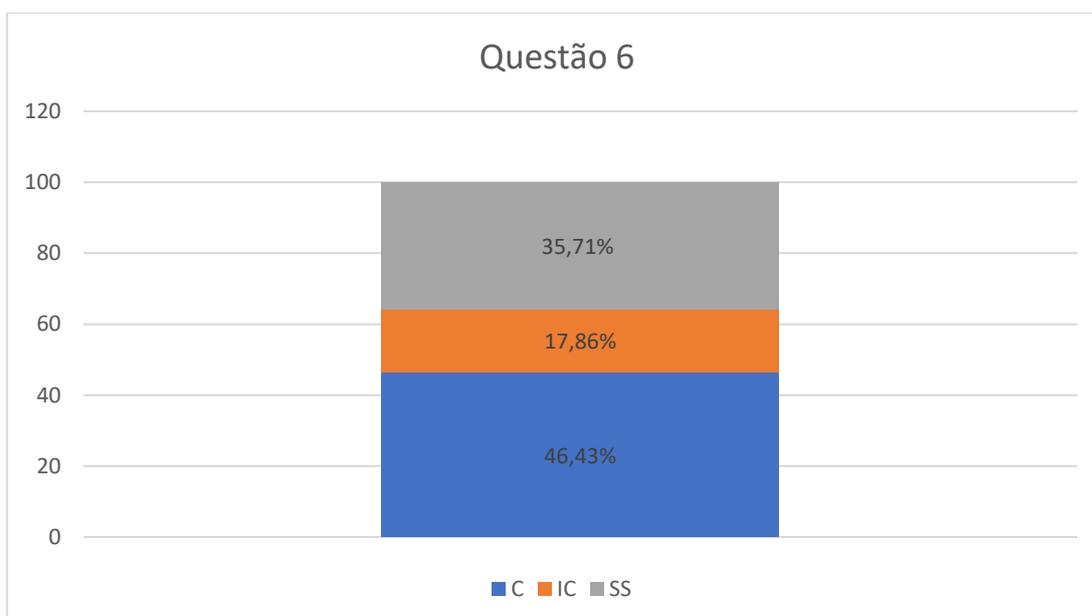
Questão 6 - Dê sugestões de possíveis melhoras para este tipo de trabalho.

Conforme exposto no planejamento o objetivo era de coletar as sugestões dos alunos, verificando a capacidade de análise, coerência (ou não).

Para melhor análise, definimos as seguintes categorias de respostas:

- C (sugestão coerente) – o aluno sugeriu coerentemente melhorias;
- IC (sugestão incoerente) – aluno sugeriu incoerentemente melhorias, não levando em consideração o contexto do trabalho e suas limitações;
- SS (sem sugestões) – aluno não quis ou não se sentiu capaz de sugerir melhorias ou deixou a questão em branco.

Os resultados foram os seguintes:



Quase metade dos alunos se sentiram à vontade para realizarem as sugestões, por outro lado, por volta de um terço dos alunos não fizeram as sugestões. Chama a atenção o fato de existirem sugestões incoerentes, sendo que muitas vêm do fato dos alunos não levarem em conta as características do local de realização do trabalho. Vejamos alguns exemplos a seguir:

FIGURA 16: exemplo de resposta da questão 6 do tipo IC

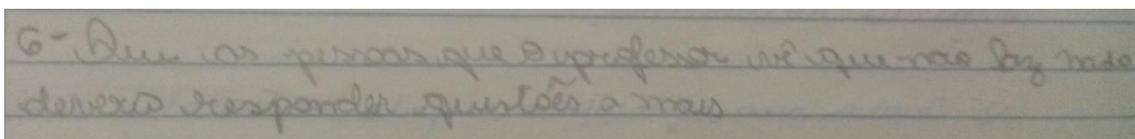
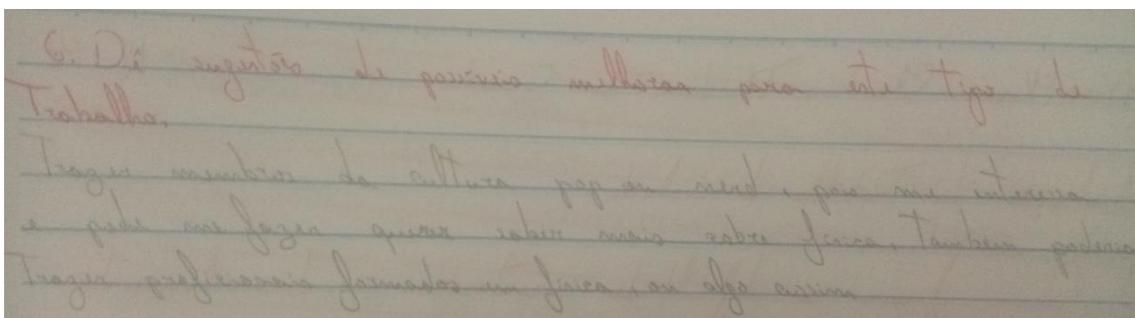


FIGURA 17: exemplo de resposta da questão 6 do tipo IC



Tivemos o cuidado de trazer as imagens das respostas dos alunos sem nos preocupar com os erros de português. Na seção a seguir temos os resultados do 2º questionário.

5.5.2 Questionário 2 - Auto avaliação e avaliação dos colegas

Auto avaliação:

- Questão 1: Como você avalia sua colaboração para a execução de todo o trabalho? Atribua uma nota para cada uma das etapas do trabalho.

Conforme exposto no planejamento, o objetivo da questão era verificar a disponibilidade e argumentação dos alunos no processo de avaliação. Como eram 3 fases de participação ativa esperada dos alunos, poderiam ser atribuídas notas separadas para cada fase.

Os dados seguem por grupos de trabalho sem a identificação do aluno:

Tabela 2: Dados relativos a autoavaliação dos membros do Grupo 1

Aluno	1	7	10	12	13	14	18	22	26	30
<i>Fase 2</i>	10	10	7	3	N/E	8	N/E	4	0	5
<i>Fase 3</i>	8	7	7	8	N/E	9	N/E	4	5	8
<i>Fase 4</i>	10	7	7	3	N/E	9	N/E	4	5	9
<i>Média</i>	9,3	8	7	4,7	-----	8,7	-----	4	3,3	7,3

Tabela 3: Dados relativos a autoavaliação dos membros do Grupo 2

Aluno	2	5	8	15	17	19	21
<i>Fase 2</i>	5	6	N/E	7	2	N/E	7,5
<i>Fase 3</i>	5	6	N/E	7	4	N/E	8,5
<i>Fase 4</i>	5	6	N/E	7	6	N/E	6,5
<i>Média</i>	5	6	-----	7	4	-----	7,5

Tabela 4: Dados relativos a autoavaliação dos membros do Grupo 3

Grupo 3

<i>Aluno</i>	3	6	9	16	20	23	24	28
<i>Fase 2</i>	7	N/E	9	7	N/A	8	6	0
<i>Fase 3</i>	8	N/E	9	6	N/A	8	7,5	9
<i>Fase 4</i>	8,5	N/E	9	5	N/A	7	5	7
<i>Média</i>	7,8	-----	9	6	-----	7,7	6,2	5,3

Tabela 5: Dados relativos a auto avaliação dos membros do Grupo 4

Grupo 4

<i>Aluno</i>	4	5	11	25	27	29	32
<i>Fase 2</i>	N/E	8	7	7,5	8	7,5	7
<i>Fase 3</i>	N/E	8	6	7,5	5	7,5	5
<i>Fase 4</i>	N/E	8	5	7,5	6	7,5	6
<i>Média</i>	N/E	8	6	7,5	6,3	7,5	6

Na sequência fazemos uma análise conjunta destes dados com os dados que vem a seguir, na qual os agrupamos e são possíveis as comparações entre auto avaliação e avaliação dos demais colegas de grupo.

Avaliação dos colegas de grupo:

- Questão 2: como você avalia o trabalho de seus colegas de grupo.

Considere as etapas da questão 1 e argumente.

Como o objetivo da questão foi o de verificar a capacidade dos alunos de avaliar o trabalho de seus colegas de grupo adotando critérios coerentes e imparciais, e devido à grande quantidade de tabelas que seriam geradas nesta pergunta (temos 32 alunos avaliando seus colegas de grupo gerando 246 tabelas de avaliação com notas e argumentos), a exposição destes dados se torna inadequada. A fim de exemplificar uma dessas tabelas, dispomos:

Tabela 6: exemplo de avaliação de um aluno participante (justificativa seguida de nota).

Avaliador: aluno 13			
	2ª etapa	3ª etapa	4ª etapa
Aluno 1	Não falou nada.	Não ajudou em nada, só ficou brincando.	Não falou nada.
	3	3	3
Aluno 7	Colocou sua opinião.	Ajudou bastante a pesquisar.	Falou algumas coisas na apresentação.
	7	9	5
Aluno 10	Não falou nada.	Ajudou bastante a pesquisar.	Falou na apresentação.
	5	9	8
Aluno 12	Não falou nada.	Não ajudou nada.	Falou um pouco na apresentação.
	3	3	5

Aluno 14	Coloco sua opinião na elaboração das perg., hipóteses.	Ajudou bastante a pesquisar, fez o slide.	Falou bastante na apresentação.
	7	9	9
Aluno 18	Não falou nada.	Ficou mexendo no facebook e brincando no simulador.	Falou um pouco na apresentação.
	3	3	5
Aluno 22	Não falou nada.	Não ajudou nada.	Não falou nada.
	3	3	3
Aluno 26	Não falou nada.	Não ajudou nada.	Falou um pouco na apresentação.
	3	3	5
Aluno 30	Colocou sua opinião na elaboração.	Ajudou bastante a pesquisar.	Falou na apresentação.
	8	9	8

Interessante notar o compromisso do aluno acima com os fatos ocorridos, levando-os em consideração para sua avaliação, dentre os quais percebe-se o incomodo com a atuação dos colegas que nada ajudaram ou fizeram mal-uso do tempo disponível para o trabalho.

Com os dados organizados como a tabela 10 acima, montamos tabelas resumo das notas atribuídas (considerando-se a média quando necessário).

Os dados seguem por grupos de trabalho sem a identificação do aluno:

Tabela 7: Dados agrupados referentes ao Grupo 1

ALUNOS AVALIADOS

	1	7	10	12	13	14	18	22	26	30	
ALUNOS AVALIADORES	1	9,3	9	10	7	7	10	6	6	N/A	10
	7	1	8	9	1	8	10	1	1	1	10
	10	3	8	7	3	8	10	6	2,5	3	9
	12	N/E	N/E	N/E	4,7	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E
	13	3	7	7,3	4,7	N/E	8,3	4,7	3	4,7	8,3
	14	6	7	9	2	7	8,7	4	6	5	9
	18	N/E									
	22	8	8	10	5	N/A	10	3	4	N/A	10
	26	5	N/A	10	3	9	N/A	5	N/A	3,3	10
	30	4	10	8	5	8	10	4	5	5	7,3

Observamos, pelos dados da tabela 11, que dois alunos não entregaram a avaliação (N/E) e alguns esqueceram de avaliar algum colega do grupo (N/A).

Tabela 8: Dados agrupados referente ao Grupo 2

ALUNOS AVALIADOS

ALUNOS AVALIADORES	2	5	8	15	17	19	21
	2	5	7	5	8	5	5
5	5	6	5	7	6	3	8
8	N/E						
15	7	4	N/A	7	5	2	4
17	N/A	N/A	N/A	N/A	4	N/A	N/A
19	N/E						
21	5,5	8	4,5	8	7,5	2,5	7,5

Observamos, também, a ocorrência de alunos que não entregaram a avaliação ou se esqueceram de atribuir nota a alguns colegas.

Tabela 9: Dados agrupados referente ao Grupo 3

ALUNOS AVALIADOS

ALUNOS AVALIADORES	3	6	9	16	20	23	24	28	31
	3	7,8	8,5	9,5	5	8	N/A	9	7
6	N/E								
9	N/A	10	9	1	8	8	N/A	9	1
16	7	10	9	6	10	10	9	9	9
20	3	10	8	5	N/A	9,5	7	9	4
23	0	9	7	0	9	7,7	5	9	0
24	5	10	10	6,5	8,5	9	6,2	9	5
28	0	10	8	4	9	7	5	5,3	4
31	N/E								

Vale ressaltar que a ocorrência de alunos que não entregaram a avaliação pode ser relacionada a não cobrança das avaliações por parte do Professor. Como era esperado o desenvolvimento da responsabilidade, foi de competência dos alunos se responsabilizar pela entrega dos mesmos.

Tabela 10: Dados agrupados referente ao Grupo 4

ALUNOS AVALIADOS

ALUNOS AVALIADORES	4	11	25	27	29	32
	4	8	N/A	N/A	N/A	N/A
11	10	8	6	6	9	10
25	8	7,5	7,5	6,5	7,5	7,5
27	8,5	7	10	6,3	10	7
29	8	7	7	5	7,5	7
32	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	6

Ao analisarmos os dados agrupados percebemos algumas discrepâncias entre as auto-avaliações (dispostas nas diagonais principais das tabelas) e as avaliações dos colegas de trabalho. Por exemplo tomamos o aluno 1, que em sua avaliação atribuiu nota média de 9,3 a si, enquanto que a maioria de seus colegas não atribuíram notas médias superiores a 5. Outro ponto importante a se verificar é que os alunos que não entregaram as avaliações receberam notas médias muito baixas, exceção feita ao aluno 6 que apesar de não ter entregue sua avaliação, foi muito bem avaliado por seus colegas de grupo.

Ao avaliarmos a execução desta ABRP, percebemos efeitos positivos no pós-aplicação da ABRP, dentre os quais vale destacar a disposição para o aprendizado da Física e a participação em sala de aula. Os alunos mostraram-se mais comprometidos com seu aprendizado, mesmo voltando a metodologias tradicionais de ensino, interagindo e questionando no decorrer das aulas com muito mais frequência.

Também avaliamos que foi necessário a apresentação de 3 aulas teóricas e uma aula prática a fim de dar maior solidez matemática ao contexto físico apresentado, sendo que o trabalho com fórmulas e resolução de exemplos foi realizada. Na aula prática citada executamos os lançamentos dos dardos de sucata, construídos pelo Professor, e pudemos experimentar as ideias adquiridas, coletarmos os dados referentes a distância e tempo de percurso do dardo, para trabalharmos algumas aproximações com o uso de fórmulas e calculadora científica. Também a complementação realizada vai ao encontro da necessidade de uma avaliação mais objetiva do aprendizado dos alunos.

FIGURA 18: dardos de sucata construídos conforme Nakamoto (2013)



Os dardos apresentados na figura anterior foram construídos pelo Professor Aplicador, visto que a necessidade de manipulação de ferramentas que poderiam oferecer algum risco físico aos alunos.

FIGURA 19: alunos arremessando os dardos de sucata e medindo distância atingida e tempo de percurso do dardo



FIGURA 20: alunos arremessando os dardos de sucata e medindo distância atingida e tempo de percurso do dardo



FIGURA 21: alunos arremessando os dardos de sucata e medindo distância atingida e tempo de percurso do dardo



FIGURA 22: alunos arremessando os dardos de sucata e medindo distância atingida e tempo de percurso do dardo



FIGURA 23: alunos arremessando os dardos de sucata e medindo distância atingida e tempo de percurso do dardo



6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho com a ABRP possibilitou um novo caminho a ser desenvolvido em minha vida docente, pois o fascínio despertado por esta proposta vai ao encontro do que entendo como ser Professor nos dias atuais. Ao agir como facilitador, orientador e motivador, minha atuação profissional tornou-se mais complexa, mas, ao mesmo tempo, a resposta dos alunos ao serem postos na posição de protagonistas de seu aprendizado, trouxe-me o que há muito tempo esperava ver na educação: paixão e motivação para o aprendizado. Também podemos destacar a maneira pela qual passaram a enxergar a disciplina de Física, reflexo percebido após o trabalho ser executado, sendo que notadamente percebiam a beleza do conhecimento, embora a parte Matemática ainda causasse desconforto. Obviamente nem tudo foram flores, como nossa própria avaliação dos resultados revelou, mas boa parte destes reveses se deveram pela inadequação dos objetivos e conteúdos curriculares, propostos para um modelo de ensino completamente diferente do da ABRP, em que um currículo centrado em problemas seria o mais adequado. Também se deveram a inadequação do tamanho da turma de aplicação da proposta, na qual os autores consultados sugeriam no máximo de 8 a 10 alunos, aplicamos em uma turma de 32 alunos, comprometendo o acompanhamento da aprendizagem de cada um, bem como a motivação necessária para que os poucos alunos que não aderiram a nova proposta de aprendizagem, pudessem perceber os ganhos possíveis com esta nova maneira de trabalhar.

O aprendizado proporcionado com a execução deste trabalho me motivou a objetivar sonhos mais altos, antes pouco presentes no meu ideário, como a ideia de um dia fazer Doutorado na área de Educação e poder realizar parte dele com o auxílio de alguns autores portugueses que subsidiaram nossas discussões. A Universidade do Minho, a Universidade de Lisboa e a Universidade do Porto são algumas portas possíveis e, quem sabe um dia, as visitarei e terei a honra de aprender com eles.

Sobre a execução do trabalho, de posse dos resultados obtidos e respectiva análise, proporia um outro cenário para explorar o aprendizado do lançamento oblíquo, talvez algum ligado ao lançamento de foguetes, atividade proposta pela Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica. Também

colocaria as questões norteadoras antecedendo a apresentação da situação, tentando chamar a atenção dos alunos para o que e como considerar, visto que se trata de aprendizado de Física, por mais que a própria ABRP nos ensine que o aprendizado neste contexto facilmente extrapola os limites impostos pelo currículo. Ainda no tocante a execução do trabalho, devido talvez a inexperiência do Professor Aplicador no uso da ABRP, as questões formuladas ficaram muito abrangentes, dificultando assim o trabalho dos alunos e possivelmente, uma das causas da necessidade de complementariedade do trabalho realizado.

O método de avaliação proposto no trabalho, por mais que tenha possibilitado avaliar, sob alguns aspectos, o trabalho realizado, foi concebido com base no entendimento das expectativas da ABRP, porém, alguns autores sugerem modelos de avaliações e questionários, cujos subsídios teóricos possibilitariam uma análise mais aprofundada do trabalho aplicado.

Há que se considerar também o desenvolvimento pessoal possibilitado pelo trabalho e pelo mestrado, visto que o convívio e ensinamentos de vários atores deste processo e, aqui cabe ressaltar, a figura de meu orientador, me tornou uma pessoa mais apta a enfrentar meus obstáculos e conquistar meus objetivos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Mariana Aparecida Bologna Soares de. Possibilidades e limites da Aprendizagem Baseada em Problemas no ensino médio. 2007.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2012.

BOUD, David; FELETTI, Grahame. **The challenge of problem-based learning**. Psychology Press, 1997.

BRASIL, LDB. N.º 9.394 de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as Diretrizes e Bases da educação Nacional. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF**, v. 23, 1996.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Parte III: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. MEC, 1999.

CARVALHO, Carla Joana. **O Ensino e a Aprendizagem das Ciências Naturais através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: Um estudo com alunos de 9º ano, centrado no tema Sistema Digestivo**. 2009. Tese de Doutorado.

CYRINO, Eliana Goldfarb; TORALLES-PEREIRA, Maria Lúcia. Trabalhando com estratégias de ensino-aprendizado por descoberta na área da saúde: a problematização e a aprendizagem baseada em problemas. **Cad Saúde Pública**, v. 20, n. 3, p. 780-8, 2004.

DA COSTA, Antônio Carlos Gomes. **Por uma pedagogia da presença**. Ministério da Ação Social, Centro Brasileiro para a Infância e Adolescência, Governo do Brasil, 1991.

DA COSTA, Antonio Carlos Gomes. Por uma educação interdimensional. **Abrindo Espaços: múltiplos olhares**, p. 194, 2004.

DA SILVA MALHEIRO, João Manoel; DINIZ, Cristowan Wanderley Picanço. Aprendizagem baseada em problemas no ensino de ciências: Mudando atitudes de alunos e professores. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 4, p. 1-10, 2008.

DELORS, Jacques et al. **Educação: um tesouro a descobrir: relatório para a Unesco da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI**. 1998.

ESCRIVÃO FILHO, Edmundo; RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. Aprendendo com PBL–Aprendizagem Baseada em Problemas: relato de uma experiência em cursos de engenharia da EESC-USP. **Revista Minerva**, v. 6, n. 1, p. 23-30, 2009.

ESTEVES, Esmeralda; COIMBRA, Mónica; MARTINS, Pedro. A aprendizagem da física e química baseada na resolução de problemas: um estudo centrado na sub-unidade temática " ozono na estratosfera", 10º ano. **Boletín das ciencias**, v. 19, n. 61, p. 161-162, 2006.

IZAIAS, Renata Daphne Santos et al. Aprendizagem baseada em problemas no ensino de ciências: um estudo sobre sua aplicabilidade na educação de jovens e adultos. 2016.

JAVELIN Men Final (World Championship 2011, Daegu). 2011. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=XRJBj-Ui9Z8>>. Acesso em: Agosto de 2016.

LAMBROS, Ann. Problem-Based Learning: from theory to practice. *Encontro Sobre Educação em Ciências através da ABRP, Braga* (2013): 2-11.

Leite, L. & Afonso, A. (2001). Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas. Características, organização e supervisão. Boletín das Ciências, 48, 253-260.

LEITE, Laurinda; ESTEVES, Esmeralda. Ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas na Licenciatura em Ensino de Física e Química. 2005.

LOUREIRO, Isménia. **A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas e a formulação de questões a partir de contextos problemáticos: um estudo com professores e alunos de Física e Química**. 2008. Tese de Doutorado.

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. Física: Contexto & Aplicações. Editora Scipione. São Paulo, 2014. 320 p.

NAKAMOTO, H.O. Como construir um dardo de atletismo. 2013. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=kjVz6htCfal>>. Acesso em: Agosto de 2016.

OTZZ, P. R. C.; PINTO, A. H.; AMADO, M. V. Aprendizagem baseada na resolução de problemas e a temática 'Agricultura e Alimentos': um enfoque no cultivo da mandioca. Série Guia Didático de Ciências – nº 25. Vitória: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, 2014. 115p.

PROPOSTA CURRICULAR. Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Física / Coord. Maria Inês Fini. – São Paulo: SEE, 2008.

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo; MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. Uma implementação da aprendizagem baseada em problemas (PBL) na pós-graduação em engenharia sob a ótica dos alunos. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 25, n. 1, p. 89-102, 2004.

São Paulo (Estado) Secretaria da Educação. Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias / Secretaria da Educação; coordenação geral, Maria Inês Fini; coordenação de área, Luis Carlos de Menezes. – 1. ed.

atual. – São Paulo: SE, 2011.152 p.

SÃO PAULO (Estado) Secretaria da Educação. Diretrizes da Escola de Tempo Integral. São Paulo, 2012.

VAZ, Maria da Anunciação Pais Lopes et al. **Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: Desenvolvimento de competências cognitivas e processuais em alunos do 9º ano de escolaridade**. 2011. Tese de Doutorado. Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior de Educação.

VIEIRA, Patrícia Cristina Ribeiro. **Aprendizagem baseada na resolução de problemas e WebQuests: um estudo com alunos do 8º ano de escolaridade, na temática “Fontes de energia”**. 2007. Tese de Doutorado.

ANEXO A – Páginas da Proposta Curricular (Caderno do Aluno) de Física do primeiro ano do ensino médio

FIGURA 24: primeira página da proposta curricular para trabalho da temática que envolve o lançamento oblíquo retirado de Proposta (2012, p.40)

TEMA 2:

INTERAÇÃO GRAVITACIONAL



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 6 AS AVENTURAS DE SELENE

Nas próximas atividades, será estudado um dos conceitos mais importantes da Astronomia e da Física: a gravitação. Iniciaremos imaginando como seria viver em um ambiente em que a gravidade fosse diferente daquela a que você está habituado na Terra.



Leitura e análise de texto

As aventuras de Selene

Selene adorava andar de bicicleta, mas estava ficando cansada dessa história de ir à escola pedalando todos os dias. Desde que havia entrado no Ensino Médio, tinha de pedalar de sua casa, em Santos, até o novo colégio, em Campinas. E, quando reclamava à sua mãe, Diana, ainda tinha de ouvir:

- Ah, Selene, se você morasse na Terra, ia ter de andar mais de 150 quilômetros para ir de Santos até Campinas... E olha que é subida, hein? Com gravidade da Terra e tudo.
- É, mãe, mas lá na Terra tem carro, trem, ônibus, essas coisas que aqui na Lua não tem.
- Pois é, Selene, mas se lá é tão bom, por que você acha que todo mundo quer vir morar aqui? Você reclama muito, menina, são só 15 minutos de pedalada até o domo Campinas.

Verdadeiras cidades fechadas, alguns domos lunares tinham nomes de localidades da Terra. Pareciam imensos estádios de futebol totalmente cobertos, mas, em vez de arquibancadas, havia apartamentos e onde seria o campo havia parques enormes. Com a atmosfera do interior dos domos, era possível levar uma vida bastante normal: ter bichos de estimação, plantas e até pegar uma piscina. A bicicleta, o skate e a patinete eram os meios de transporte mais comuns, por causa do ambiente fechado, da dificuldade de produzir energia e da baixa gravidade. Também eram muito usadas as pequenas asas-deltas, bem menores e mais práticas que as similares terrestres.

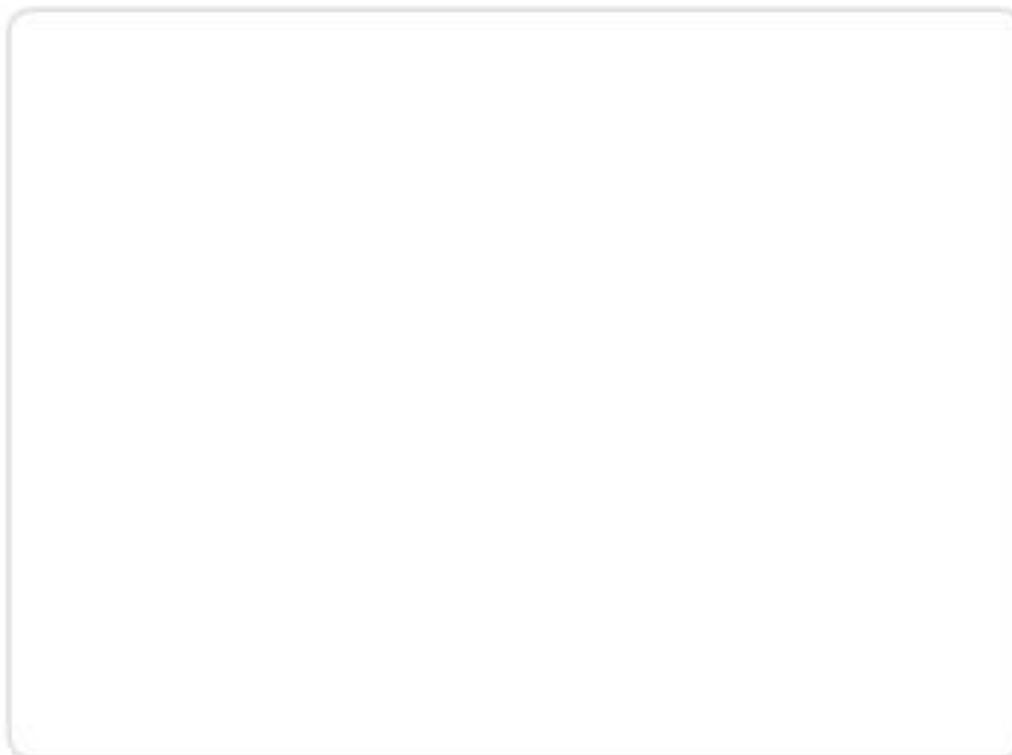
Aquele dia, porém, Selene estava ansiosa para percorrer novamente o túnel de volta a Campinas, pois era ali que Demétrio iria chegar da Terra. O filho da amiga de infância de sua mãe iria estudar e morar na Lua e a entusiasmada Selene estava incumbida de recebê-lo e ensinar a ele as coisas básicas da vida lunar. Selene sabia que os terráqueos eram muito fortes, mas tinham vários probleminhas cotidianos ao chegar à Lua. Já havia conversado bastante com Demétrio pela internet, apesar da chatice de esperar sempre dois segundos para uma resposta. Mesmo assim, tinha certeza de que ele precisaria muito de sua ajuda.

Elaborado por Luís Paulo do Cavalho Pires especialmente para o São Paulo faz escola.

FIGURA 25: segunda página da proposta curricular para trabalho da temática que envolve o lançamento oblíquo retirado de Proposta (2012, p.41)

Esse trecho é o início de uma história que você vai terminar, de acordo com sua imaginação. Mas, antes disso, é preciso fixar com clareza os pontos principais:

1. Como você imagina as cidades mencionadas na história (domos lunares)? Elas são iguais às cidades da Terra? Que diferenças você imagina que deveria haver? Faça um desenho esquemático mostrando sua ideia de um domo lunar.



2. Nas cidades lunares mencionadas no texto não são usados carros nem ônibus, como na Terra. Explique por quê.

3. Se a Lua não possui atmosfera, como você explica que os habitantes usem pequenas asas-deltas para se locomover?

FIGURA 26: terceira página da proposta curricular para trabalho da temática que envolve o lançamento oblíquo retirado de Proposta (2012, p.42)

4. Por que é preciso esperar mais de dois segundos para receber uma resposta quando se conversa pela internet com uma pessoa na Lua? Pense na velocidade da luz e naquilo que estudamos na Situação de Aprendizagem 5.



LIÇÃO DE CASA



Pensando e produzindo uma história

A seguir há uma série de questões e situações que podem ajudá-lo a elaborar e escrever sua história. Anote suas ideias no caderno.

1. Pense no que você quer que ocorra com as personagens. Elas vão namorar? Haverá dificuldades? Enfrentarão perigos? Elas não vão gostar uma da outra quando se virem? Discuta com seus colegas algumas possibilidades. Anote algumas ideias.
2. Pense que Demétrio está chegando a um lugar que ele não conhece e onde não apenas os costumes são diferentes, mas também a própria maneira como as coisas acontecem. Na Lua a gravidade é menor, a duração do dia é diferente, não há ar fora das cidades fechadas. Para sair dos domos lunares, as pessoas têm de usar trajes espaciais. Há muitas possibilidades de criar situações de aventura, perigo ou humor. Anote algumas ideias.
3. Alguns conceitos de Física podem ajudar a pensar em situações interessantes para incluir em sua história. Aí vão algumas dicas:
 - a) Na Lua há gravidade, mas ela é aproximadamente $\frac{1}{6}$ da gravidade terrestre. Muitas coisas impossíveis na Terra são possíveis na Lua: carregar um armário pesado, saltar do andar de cima de uma casa... Imagine também os problemas enfrentados por uma pessoa da Lua que vem à Terra: terá de fazer muita musculação para se acostumar a carregar seis vezes seu peso lunar.
 - b) Usando fórmulas de Física, pode-se concluir que um salto na Lua, ou um objeto lançado para cima, poderá atingir uma altura seis vezes maior do que na Terra. Ou seja, pulos de mais de 1 m de altura e de mais de 5 m de distância são perfeitamente possíveis. O mesmo ocorre com objetos lançados, seja para cima, seja para os lados: a altura e o alcance são seis vezes maiores que na Terra. Imagine jogos como futebol, vôlei, basquete e pingue-pongue nessa situação. O que poderia ser feito com *skates* e bicicletas? São muitas as situações interessantes. Dê um exemplo.

FIGURA 27: quarta página da proposta curricular para trabalho da temática que envolve o lançamento oblíquo retirado de Proposta (2012, p.43)

- c) Construções como prédios, pontes e mesmo o mobiliário podem ser muito menos reforçados na Lua, pois seu peso será bem menor. O mesmo vale para empilhamento de objetos (por exemplo, colocação de livros em estantes) e para a altura de edifícios. Imagine algo assim e anote.
- d) Apesar do peso menor, os objetos mantêm sua massa; assim, um objeto jogado de uma pessoa para outra provocará impacto similar ao verificado na Terra. Levantar uma mala pesada pode ser uma moleza, mas, se você jogá-la para alguém, o efeito pode ser desastroso. Você pode imaginar situações assim.
- e) Cair na Lua nem sempre é uma experiência suave. Dependendo da altura da queda, a velocidade atingida pode ser alta. Isso pode enganar uma personagem distraída. Imagine uma situação como essa.
4. Agora você pode pensar no desfecho da história. Uma boa história tem de ter começo, meio e fim. Porém, mais do que isso, quase sempre ocorre alguma complicação: um perigo, um desen-tendimento, um mistério. Pense em uma novela ou um filme a que assistiu e relembre como as coisas se complicam antes de ser (ou não) resolvidas no final. Usando essas dicas, você pode imaginar algumas situações complicadoras e um bom final para sua história.

Agora que você já pensou e imaginou bastante como seria viver na Lua e quais novidades a baixa gravidade lunar traria, pode aprofundar o conhecimento por meio das expressões matemáticas.

1. Para iniciar, pense em um fenômeno simples: a queda de um objeto de certa altura. É comum deixarmos as coisas caírem da mesa. Quanto tempo será que um objeto leva para chegar ao chão? Antes de tudo, pense nos fatores que influenciam o tempo de queda. Você acha que esse tempo depende:

a) Da altura da mesa? Explique.

b) Da massa do objeto? Explique.

c) Da gravidade? Ou seja, seria diferente na Lua? Explique.

2. Observe a fórmula a seguir: $t_{\text{queda}} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$.

Ela pode ser usada para encontrar o tempo de queda, desde que se possam desprezar os efeitos da resistência do ar. Imagine que um vidro de perfume cai de um balcão de 1,25 m de altura.

FIGURA 28: quinta página da proposta curricular para trabalho da temática que envolve o lançamento oblíquo retirado de Proposta (2012, p.44)

- a) Na Terra, onde a intensidade do campo gravitacional vale aproximadamente $g = 10 \text{ m/s}^2$, qual seria esse tempo de queda? _____
- b) E se a mesma queda ocorresse em um local onde a intensidade do campo gravitacional fosse igual a $2,5 \text{ m/s}^2$, qual seria o tempo de queda? _____
3. Quando se joga um objeto para cima, ele chega até certa altura e começa a cair. De que fatores você acha que depende essa altura? Explique seu raciocínio.
- _____
- _____
- _____
4. A fórmula a seguir serve para fazer o cálculo da altura máxima atingida por um objeto lançado para cima com velocidade inicial igual a v_0 : $h_{\text{max}} = \frac{v_0^2}{2g}$
- a) Se você lançar uma bola para cima a 4 m/s de velocidade, qual será a altura atingida por ela?
- _____
- b) E se fizer o mesmo na Lua, onde a intensidade do campo gravitacional é de $g = 1,6 \text{ m/s}^2$?
- _____
5. Para sabermos algo sobre a chance de um objeto quebrar em uma queda, um dado importante é a velocidade final com que um corpo atinge o solo, quando abandonado em repouso de certa altura. Uma fórmula para esse cálculo é a seguinte: $v_{\text{enf}} = \sqrt{2gh}$.
- Determine essa velocidade final para um objeto que cai de 5 m de altura, na Terra e na Lua. Compare os resultados e explique as diferenças.
- _____
- _____
- _____
6. Usando essa mesma fórmula, tente mostrar que um objeto que cai de 80 cm de altura na Terra (a altura de uma mesa) poderia cair de 5 m na Lua sofrendo o mesmo impacto.
- _____
- _____
- _____

FIGURA 29: sexta página da proposta curricular para trabalho da temática que envolve o lançamento oblíquo retirado de Proposta (2012, p.45)



APRENDENDO A APRENDER

Nasa

Na internet é possível encontrar coisas muito interessantes, como vídeos das missões lunares, gravados por astronautas. Um dos mais interessantes é o do astronauta Dave Scott, na missão Apolo 15, de 1971. Ele deixou cair, da mesma altura, um martelo e uma pena no vácuo lunar, mostrando o que Galileu havia defendido séculos antes: que em um ambiente sem ar todos os objetos cairiam à mesma aceleração.

No vídeo, pode-se ouvir Dave Scott explicando, em inglês:

“Bem, na minha mão esquerda eu tenho uma pena; na minha mão direita, um martelo.

Imagino que um dos motivos para estarmos aqui hoje é por causa de um cavalheiro chamado Galileu, que há muito tempo fez uma descoberta muito importante sobre objetos em queda em campos gravitacionais. Pensamos: que lugar seria melhor do que a Lua para confirmar suas descobertas?

E pensamos em fazer isso aqui para vocês. A pena é, como seria apropriado, uma pena de falcão, homenageando o nosso Falcão¹.

Eu vou largar os dois juntos aqui e, ao que se espera, eles atingirão o chão ao mesmo tempo.

[pausa]

Isto prova que o senhor Galileu estava correto em suas afirmações.”

*Apollo Lunar Surface Journal: The hammer and the feather. Transcrição de Eric M. Jones, 1996.
 Tradução Luís Paulo de Carvalho Piná. Disponível em: <http://www.hq.nasa.gov/afjqs>. Acesso em 11 set. 2013.*



© Johnson Space Center/Courtesy of NASA

¹ O falcão é o símbolo da Força Aérea dos Estados Unidos.



PARA SABER MAIS

Uma boa dica de leitura é o livro *O Universo: teorias sobre sua origem e evolução*, de Roberto de Andrade Martins, publicado pela editora Moderna. Nessa obra, o autor mostra como

FIGURA 30: sétima (e última) página da proposta curricular para trabalho da temática que envolve o lançamento oblíquo retirado de Proposta (2012, p.46)

Física – 1ª série – Volume 2

as ideias sobre o cosmos mudaram ao longo da história humana. Você verá, por exemplo, que para chegar à noção de gravidade – tão falada hoje em dia – foram necessários séculos de reflexão e debates sobre a natureza do Universo.

 **VOCÊ APRENDEU?** 

Nas situações propostas a seguir, faça os cálculos e registre em seu caderno.

1. De um prédio de 25 andares, com 80 m de altura, é solta uma pedra. Quanto tempo ela leva para atingir o solo? Se fosse na Lua, quanto duraria essa queda?
2. Um jogador de vôlei dá um saque verticalmente para cima, com velocidade de 16 m/s. Que altura a bola atinge? E se a jogada fosse na Lua?
3. Se não fosse a resistência do ar, um corpo abandonado de uma altura de 45 m (15 andares) atingiria que velocidade? E se esse lançamento fosse realizado na Lua?

 **PESQUISA INDIVIDUAL**

Sua missão será procurar os significados dos nomes Demétrio, Selene e Diana, que aparecem na história desta Situação de Aprendizagem. Esses nomes têm alguma relação com a história?

 **LIÇÃO DE CASA** 

Escreva um texto comparando e relacionando a história de Selene com o que é abordado em seu livro de leitura. Há ideias em comum? Há algo no livro que você pode associar à história produzida nesta Situação de Aprendizagem?

ANEXO B – Páginas do Livro Didático disponível para trabalho com os alunos

FIGURA 31: primeira página do livro de Máximo e Alvarenga (2014, p.158) para trabalho com o tema lançamento oblíquo.

APÊNDICE

B.1 Movimento de um projétil

O QUE É UM PROJÉTEL

Na FIGURA B.1 representamos um canhão lançando uma bala obliquamente, próximo à superfície da Terra, com uma velocidade inicial \vec{v}_0 . Qualquer objeto lançado de maneira semelhante a esta é denominado **projétil** [FIGURAS B.2 e B.3].

Durante o movimento do projétil no ar, ele estará sujeito à ação de seu peso e da força de resistência do ar. Em nosso estudo, vamos considerar apenas as situações nas quais a resistência do ar é desprezível em relação ao peso do objeto. Nesses casos, o projétil descreve uma trajetória curva, chamada **parábola** [FIGURA B.1].

Como a única força que atua no projétil é o seu peso, concluímos que o movimento é acelerado e sua aceleração será a da gravidade \vec{g} . Observe que, no movimento do projétil, a aceleração \vec{g} e a velocidade \vec{v} , em geral, não têm a mesma direção, nem se mantêm perpendiculares entre si, como nos casos de movimentos que já estudamos. Por essa razão, o estudo desse movimento deverá ser abordado de uma maneira especial, que apresentaremos a seguir.

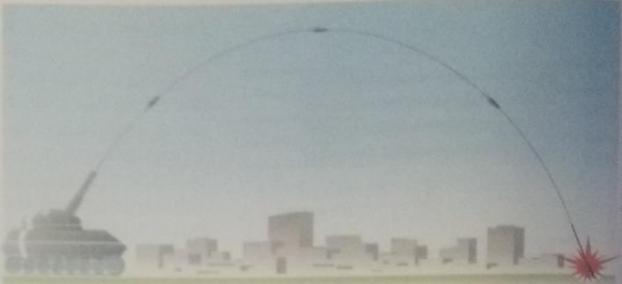


FIGURA B.1. Sendo desprezível a resistência do ar, a trajetória de um projétil é uma parábola.



FIGURA B.2. A bola descreve uma trajetória parabólica no ar.

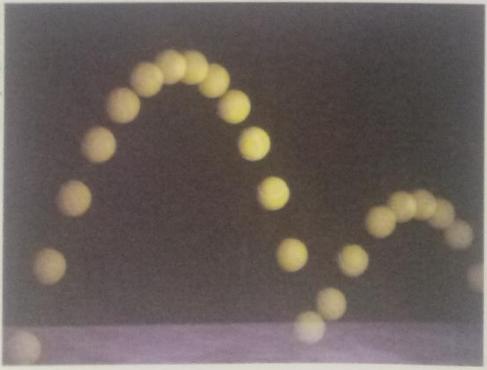


FIGURA B.3. Fotografia estroboscópica de uma bola movendo-se como um projétil, após bater no chão. Observe a forma parabólica da trajetória e o movimento retardado na subida e acelerado na descida.

158

UNIDADE 3 LEIS DE NEWTON

FIGURA 32: segunda página do livro de Máximo e Alvarenga (2014, p.159) para trabalho com o tema lançamento oblíquo.

PROJÉTIL: MOVIMENTO ANALISADO AO LONGO DE DUAS DIREÇÕES

Consideremos o projétil mostrado na FIGURA B.4, lançado com a velocidade inicial \vec{v}_0 , formando um ângulo θ com a horizontal. O ângulo θ costuma ser denominado ângulo de lançamento ou de elevação. Para estudar o movimento do projétil, vamos considerar os eixos mostrados na FIGURA B.4:

- Ox - eixo horizontal, orientado para a direita;
- Oy - eixo vertical, orientado para cima.

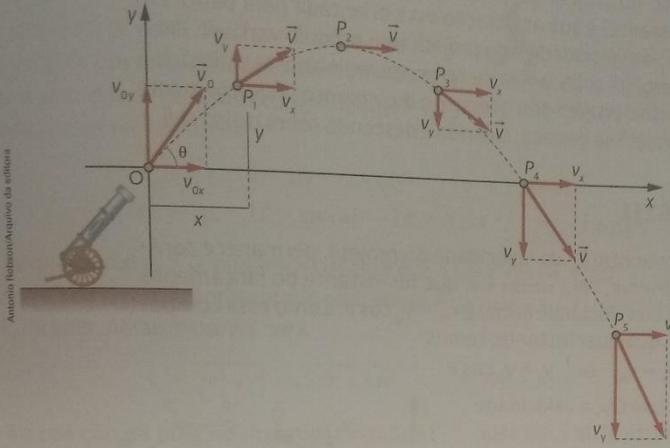


FIGURA B.4. O movimento de um projétil pode ser estudado como a resultante da superposição de dois movimentos: um horizontal e outro vertical.

Quando o projétil passa por um ponto qualquer de sua trajetória, como o ponto P_1 da FIGURA B.4, é sempre possível considerar sua velocidade \vec{v} decomposta em suas componentes, \vec{v}_x (horizontal) e \vec{v}_y (vertical). Isso nos permite analisar o movimento do projétil como uma composição de dois movimentos: um movimento horizontal, ao longo de Ox (com velocidade \vec{v}_x), e um movimento vertical, ao longo de Oy (com velocidade \vec{v}_y).

As componentes \vec{v}_x e \vec{v}_y , num instante qualquer, poderiam ser imaginadas como as velocidades com que se deslocariam, sobre Ox e Oy , as sombras do projétil projetadas ortogonalmente sobre esses eixos [FIGURA B.4]. Entretanto, não devemos nos esquecer de que esse artifício é apenas um recurso para facilitar o estudo do movimento e que o projétil, na realidade, está se deslocando sobre a trajetória curva (parabólica) mostrada na FIGURA B.4.

ACELERAÇÃO DO PROJÉTIL

Já dissemos que a aceleração do projétil é a aceleração da gravidade \vec{g} . Vamos agora analisar o movimento segundo os eixos Ox e Oy .

Para o movimento do projétil, como para outro movimento qualquer, sabemos que, em cada instante, a segunda lei de Newton é válida, isto é, $\vec{R} = m\vec{a}$. Na análise segundo os dois eixos, teríamos:

$$\vec{R}_x = m\vec{a}_x \quad \text{e} \quad \vec{R}_y = m\vec{a}_y$$

em que \vec{R}_x e \vec{a}_x são as componentes de \vec{R} e \vec{a} sobre Ox , e \vec{R}_y e \vec{a}_y são as componentes de \vec{R} e \vec{a} sobre Oy .

Sendo o peso do objeto a única força que atua no projétil, a qual, como sabemos, é uma força vertical dirigida para baixo, sua projeção sobre o eixo Ox é nula, ou seja, $R_x = 0$. Logo:

$$\vec{a}_x = \frac{\vec{R}_x}{m} \quad \therefore \quad a_x = 0$$

CAPÍTULO 5 SEGUNDA LEI DE NEWTON

159

FIGURA 33: terceira página do livro de Máximo e Alvarenga (2014, p.160) para trabalho com o tema lançamento oblíquo.

Portanto, se $a_x = 0$, o movimento do projétil na direção Ox (horizontal) é um movimento uniforme. Em outras palavras, a componente horizontal \vec{v}_x da velocidade \vec{v} do projétil permanece constante durante o movimento (a "sombra" do projétil sobre Ox se desloca com movimento uniforme).

Para o eixo Oy , temos $\vec{R}_y = -m\vec{g}$ (lembre-se de que Oy está orientado para cima e \vec{R} e $m\vec{g}$ é uma força dirigida para baixo). Logo:

$$\vec{a}_y = \frac{\vec{R}_y}{m} = \frac{-m\vec{g}}{m} \quad \therefore \quad \vec{a}_y = -\vec{g}$$

Isso significa que o movimento do projétil na direção Oy (vertical) é um movimento uniformemente variado (\vec{g} é constante) e sua aceleração está orientada para baixo. Em outras palavras, a componente \vec{v}_y da velocidade \vec{v} do projétil tem módulo variável: diminui uniformemente enquanto o projétil sobe, anula-se no ponto mais alto da trajetória e aumenta uniformemente enquanto o projétil desce (esse é o movimento uniformemente variado com que a "sombra" do projétil se desloca, subindo e descendo sobre o eixo Oy).

VELOCIDADE DO PROJÉTEL

Vimos que a componente horizontal \vec{v}_x da velocidade do projétil, permanece constante durante o movimento. Observe, pela FIGURA B.5, que no instante do lançamento ($t = 0$) a componente horizontal da velocidade inicial é $v_{0x} = v_0 \cos \theta$. Como essa componente não varia (pois $a_x = 0$), em qualquer instante, temos:

$$v_x = v_{0x} \quad \text{ou} \quad v_x = v_0 \cos \theta$$

No movimento ao longo do eixo Oy , a velocidade inicial ($t = 0$) é a componente vertical de \vec{v} , ou seja, $v_{0y} = v_0 \sin \theta$ (veja a FIGURA B.5). Como esse movimento é uniformemente variado, com aceleração $a_y = -g$, em qualquer instante t , teremos:

$$v_y = v_{0y} - gt \quad \text{ou} \quad v_y = v_0 \sin \theta - gt$$

Sabendo-se determinar os valores de \vec{v}_x e \vec{v}_y em cada instante, o módulo da velocidade \vec{v} do projétil naquele instante é obtido facilmente, pois, sendo \vec{v} a resultante de \vec{v}_x e \vec{v}_y , vemos, pela FIGURA B.5, que:

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2 \quad \text{ou} \quad v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

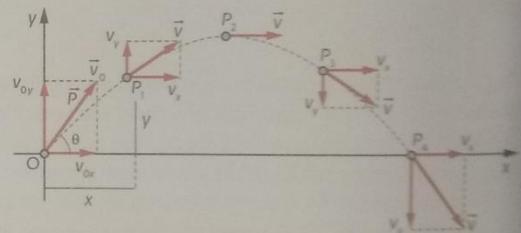


FIGURA B.5. A velocidade do projétil é dada por suas componentes v_x e v_y naquele instante.

POSIÇÃO DO PROJÉTEL

Em um instante t qualquer, é possível conhecer a posição do projétil sobre sua trajetória se forem conhecidas as coordenadas x e y mostradas na FIGURA B.6. Conhecendo x (distância do projétil ao eixo Oy) e y (distância do projétil ao eixo Ox), saberemos localizar o projétil de maneira semelhante à localização de um ponto em um gráfico.

O valor de x , em um instante t , representa o deslocamento do projétil ao longo de Ox . Como a velocidade v_x nesse movimento permanece constante:

$$x = v_x t \quad \text{ou} \quad x = (v_0 \cos \theta) t$$

Por sua vez, y representa o deslocamento ao longo de Oy . Como esse movimento é uniformemente variado, com uma aceleração $a_y = -g$:

$$y = v_{0y} t - (1/2)gt^2 \quad \text{ou} \quad y = (v_0 \sin \theta) t - (1/2)gt^2$$

Esclarecemos, mais uma vez, que, como estamos trabalhando com eixos orientados, esse valor de y não representa, necessariamente, a distância percorrida na vertical, mas a posição do projétil ao longo do eixo Oy .

FIGURA 34: quarta página do livro de Máximo e Alvarenga (2014, p.161) para trabalho com o tema lançamento oblíquo.

EXEMPLO 1
 Uma pessoa arremessa obliquamente uma bola de basquete com uma velocidade inicial $v_0 = 10 \text{ m/s}$ e um ângulo de lançamento $\theta = 60^\circ$ (FIGURA B.6). Suponha que $g = 10 \text{ m/s}^2$, despreze a resistência do ar e considere o instante do lançamento como a origem da contagem do tempo ($t = 0$).

a) No instante $t = 0,50 \text{ s}$, qual é o valor da velocidade da bola?

Como sabemos, a bola descreverá uma parábola (movimento de um projétil) e sua velocidade poderá ser obtida se conhecermos suas componentes \vec{v}_x e \vec{v}_y , analisadas nesta seção. Assim:

$$v_x = v_0 \cos \theta = 10 \times \cos 60^\circ \quad \therefore \quad v_x = 5,0 \text{ m/s}$$

$$v_y = v_0 \sin \theta - gt = 10 \times \sin 60^\circ - 10 \times 0,50 \quad \therefore \quad v_y = 3,6 \text{ m/s}$$

Observe que, como $v_y > 0$, podemos concluir que a bola, nesse instante, está se movendo para cima, como representado pelo ponto A da FIGURA B.6. O módulo da velocidade \vec{v}_A da bola, nesse instante, será:

$$v_A = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{5,0^2 + 3,6^2} \quad \therefore \quad v_A = 6,1 \text{ m/s}$$

b) Qual é a posição da bola no instante $t = 0,50 \text{ s}$?

A posição da bola, como vimos, é fornecida pelas coordenadas x_A e y_A do ponto A, no qual está a bola naquele instante (veja a FIGURA B.6). Temos:

$$x_A = (v_0 \cos \theta) t = 10 \times \cos 60^\circ \times 0,50 \quad \therefore \quad x_A = 2,5 \text{ m}$$

$$y_A = (v_0 \sin \theta) t - 1/2 gt^2 = 10 \times \sin 60^\circ \times 0,50 - 1/2 \times 10 \times 0,50^2 \quad \therefore \quad y_A = 3,1 \text{ m}$$

c) Determine os valores das componentes v_x e v_y da velocidade da bola no instante $t = 1,22 \text{ s}$.

Para v_x , temos:

$$v_x = v_0 \cos \theta = 10 \times \cos 60^\circ \quad \therefore \quad v_x = 5,0 \text{ m/s}$$

Observe que esse valor, como já deveríamos esperar, é o mesmo obtido para v_x no instante $t = 0,50 \text{ s}$ (o valor da componente horizontal v_x é constante no movimento do projétil).

Para v_y , temos:

$$v_y = v_0 \sin \theta - gt = 10 \times \sin 60^\circ - 10 \times 1,22 \quad \therefore \quad v_y = -3,6 \text{ m/s}$$

O valor negativo obtido para v_y mostra que, no instante $t = 1,22 \text{ s}$, a bola está se movendo para baixo. Como o módulo de v_y é o mesmo nos instantes $t = 0,50 \text{ s}$ e $t = 1,22 \text{ s}$, concluímos que, nesse último instante, a bola está passando pelo ponto B, situado à mesma altura que o ponto A (FIGURA B.6), como será confirmado na questão seguinte.

d) Determine a posição da bola no instante $t = 1,22 \text{ s}$.

Essa posição é definida pelas coordenadas x_B e y_B , mostradas na FIGURA B.6. Temos:

$$x_B = (v_0 \cos \theta) t = 10 \times \cos 60^\circ \times 1,22 \quad \therefore \quad x_B = 6,1 \text{ m}$$

$$y_B = (v_0 \sin \theta) t - 1/2 gt^2 = 10 \times \sin 60^\circ \times 1,22 - 1/2 \times 10 \times (1,22)^2 \quad \therefore \quad y_B = 3,1 \text{ m}$$

Portanto, conforme dissemos, o ponto B está à mesma altura que o ponto A.

FIGURA 35: quinta página do livro de Máximo e Alvarenga (2014, p.162) para trabalho com o tema lançamento oblíquo.

EXEMPLO 2

Considerando a bola do exemplo 1:

a) Calcule o instante em que ela chega ao ponto mais alto de sua trajetória.

Quando a bola atinge o ponto mais alto da trajetória, a componente v_y de sua velocidade se anula, isto é, a velocidade da bola é constituída apenas pela componente v_x , como está indicado na FIGURA B.6. Fazendo $v_y = 0$ na equação $v_y = v_0 \sin \theta - gt$, obtaremos o tempo solicitado. Assim:

$$0 = v_0 \sin \theta - gt \quad \therefore \quad t = \frac{v_0 \sin \theta}{g}$$

Logo:

$$t = \frac{10 \sin 60^\circ}{10} \quad \text{ou} \quad t = 0,86 \text{ s}$$

b) Qual o valor da altura máxima h alcançada pela bola?

O valor de H (veja a FIGURA B.6) corresponde ao valor de y no instante calculado na questão anterior. Da equação:

$$y = (v_0 \sin \theta) t - 1/2 g t^2 \text{ temos:}$$

$$H = 10 \times \sin 60^\circ \times 0,86 - 1/2 \times 10 \times 0,86^2 \quad \therefore \quad H = 3,7 \text{ m}$$

EXEMPLO 3

Suponha que um projétil tenha sido lançado com uma velocidade inicial \vec{v}_0 e com um ângulo de elevação θ . Considere um ponto P situado no mesmo nível horizontal do ponto O de lançamento. A distância OP (veja a FIGURA B.7) é denominada alcance do projétil.

a) Quanto tempo decorre, desde o instante do lançamento até que o projétil chegue ao ponto P ?

O ponto P corresponde a uma posição do projétil na qual temos $y = 0$. Portanto, obteremos o tempo solicitado fazendo $y = 0$ na expressão $y = (v_0 \sin \theta) t - (1/2) g t^2$:

$$0 = (v_0 \sin \theta) t - \frac{1}{2} g t^2$$

Resolvendo essa equação, obtemos duas soluções:

1º) $t = 0$, que corresponde ao instante do lançamento, no qual também temos $y = 0$.

2º) $t = \frac{2v_0 \sin \theta}{g}$, que corresponde ao instante em que o projétil chega no ponto P .

b) Obtenha uma expressão que permita calcular o valor do alcance do projétil.

O alcance A corresponde ao valor de x no instante calculado na questão anterior. Logo, lembrando que $x = (v_0 \cos \theta) t$:

$$A = v_0 \cos \theta \frac{2v_0 \sin \theta}{g} = \frac{v_0^2 (2 \sin \theta \cos \theta)}{g}$$

Como $2 \sin \theta \cos \theta = \sin 2\theta$:

$$A = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$$

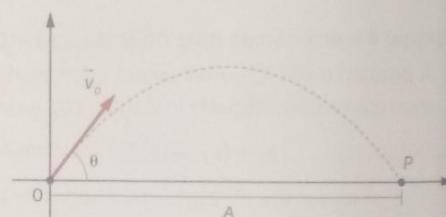


FIGURA B.7. A distância A (entre os pontos OP) é o alcance do projétil.

FIGURA 36: sexta página do livro de Máximo e Alvarenga (2014, p.163) para trabalho com o tema lançamento oblíquo.

APLICAÇÕES DA FÍSICA

INFLUÊNCIA DA ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE EM COMPETIÇÕES ESPORTIVAS

Quando um atleta arremessa um dardo, um peso, um disco ou mesmo seu próprio corpo (saltos em altura ou em distância, como na FIGURA B.8), esses objetos descrevem praticamente trajetórias parabólicas, características do movimento de um projétil. O alcance que o atleta obtém em qualquer um desses lançamentos, além de depender dos valores de \vec{v}_0 e de θ , é inversamente proporcional ao valor da aceleração da gravidade. Portanto, como era de se esperar, em um local onde o valor de \vec{g} é mais elevado, o alcance é menor e vice-versa.

Por essa razão, um atleta que arremessar um dardo, por exemplo, em uma cidade onde o valor de g é relativamente pequeno (como na Cidade do México), será beneficiado. Cálculos cuidadosos mostram que as variações de \vec{g} de um local para outro podem acarretar diferenças de até 3,0 cm no alcance de um arremesso de peso. Uma vez que as medições em competições esportivas internacionais são, atualmente, realizadas com grande precisão, uma diferença como a citada pode levar um atleta a receber, injustamente, um título de recordista mundial. Embora as correções necessárias para evitar esse problema possam ser feitas com facilidade, ao que tudo indica elas não costumam ser levadas em conta pelas autoridades competentes.



FIGURA B.8. O valor da aceleração da gravidade influi no resultado de um salto em distância.

QUESTÕES

1. Foi mencionado no texto que, em virtude da variação da aceleração da gravidade (além da pressão atmosférica), pode ocorrer uma diferença de até 3 cm no alcance de um arremesso de peso. Todavia, esse valor pouco representa considerando esportes cujos recordes são da ordem de grandeza das dezenas de metros. Pesquise com seus colegas dois esportes de atletismo olímpico e verifique se 3,0 cm fariam realmente alguma diferença no estabelecimento de recordes.
2. O texto se preocupa com pequenas variações existentes no valor de \vec{g} no planeta Terra. Porém, imagine a possibilidade de, daqui a um certo tempo, haver condições de viver em outros planetas, cujos valores da gravidade podem ser bem diferentes. Um bom exemplo é o estabelecimento de uma base no planeta Marte, cuja gravidade é de cerca de $3,7 \text{ m/s}^2$, ou seja, menos que a metade da gravidade na Terra. Como seriam os jogos olímpicos nesse planeta? Escolha dois esportes e discuta as possíveis alterações, focando nas diferenças decorrentes da aceleração da gravidade reduzida.

163

FIGURA 37: sétima página do livro de Máximo e Alvarenga (2014, p.164) para trabalho com o tema lançamento oblíquo.

FÍSICA NO CONTEXTO

RESISTÊNCIA DO AR NO MOVIMENTO DE UM PROJÉTEL

O texto a seguir foi traduzido da edição francesa da obra *Física recreativa*, do autor russo Yakov Perelman, reconhecida internacionalmente como um livro de grande valor para a divulgação de conceitos e aplicações interessantes e curiosas da Física. Temos certeza de que a leitura desse livro será útil e agradável para os alunos que se sintam atraídos pelo estudo da Física. A obra pode ser encontrada em português sob o título *Aprenda Física brincando*, Hemus, São Paulo.

UMA BALA NO AR

Todos nós sabemos que o ar oferece resistência ao movimento de uma bala, mas são poucos aqueles que têm uma noção exata do valor da força dessa resistência. Quase todos imaginam que o ar é um meio muito pouco denso, incapaz de frear sensivelmente o rápido movimento de uma bala de espingarda, pois, geralmente, esse efeito não é, de fato, percebido.

Mas basta observar a FIGURA B.9 para compreender que o ar, na realidade, constitui um obstáculo muito sério. A grande curva da figura (FIGURA B.9) representa a trajetória que uma bala descreveria se a atmosfera não existisse. Ao ser lançada pela espingarda, sob um ângulo de elevação de 45° e com uma velocidade inicial de 620 m/s, o alcance da bala seria de 40 km e ela descreveria um enorme arco de 10 km de altura. Na realidade, no ar a bala tem um alcance apenas de 4 km, descrevendo o pequeno arco mostrado na figura.



FIGURA B.9. No movimento de um projétil, a resistência do ar pode ter efeitos significativos.

UM TIRO DE LONGO ALCANCE

A artilharia alemã foi a primeira a tentar atingir um inimigo situado a uma distância superior a 100 km. Isso ocorreu no fim da Primeira Guerra Mundial (1918), quando a aviação francesa e a inglesa conseguiram dar fim aos ataques aéreos dos alemães. O Estado-maior alemão encontrou, então, outra maneira de atingir a capital francesa, distanciada de mais de 110 km da linha de frente do exército germânico.

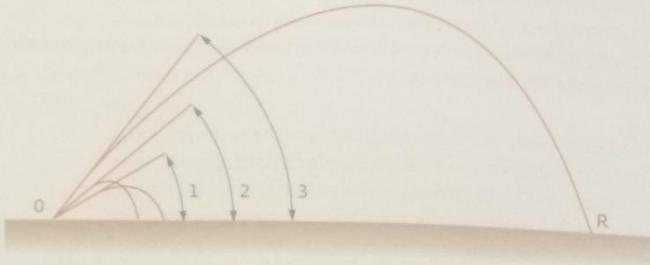


FIGURA B.10. Com o ângulo de lançamento nº 3, o projétil atingiu camadas de ar muito rarefeitas e o seu alcance tornou-se consideravelmente maior.

164

UNIDADE 3 LEIS DE NEWTON