

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**

Instituto de Física

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Mestrado Profissional em Ensino de Física

**O MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME PARA ALUNOS DA EJA QUE  
TRABALHAM NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DO COURO**

Wilson Leandro Krummenauer

Porto Alegre

2009

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**

Instituto de Física

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Mestrado Profissional em Ensino de Física

**O MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME PARA ALUNOS DA EJA QUE  
TRABALHAM NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DO COURO<sup>1</sup>**

Wilson Leandro Krummenauer

Dissertação realizada sob orientação da Dr<sup>a</sup>. Sayonara Salvador Cabral da Costa e co-orientação do Dr. Fernando Lang da Silveira, apresentada ao Instituto de Física da UFRGS em preenchimento parcial dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Porto Alegre

2009

---

<sup>1</sup> Trabalho parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

*À minha esposa Daniela, à minha filha Mônica e aos  
meus pais Cláudio e Alice.*

## **Agradecimentos**

Agradeço à professora Dra. Sayonara Salvador Cabral da Costa, minha orientadora, pela competência, pela amizade e pelo empenho dedicado durante os meses que me acompanhou na elaboração deste trabalho.

Agradeço ao professor Dr. Fernando Lang da Silveira, meu co-orientador, pelas sugestões, correções e pela contribuição na minha formação ao longo de todo o mestrado.

Agradeço à professora Dra. Ruth de Souza Schneider (*in memoriam*) que me auxiliou e orientou na elaboração do projeto que gerou esta dissertação.

Agradeço a todos os professores do Mestrado Profissional em Ensino de Física da UFRGS pelo aprendizado adquirido durante todo o curso.

Agradeço à direção do Colégio Luterano Arthur Konrath (CLAK) por permitir a implantação do projeto na turma da Educação de Jovens e Adultos (EJA) e pelo apoio irrestrito.

Finalmente, agradeço a todos os alunos da EJA do ano de 2008 do CLAK que desenvolveram com empenho e dedicação todas as atividades propostas neste trabalho.

## Sumário

Lista de Tabelas.....	7
Lista de Apêndices .....	8
Lista de Anexos.....	9
Lista de Siglas.....	10
Lista de Figuras .....	11
RESUMO .....	12
ABSTRACT .....	13
1. INTRODUÇÃO.....	14
2. O CONTEXTO.....	17
2.1 JUSTIFICATIVA DO TEMA ESCOLHIDO E O OBJETIVO DO TRABALHO .....	19
2.2 HISTÓRICO DO COLÉGIO LUTERANO ARTHUR KONRATH.....	20
2.3 QUESTIONÁRIO REALIZADO COM PROFESSORES DE FÍSICA DA EJA NA REGIÃO DO VALE DO RIO DOS SINOS .....	22
3. PARECERES LEGAIS PARA A EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS .....	26
4. TRABALHOS RELACIONADOS .....	28
5. TEORIAS DE APRENDIZAGEM .....	34
6. METODOLOGIA UTILIZADA .....	41
6.1 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	43
6.1.1 Atividade 1 – O teste inicial .....	44
6.1.2 Atividade 2 – Texto sobre as etapas da produção do couro .....	44
6.1.3 Atividade 3 – Saída de campo ao curtume .....	44
6.1.4 Atividade 4 – Atividade lúdica sobre o Teorema de Pitágoras .....	46
6.1.5 Atividade 5 – A cinemática do movimento circular uniforme .....	48
6.1.6 Atividade 6 – Lista de exercícios sobre a cinemática do movimento circular uniforme.....	48
6.1.7 Atividade 7 – Texto sobre a dinâmica no movimento circular uniforme no fulão.....	49
6.1.8 Atividade 8 – Utilização de mapas conceituais como instrumentos de avaliação.....	49
6.1.9 Atividade 9 – Atividade prática sobre a orientação do vetor velocidade.....	56
6.1.10 Atividade 10 – Utilização de uma simulação computacional construída no programa <i>Modellus</i> .....	56
6.1.11 Atividade 11 – O teste final.....	59
7. ANÁLISE DOS RESULTADOS DECORRENTES DA APLICAÇÃO DO PROJETO.....	60

7.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO TESTE INICIAL E DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS EM GRUPOS .....	60
7.2 ANÁLISE DOS MAPAS CONCEITUAIS CONSTRUÍDOS EM GRUPOS .....	64
7.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO TESTE FINAL .....	65
7.4 SOBRE A AVALIAÇÃO.....	71
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO .....	73
REFERÊNCIAS .....	76
APÊNDICES .....	80
Apêndice A – Questionário aplicado aos professores .....	81
Apêndice B - Teste Inicial .....	82
Apêndice C – Texto sobre as etapas da produção do couro .....	87
Apêndice D – Atividade lúdica sobre o Teorema de Pitágoras.....	91
Apêndice E – Apresentação de slides sobre a cinemática do movimento circular uniforme...	94
Apêndice F – Lista de exercícios sobre a cinemática do movimento circular uniforme no fulão .....	103
Apêndice G – Texto sobre a força resultante centrípeta exercida sobre as peles no fulão.....	105
Apêndice H – Roteiro da atividade prática realizada no pátio da escola sobre a orientação do vetor velocidade.....	109
Apêndice I – Roteiro da atividade de utilização da simulação computacional sobre o Movimento Circular Uniforme.....	113
Apêndice J – Teste final .....	116
ANEXOS.....	121
Anexo A – Reportagem do jornal O Diário.....	122
Anexo B – Ficha de avaliação dos aspectos formativos.....	123

## **Lista de Tabelas**

Tabela 6.1 – Cronograma de atividades .....	43
---------------------------------------------	----

## Lista de Apêndices

Apêndice A – Questionário aplicado aos professores .....	81
Apêndice B - Teste Inicial .....	82
Apêndice C – Texto sobre as etapas da produção do couro .....	87
Apêndice D – Atividade lúdica sobre o Teorema de Pitágoras.....	91
Apêndice E – Apresentação de slides sobre a cinemática do movimento circular uniforme... 94	
Apêndice F – Lista de exercícios sobre a cinemática do movimento circular uniforme no fulão .....	103
Apêndice G – Texto sobre a força resultante centrípeta exercida sobre as peles no fulão.....	105
Apêndice H – Roteiro da atividade prática realizada no pátio da escola sobre a orientação do vetor velocidade.....	109
Apêndice I – Roteiro da atividade de utilização da simulação computacional sobre o Movimento Circular Uniforme.....	113
Apêndice J – Teste final .....	116



## **Lista de Anexos**

Anexo A – Reportagem do jornal O Diário.....	122
Anexo B – Ficha de avaliação dos aspectos formativos.....	123

## **Lista de Siglas**

CEB – Câmara de Educação Básica

CELCS – Comunidade Evangélica Luterana Cristo Salvador

CLAK – Colégio Luterano Arthur Konrath

ENEJA – Encontro Nacional de Educação de Jovens e Adultos

EJA – Educação de Jovens e Adultos

EPEF – Encontro de Pesquisa em Ensino de Física

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IELB – Igreja Evangélica Luterana do Brasil

LDBEN – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MC – Mapa Conceitual

MCU – Movimento Circular Uniforme

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PUCRS – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

SNEF – Simpósio Nacional de Ensino de Física

UESC – Universidade Estadual de Santa Cruz

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Unijuí – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul

WWW – *World Wide Web*

## Lista de Figuras

Figura 2.1 – Distribuição do número de alunos em função da idade. ....	18
Figura 2.2 – Foto do centro de Estância Velha.....	18
Figura 2.3 – Fachada do Colégio Luterano Arthur Konrath.....	21
Figura 2.4 – Distribuição das respostas da questão 1.....	22
Figura 2.5 – Distribuição das respostas da questão 3.....	23
Figura 2.6 – Distribuição das respostas da questão 5.....	23
Figura 2.7 – Distribuição das respostas da questão 6.....	24
Figura 2.8 – Distribuição das respostas da questão 9.....	24
Figura 5.1 – Um mapa conceitual para a teoria da aprendizagem significativa.....	38
Figura 5.2 – Um mapa conceitual para a teoria de aprendizagem de Paulo Freire.....	40
Figura 6.1 – Foto da turma na visita ao curtume.....	45
Figura 6.2 – Foto da atividade realizada em sala de aula.....	46
Figura 6.3 – Foto da turma realizando a atividade.....	47
Figura 6.4 – Foto de um grupo realizando a atividade lúdica.....	47
Figura 6.5 – Mapa conceitual inicial construído pelo grupo 1.....	50
Figura 6.6 – Mapa conceitual final construído pelo grupo 1.....	51
Figura 6.7 – Mapa conceitual inicial construído pelo grupo 2.....	52
Figura 6.8 – Mapa conceitual final construído pelo grupo 2.....	53
Figura 6.9 – Mapa conceitual inicial construído pelo grupo 3.....	54
Figura 6.10 – Mapa conceitual final construído pelo grupo 3.....	55
Figura 6.11 – Tela com as equações e condições iniciais.....	57
Figura 6.12 – Alunos realizando a atividade no laboratório de informática.....	58
Figura 6.13 – Alunos realizando a atividade no laboratório de informática.....	58
Figura 7.1 – Frequência de ocorrência das respostas da questão 7.....	69
Figura 7.2 – Gráfico de percentuais da distribuição de respostas da questão 8.....	70

## RESUMO

A proposta aqui apresentada foi aplicada a uma turma de 40 alunos do Ensino Médio da modalidade Educação de Jovens e Adultos em uma escola privada situada na cidade de Estância Velha, RS. Os alunos desta modalidade caracterizam-se por serem alunos trabalhadores do setor coureiro e calçadista na cidade. O foco do trabalho é o ensino de Física na EJA, mais especificamente o ensino da cinemática e dinâmica do movimento circular uniforme. A escolha por este tema aconteceu a partir dos conhecimentos prévios do grupo de alunos relativos ao seu contexto profissional, formulando um tema gerador construído a partir dos conhecimentos prévios deste contexto, com o intuito de propiciar maior eficiência do processo ensino-aprendizagem. A partir de características profissionais em comum entre os alunos o tema gerador convergiu para o processo de produção do couro. Com isso, pretendemos tornar a Física significativa e relevante para o educando, uma Física viva e inserida no seu cotidiano, permitindo com que o aluno realizasse relações e analogias de situações presenciadas no seu trabalho com os conteúdos trabalhados. Tendo como fundamentação teórica as teorias de aprendizagem de David Ausubel e Joseph Novak e de Paulo Freire, buscamos desenvolver uma aprendizagem significativa de conteúdos de Física a partir de *subsunçores* existentes na estrutura cognitiva dos alunos, tornando o estudo do movimento circular uniforme relevante para os alunos partindo de conhecimentos prévios dos mesmos. Todo material didático trabalhado com a turma foi relacionado com o processo de produção do couro, visando tornar o material potencialmente significativo. Os mapas conceituais também foram utilizados como instrumentos de avaliação, visando analisar as relações conceituais estabelecidas na estrutura cognitiva dos alunos. Aplicamos um teste inicial objetivando averiguar os conhecimentos prévios dos alunos e constatar eventuais lacunas. Ao final da proposta aplicamos o teste final que objetivou verificar se todos os conceitos trabalhados durante a aplicação do projeto haviam sido aprendidos pelos educandos. A média geral da turma no teste final foi de 87,5% de ocorrência de respostas coerentes. Desta maneira, percebemos que o material apresentado e as relações do conteúdo com situações cotidianas foram fundamentais para o excelente desempenho dos alunos no projeto.

Palavras-chave: Ensino de Física. Movimento Circular Uniforme. Educação de Jovens e Adultos. Aprendizagem Significativa.

## ABSTRACT

The proposal presented here has been applied to a class of 40 students from high school to form the Youth and Adult Education in a private school located in the town of Estância Velha, RS. Students of this type are characterized by students and workers in the leather footwear sector in the city. The focus of the work is the teaching of physics in EJA, specifically the teaching of kinematics and dynamics of uniform circular motion. The choice of this theme happened from the previous knowledge of the group of students on their professional context, making a theme generator built from previous knowledge of the context in order to provide greater efficiency of the teaching-learning process. From professional characteristics in common between students converged for the theme for the production process of leather. With this, we intend to make significant and physics relevant to the student, a physics and inserted into living their daily lives, allowing the student to make links and similarities of situations presence in his work with the content worked. With the theoretical foundation for learning the theories of David Ausubel and Joseph Novak and Paulo Freire, we develop a meaningful learning of content in Physics from *subsumers* in the cognitive structure of students, making the study of uniform circular motion relevant for students from previous knowledge of them. All material worked with the class was related to the production process of leather, to make the material potentially significant. The conceptual maps were also used as instruments of assessment, aimed at examining the relations established in the conceptual structure of the students learning. Apply an objective test initial check prior knowledge of the students and see any gaps. At the end of the final proposal put to the test aimed to check whether all the concepts worked for the implementation of the project are aware of learners. The overall average in the final test group was 87.5% of the occurrence of coherent answers. Thus, we see that the material presented and the relations of the content presented with everyday situations were key to the excellent performance of students in the project.

Keywords: Teaching of Physics. Uniform Circular Motion. Education for Youth and Adults. Meaningful Learning.

## 1. INTRODUÇÃO

Trabalhar Física na Educação de Jovens e Adultos (EJA) é um grande desafio. Encontramos alunos de idades variadas bem como de níveis de aprendizagem diferenciados. Podemos encontrar, no mesmo grupo, alunos cujas idades podem variar de 18 a 60 anos.

A respeito da diversidade encontrada em turmas da Educação de Jovens e Adultos, Ribeiro (1999, p.187) salienta:

Na verdade, romper o modelo de instrução tradicional implica um alto grau de competência pedagógica, pois para isso o professor precisará decidir, em cada situação, quais formas de agrupamento, seqüenciação, meios didáticos e interações propiciarão o maior progresso possível dos alunos, considerando a diversidade que inevitavelmente caracteriza o público da educação básica de jovens e adultos.

A EJA adquiriu uma função social fundamental para a sociedade, a de reparar o direito de educação àqueles que não tiveram a oportunidade de cursar a Educação Básica na idade regular. A grande maioria dos alunos que procura a EJA de Ensino Médio concluiu o Ensino Fundamental também nesta modalidade de ensino. Já outros alunos, geralmente mais jovens, em virtude de repetências vêm na EJA uma forma de concluírem a Educação Básica de uma maneira mais rápida.

Segundo Soares (2002), os alunos da EJA, seja por questões sociais ou pelo próprio fracasso escolar, foram excluídos do processo de ensino regular. A EJA deve ter uma metodologia diferenciada e própria, pois os alunos não procuram preparação para o vestibular, mas buscam resgatar sua dignidade como cidadãos conscientes e participativos na sociedade, buscam na escola a cultura e o conhecimento, são alunos diferenciados. As próprias estatísticas mostram que a repetência e o abandono aos estudos por questões sociais, que muitas vezes obriga o aluno a abrir mão da escola para poder complementar a renda familiar são os principais motivos da exclusão e evasão do processo de ensino regular. Nesse sentido Soares (2002, p. 30) salienta que:

A média nacional de permanência na escola na etapa obrigatória (oito anos) fica entre quatro e seis anos. E os oito anos obrigatórios acabam por se converter em 11 anos, na média, estendendo a duração do ensino fundamental quando os alunos já deveriam estar cursando o ensino médio. Expressão desta realidade são a repetência, a reprovação e a evasão,

mantendo-se e aprofundando-se a distorção idade/ano e retardando um acerto definitivo no fluxo escolar.

Ensinar Física de maneira desconectada da realidade em que o aluno está inserido não faz sentido, sobretudo na EJA. Nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) também encontramos a necessidade de adequação do ensino de Física de acordo com cada realidade. Em virtude da pequena carga horária (2h semanais durante dois semestres) destinada para as aulas de Física, torna-se inviável desenvolver com os alunos todos os conteúdos de Física previstos para o Ensino Médio. Além da carga horária reduzida, os alunos desta modalidade requerem mais atenção do que os alunos do ensino regular, pois muitos estão retornando aos estudos após longas paradas, alguns com mais de 10 anos sem estudar. Muitos conteúdos do Ensino Fundamental, inclusive, devem ser trabalhados novamente, em virtude destas paradas.

A partir de entrevista realizada com alguns professores da EJA da região do Vale do Rio dos Sinos, pudemos constatar que esses professores, em média, dispensam 20% de sua carga horária semanal na EJA. Educadores enfrentam dificuldades em articular metodologias diferenciadas para trabalhar com alunos tão heterogêneos no mesmo espaço de trabalho. A própria formação dos professores nas licenciaturas, em geral, não contempla uma preparação adequada para trabalhar com esta modalidade de ensino. A EJA requer metodologias próprias e diferenciadas do ensino regular.

Frente aos argumentos anteriores e como professor da EJA, apresentaremos, neste trabalho, uma proposta de ensino de Física de maneira contextualizada e que pretende torná-la significativa para os alunos tendo como fundamentação teórica as teorias de aprendizagem de David Ausubel e Paulo Freire.

No próximo capítulo apresenta-se o contexto no qual a proposta de ensino foi desenvolvida, além da justificativa do tema escolhido e o objetivo do trabalho. Inclui-se também um pequeno histórico do colégio no qual desenvolvemos a proposta e informações acerca de uma entrevista que realizamos com alguns professores de Física da região do Vale do Rio dos Sinos que trabalham na EJA.

No capítulo 3, são apresentadas as diretrizes legais que regem a Educação de Jovens e Adultos, o que a Constituição Federal diz a respeito da EJA bem como os pareceres da Lei de

Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDBEN (BRASIL, 1996). Também apresenta-se os pareceres dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e o Parecer CEB 11/2000 que trata das diretrizes curriculares nacionais para a EJA.

No capítulo 4, é relatada uma breve pesquisa bibliográfica sobre trabalhos realizados nos últimos anos que abordam o ensino de Física na Educação de Jovens e Adultos e artigos publicados referentes às teorias de aprendizagem de David Ausubel e Joseph Novak e de Paulo Freire.

No capítulo 5, enfoca-se as teorias de aprendizagem que serviram de referencial teórico para a elaboração e planejamento da proposta bem como para a construção do material didático produzido.

O capítulo 6 dedica-se à apresentação da metodologia proposta, os recursos utilizados no projeto além dos conteúdos que foram desenvolvidos e a respectiva carga horária utilizada para desenvolvê-la. Todas as atividades são descritas, incluindo listas de problemas, testes, roteiros de atividades práticas e de utilização de uma simulação computacional, saída de campo, apresentação de slides e mapas conceituais construídos pelos alunos.

No capítulo 7, descreve-se a análise dos resultados decorrentes da proposta, enfocando as atividades dos alunos em duplas e individualmente (nos testes). Também apresenta-se uma breve consideração sobre o sistema de avaliação na escola e na disciplina.

No capítulo 8, apresentam-se os comentários finais sobre o trabalho e conclusões que chegamos após a aplicação do projeto.

Após as referências, nos Apêndices B a J, são apresentadas todas as atividades desenvolvidas com os alunos e que constituirão o produto educacional, um texto de apoio destinado a professores de Física da Educação Básica que pretendam desenvolver uma proposta de ensino que relacione os conteúdos desenvolvidos com experiências profissionais dos alunos.



## 2. O CONTEXTO

A proposta apresentada nesta dissertação foi aplicada a uma turma de 40 alunos do Ensino Médio da modalidade Educação de Jovens e Adultos (EJA) no Colégio Luterano Arthur Konrath, situado na cidade de Estância Velha, RS. Os alunos desta modalidade caracterizam-se por serem alunos trabalhadores do setor coureiro e calçadista na cidade. A aplicação da proposta ocorreu durante o segundo semestre de 2008.

Decidimos desenvolver uma proposta diferenciada para esta turma em virtude de já trabalharmos nesta escola e pela dificuldade encontrada em adequarmos o conteúdo previsto para o Ensino Médio para a EJA, evitando a repetência e a evasão encontrada nos anos anteriores.

A turma na qual desenvolvemos a proposta era bastante heterogênea o que de certa forma aumentou o desafio, mas essa é uma característica comum a turmas da EJA. Boa parte dos alunos evadiu-se do ensino regular há pouco tempo, e alguns estão retornando aos estudos após dez ou até vinte anos. Outro fator de heterogeneidade da turma foi a idade dos alunos, como podemos ver no gráfico da Figura 2.1.

Ao conversarmos com os alunos desta turma, constatamos que todos eram moradores da cidade há muitos anos e que trabalhavam ou já tinham trabalhado em algum setor da produção coureira. Também constatamos que apenas 20% da turma, correspondendo a 8 alunos, tinham interesse em cursar o ensino superior, enquanto a maioria apresentava interesse em cursos técnicos, sendo a escolha predominantemente na área do calçado e na área da informática.

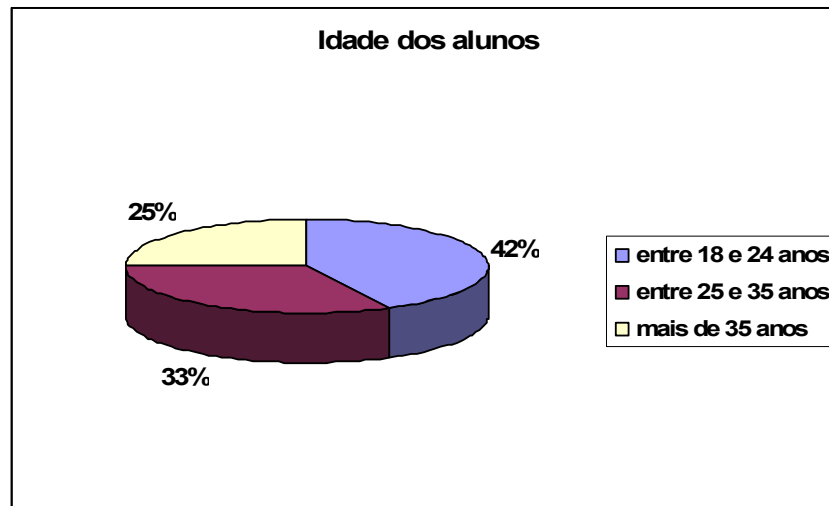


Figura 2.1 – Distribuição do número de alunos em função da idade.

Estância Velha (foto Figura 2.2) é uma cidade do vale do Rio dos Sinos que possui uma população de 39.121 habitantes (IBGE, 2004) sendo 38.154 habitantes distribuídos na zona urbana e 967 na zona rural. O município se destaca pelas indústrias do setor calçadista e pelos chamados ‘curtumes’, que são empresas responsáveis pelo processo de curtimento do couro bovino que será usado posteriormente pelas indústrias calçadistas ou, em menor escala, por indústrias de vestuário.



Figura 2.2 – Foto do centro de Estância Velha. (Disponível em [http://www.sulmix.com.br/WS\\_PMEV/PMEV.HTM](http://www.sulmix.com.br/WS_PMEV/PMEV.HTM) - Acesso em: 05 nov. 2008)

O fato de todos os alunos terem em comum algum tipo de experiência na produção coureira foi o maior indicativo para encontrarmos um ‘tema gerador’ para o nosso trabalho nessa área.

## 2.1 JUSTIFICATIVA DO TEMA ESCOLHIDO E O OBJETIVO DO TRABALHO

O ensino de Física na Educação de Jovens e Adultos (EJA) requer estratégias diferenciadas das utilizadas no ensino regular, pois o tempo de ensino é muito reduzido e há necessidade de revisar conhecimentos básicos do Ensino Fundamental. Em geral, os alunos desta modalidade não têm por objetivo fazer estudos posteriores em nível universitário e aquilo que eles aprenderem nesta etapa deverá lhes ser útil por toda a vida.

Geralmente, as propostas de ensino aplicadas na EJA são desconectadas do contexto em que o aluno está inserido, sobretudo, na região do Vale do Rio dos Sinos — no capítulo 2.3 comentaremos os resultados de um questionário aplicado a professores de Física desta região. Não há uma proposta específica relacionada com características profissionais da região da qual o aluno faz parte. Quem trabalha com a EJA percebe que necessita utilizar metodologias próprias, criar propostas de ensino que considerem as vivências e experiências dos alunos adultos.

Como já foi comentado, o aluno da EJA é um aluno que foi excluído do processo do ensino regular, pois por algum motivo, seja ele pedagógico ou sócio-econômico, levou à evasão do mesmo. Propostas desarticuladas com o contexto e as dificuldades de aprendizagem identificadas com este perfil de aluno levam à repetência ou evasão. Nesse sentido, ao encontro do que propõe Freire (2001), entendemos que se faz necessário ensinar Física na EJA através de uma metodologia que parta do cotidiano do aluno trabalhador considerando, sobretudo, suas vivências pessoais e profissionais. Em particular, nos propomos neste projeto a ensinar Física com esse enfoque.

A escolha pelo tema *Cinemática e Dinâmica do Movimento Circular Uniforme* aconteceu a partir dos conhecimentos prévios do grupo de alunos relativos ao seu contexto profissional, tendo como intuito propiciar maior eficiência no processo de ensino e de aprendizagem.

Com isso, pretendeu-se tornar a Física significativa e relevante para o educando, uma Física aplicada e presente no seu cotidiano, permitindo que o aluno pudesse fazer relações e analogias entre situações presenciadas no seu trabalho e os conteúdos trabalhados nas aulas.

Portanto, o objetivo desta dissertação é apresentar a proposta de ensino que foi construída, tendo como fundamentação teórica os trabalhos de David Ausubel e Joseph Novak (AUSUBEL, 1976; AUSUBEL et al., 1980; MOREIRA: MASINI, 2006) e Paulo Freire (2000, 2001, 2003), com a intenção de promover uma aprendizagem significativa de conteúdos de Física a partir de *subsunções* existentes na estrutura cognitiva dos alunos e relacionados com o seu cotidiano laboral, ou seja, visamos tornar o estudo do movimento circular uniforme relevante e compreensível para os alunos, partindo de conhecimentos prévios dos mesmos.

## 2.2 HISTÓRICO DO COLÉGIO LUTERANO ARTHUR KONRATH

O Colégio Luterano Arthur Konrath (CLAK) é uma escola de Educação Básica mantida pela Comunidade Evangélica Luterana Cristo Salvador, de Estância Velha (CELCS), filiada à Igreja Luterana do Brasil (IELB).

O CLAK foi fundado em 22 de outubro de 1988 e seu nome foi escolhido em homenagem a um dos fundadores da CELCS e também grande incentivador do trabalho com educação.

Nos dois primeiros anos de atividades do CLAK, as aulas foram ministradas em salas alugadas, e a transferência para o atual endereço ocorreu em 1991. O atual prédio do CLAK foi construído com o auxílio da comunidade e foi sendo ampliado gradativamente. A Figura 2.3 apresenta a fachada atual da escola.



Figura 2.3 – Fachada do Colégio Luterano Arthur Konrath. (Disponível em [www.clak.com.br](http://www.clak.com.br) – Acesso em: 20 jan. 2009).

Segundo o Projeto Político Pedagógico da escola, “Saber, Saber Fazer e Ser” é a tríade que norteia a proposta pedagógica do CLAK, tendo por objetivo formar cidadãos autoconfiantes, autônomos e íntegros, que encontrem seu espaço na sociedade, que respeitem o próximo, livres de quaisquer preconceitos, contribuindo para o crescimento da sua comunidade e do país.

O CLAK trabalha os diversos saberes de forma contextualizada e conectada ao mundo, acreditando que a escola é um espaço onde o aluno não apenas participa como integrante da escola, mas, principalmente, constrói e elabora seu conhecimento.

A proposta pedagógica do CLAK tem a intenção de educar para a vida, considerando os aspectos intelectuais, emocionais, morais e espirituais, que formam o indivíduo, oportunizando a vivência de valores e princípios cristãos.

Atualmente, o CLAK conta com 50 colaboradores e possui 391 alunos distribuídos da pré-escola ao 3º ano do Ensino Médio, além da Educação de Jovens e Adultos e do Curso Técnico em Informática.

## 2.3 QUESTIONÁRIO REALIZADO COM PROFESSORES DE FÍSICA DA EJA NA REGIÃO DO VALE DO RIO DOS SINOS

Após aplicar um questionário a oito professores de Física do Ensino Médio, que atuam na EJA, na região do Vale do Rio dos Sinos, tanto na rede privada como na pública, constatamos que a totalidade desses professores apresenta o conteúdo da referida disciplina na mesma seqüência e da mesma maneira como fazem para os alunos do ensino regular. O questionário completo encontra-se no Apêndice A.

A falta de habilitação na área foi constatada nas respostas da questão 1. A maioria dos professores entrevistados não apresenta formação específica na área, pois são, na maioria, oriundos de outras áreas ou alunos dos cursos de Física, conforme podemos verificar no gráfico da Figura 2.4.

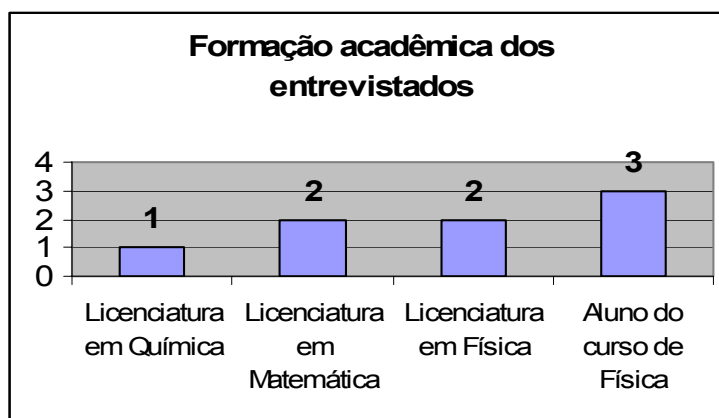


Figura 2.4 – Distribuição das respostas da questão 1.

Na questão 2 perguntamos há quanto tempo o professor atua na EJA, percebemos que a maioria dos entrevistados, 7 professores, atua na EJA há mais de 5 anos.

A seqüência apresentada no ensino regular e na EJA é a mesma, bem como a maioria dos entrevistados inicia o conteúdo de Física pela Cinemática, constatado na resposta da questão 3 (ver Figura 2.5). Nesta questão perguntamos o conteúdo inicial abordado pelo professor.

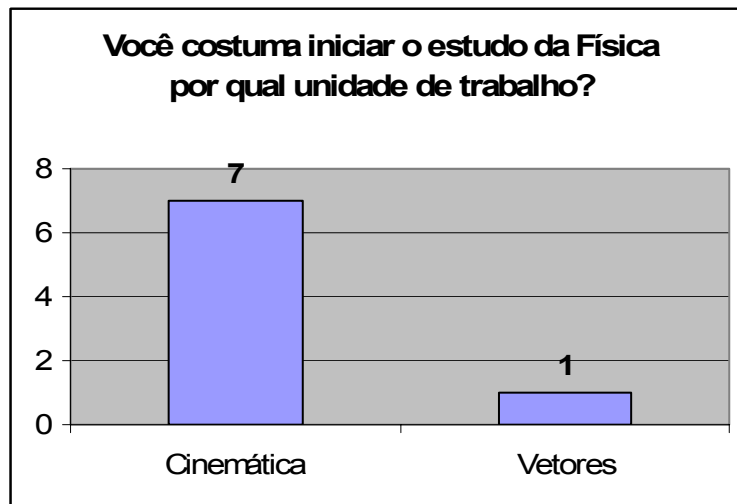


Figura 2.5 – Distribuição das respostas da questão 3.

Na questão 4 do questionário perguntamos sobre a seqüência de conteúdos da EJA em relação ao Ensino Médio regular e constatamos que todos os entrevistados seguem a mesma seqüência nas duas modalidades.

Constatamos que dos 8 professores entrevistados, apenas três deles apresentam o conteúdo contextualizado com a realidade ou cotidiano do aluno. Esse aspecto foi objeto da questão 5 do questionário e as respostas estão apresentadas na Figura 2.6.

A avaliação realizada por estes professores é baseada em provas e/ou trabalhos - geralmente exercícios avaliativos, exatamente da mesma maneira que no ensino regular, aplicando, muitas vezes, os mesmos instrumentos de avaliação na EJA.

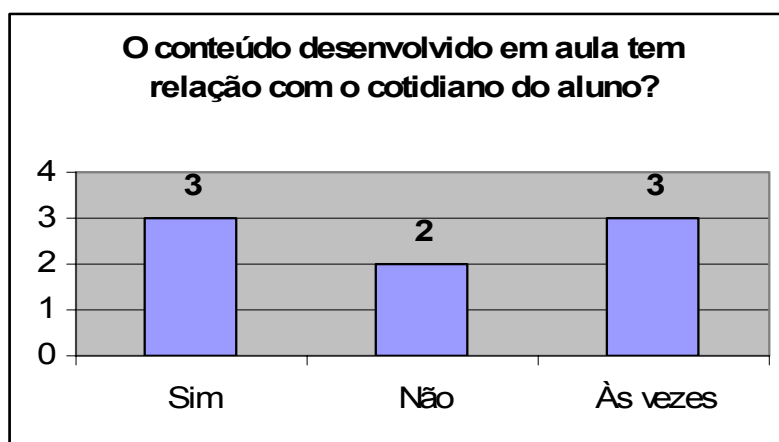


Figura 2.6 – Distribuição das respostas da questão 5.

Na questão 8 percebemos que 7 dos professores responderam que fundamentam sua prática em alguma teoria de aprendizagem, sendo que todos responderam que teorias construtivistas norteiam seu trabalho. Apenas um professor respondeu que não utiliza teorias de aprendizagens e reforçou que desconhece as mesmas.

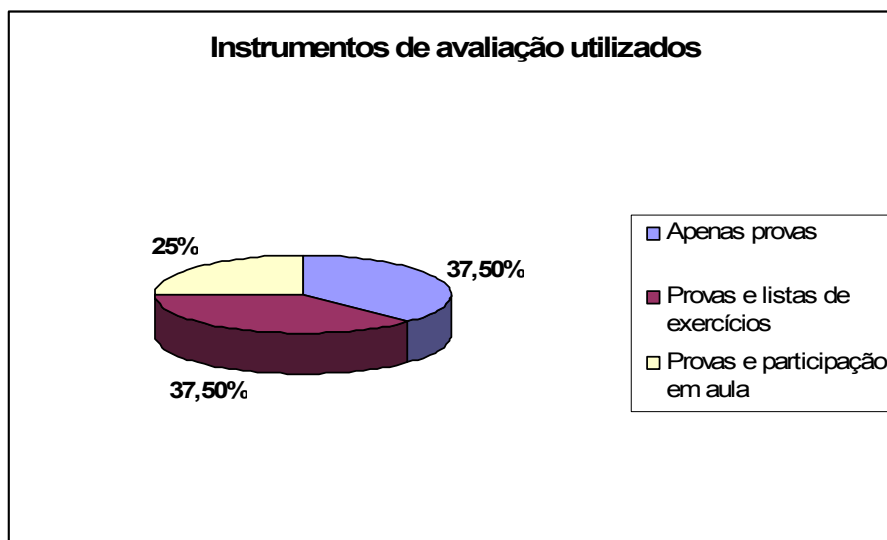


Figura 2.7 – Distribuição das respostas da questão 6.

Na pergunta 9, questionamos os entrevistados sobre reformulações a serem feitas na EJA. Todos os entrevistados concordam que devem ocorrer alterações na EJA; nas sugestões de mudanças apresentadas, predomina a maior carga horária de Física, conforme apresenta a Figura 2.8.

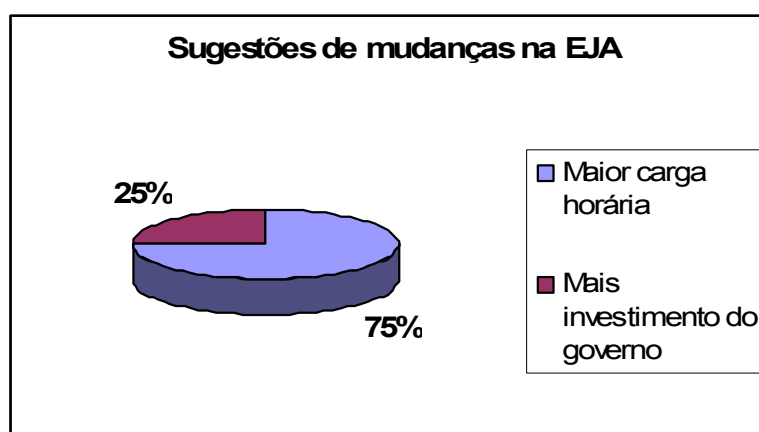


Figura 2.8 – Distribuição das respostas da questão 9.

Pareceu-nos que todos apresentam o que Freire (2003) chama de ‘consciência bancária’, uma pedagogia baseada na transmissão de informações sem nenhuma reflexão, na



qual o professor fala e o aluno escuta sem nenhum questionamento ou debate, comprometendo a formação do aluno enquanto cidadão. Segundo palavras desse autor:

A consciência bancária ‘pensa que quanto mais se dá mais se sabe’. Mas a experiência revela que com este mesmo sistema só se formam indivíduos medíocres, porque não há estímulo para a criação (FREIRE, 2003, p. 38).

Com relação aos instrumentos de avaliação, a Figura 2.7 apresenta a distribuição das respostas dos entrevistados sobre os instrumentos utilizados. Todos os entrevistados afirmaram que utilizam os mesmos instrumentos de avaliação na EJA e no ensino regular. Aparentemente, os professores não percebem diferença entre os grupos de alunos, do ensino regular e da EJA.

### 3. PARECERES LEGAIS PARA A EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

Os incisos I e II, e o parágrafo primeiro, do art. 208 da Constituição da República Federativa do Brasil – CF/88 (BRASIL, 1988) prevêm o direito à educação de jovens e adultos, ao assegurar o dever do Estado de garantir de forma gratuita o acesso à educação, mesmo para os que porventura não tiveram acesso a ela na idade própria.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDBEN (BRASIL, 1996; 2001), passou a incorporar, uma nova denominação para a educação de adultos, disciplinada na seção IV, nos artigos 37 e 38 e seus respectivos parágrafos. O antigo ‘ensino supletivo’ passou a se chamar ‘Educação de Jovens e Adultos’ – EJA. Não se tratava apenas de uma mera alteração vocabular, mas o sentido e objetivo da educação de adultos também foram alterados. O primeiro – ensino supletivo – tinha caráter de instrução. O aluno era preparado para prestar uma prova, abrindo mão de professores, currículo e metodologias. Já a EJA, tem um sentido muito mais amplo: não visa preparar o aluno para um exame, mas, através de propostas pedagógicas diferenciadas, objetiva resgatá-lo e inseri-lo no mercado de trabalho.

No art. 37 § 1º da LDBEN fica explícita a obrigatoriedade e gratuidade da Educação de Jovens e Adultos:

Art. 37 § 1º Os sistemas de ensino assegurarão gratuitamente aos jovens e aos adultos, que não puderem efetuar os estudos na idade regular, oportunidades educacionais apropriadas, consideradas as características do alunado, seus interesses, condições de vida e de trabalho, mediante cursos e exames.

Segundo o parecer 11 do Conselho de Educação Básica - CEB (*apud* SOARES, 2002), documento que regulamenta as Diretrizes Curriculares Nacionais para a EJA, aprovado em 10/05/2000, a EJA deve ter função reparadora, equalizadora e qualificadora. Reparadora no sentido de reparar e restaurar o direito à educação que todo cidadão tem, independente da idade ou da condição social; reparado esse direito, chega-se a função equalizadora que visa uma redistribuição de igualdade de oportunidades, pois o processo deverá propiciar novas inserções no mercado de trabalho. Finalmente a função qualificadora, visa qualificar o aluno, através do seu retorno à escola, para aumentar suas oportunidades perante o mercado de trabalho e auxiliá-lo na sua auto-estima.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o Ensino Médio está evidenciado que o ensino de Física deve ser discutido na escola visando adequá-lo a cada realidade. Também está claro nos PCN a intenção de dar significado ao ensino da Física, uma Física que tenha relação com o cotidiano do aluno. Nesse sentido temos nos PCN (BRASIL, 1999, p. 230):

Não se trata, portanto, de elaborar novas listas de tópicos de conteúdo, mas sobretudo de dar ao ensino de Física novas dimensões. Isso significa promover um conhecimento contextualizado e integrado à vida de cada jovem.

No sentido de acompanhar e discutir a Educação de Jovens e Adultos, professores, comunidade, representantes de Universidades, representantes de organizações não governamentais, líderes comunitários e representantes de governos de Estado e municípios reúnem-se anualmente para avaliar e acompanhar os rumos da EJA no país. Dentre os focos de discussão citamos: o financiamento da EJA, o cumprimento da garantia do direito à educação e a formação de educadores para esta modalidade de ensino. O X Encontro Nacional de Educação de Jovens e Adultos (X ENEJA), realizado na cidade de Rio das Ostras, estado do Rio de Janeiro, durante o mês de agosto de 2008 visou discutir com professores as questões citadas anteriormente além da realização de uma análise do histórico dos nove encontros anteriores. O ENEJA é um evento extremamente importante para a fiscalização do cumprimento da legislação pertinente à EJA bem como um canal de discussão e troca de experiência entre instituições de ensino e educadores.

#### 4. TRABALHOS RELACIONADOS

Realizamos uma revisão de trabalhos relacionados com o tema e foi constatado que existem poucas produções sobre propostas metodológicas de ensino de Física para a EJA. Pesquisamos em revistas da área bem como em periódicos, atas de eventos e dissertações de mestrado de programas de pós-graduação. Apresentamos a seguir os trabalhos que julgamos ser relacionados com a proposta aqui apresentada.

Espíndola (2006) descreve, em sua dissertação de mestrado, uma metodologia para a EJA através de projetos didáticos. Assim como o projeto aqui apresentado, Espíndola utiliza como referencial teórico a aprendizagem significativa de Ausubel. Não utilizamos a pedagogia de projetos mas, a partir de conhecimentos dos alunos relacionados ao setor coureiro e calçadista, desenvolvemos uma proposta de ensino sobre o Movimento Circular Uniforme aplicada aos processos de produção industrial dessa região. Utilizamos um tema gerador para todo o grupo, já o trabalho desenvolvido por Espíndola utilizou um projeto para cada grupo de alunos, no qual cada grupo trabalhou com um tema gerador específico.

Outro artigo encontrado que relaciona a teoria de Ausubel com o ensino de Ciências foi o de Tavares (2005), no qual propõe a utilização de simulações computacionais relacionadas à Física para trabalhar com alunos de idades variadas. Ele relata a construção de objetos de aprendizagem considerando a teoria da aprendizagem significativa. O material torna-se potencialmente significativo quando trabalha com os canais verbal e visual. A nossa proposta também utilizou recursos computacionais como ferramenta didática. Pretendeu-se, através dos recursos computacionais, que o aluno realizasse relações e analogias de situações presenciadas no seu cotidiano com outras situações que foram apresentadas na simulação trabalhada em sala de aula.

Costa e Moreira (2001) relatam um estudo feito com estudantes universitários de uma disciplina de Física Geral quanto ao desempenho em resolução de problemas. Os autores constataram que pequenas alterações em enunciados de problemas similares a exemplos resolvidos, podem resultar em uma mudança no encaminhamento da resolução do mesmo. Nesse sentido os autores frisam que a existência de um modelo mental é fundamental na resolução de problemas para tornar a aprendizagem significativa. Para eles “*a aprendizagem*

*obtida através da resolução de problemas será tanto mais significativa quanto maior for a capacidade de modelar” (op. cit., p. 274).* Assim como a proposta aqui apresentada, este estudo também visou à aprendizagem significativa. A dificuldade apresentada pelos estudantes relatadas neste artigo deve-se ao fato de que os mesmos procuraram resolver os problemas por similaridades e não construíram modelos mentais da situação problema.

No artigo “Aprendizagem significativa: idéias de estudantes concluintes de curso superior”, Buchweitz (2001) relata uma experiência realizada com 40 alunos concluintes dos cursos de Física e Biologia em que os mesmos deveriam relatar alguma aprendizagem ao longo do curso que tivessem julgado como significativa. As respostas, predominantemente, não foram referentes a conteúdos, mas, sobretudo a atividades do dia-a-dia e que foram realizadas fora da sala de aula. O interesse e prazer em realizar atividades fora da sala de aula foram as justificativas apresentadas pelos estudantes. Assim como no artigo citado, procuramos desenvolver o interesse dos alunos através de atividades fora da sala de aula, inclusive, com uma visita realizada ao local de trabalho dos alunos.

Gangoso (1997) relata uma experiência do uso de mapas conceituais com o intuito de evitar o fracasso no estudo de Física de estudantes de nível médio em uma escola na Argentina. No presente artigo, a autora relata que os mapas conceituais foram fundamentais para evitar a aprendizagem mecânica e levar a uma aprendizagem significativa. O trabalho em grupo também foi favorecido com esta metodologia, pois os mapas construídos respeitavam as características individuais de cada componente do grupo. Percebemos neste artigo a importância dos mapas conceituais como instrumento de verificação e análise da aprendizagem. Nesse sentido a autora comenta sobre os efeitos dos mapas conceituais para o grupo estudado: “*Se confirma la potencialidad del mapa conceptual como instrumento de análisis y diseño curricular” (op. cit., p. 35).*

O trabalho “Mapas conceituais na avaliação da aprendizagem significativa” (BARBOSA *et al.*, 2005) relata o trabalho desenvolvido com uma turma de alunos de 8ª série do Ensino Fundamental. Assim como nossa proposta, os mapas conceituais foram utilizados como instrumentos de avaliação, sobretudo, visando verificar a ocorrência da aprendizagem significativa através da estrutura de relação de conceitos apresentados pelos alunos.

Takahashi e Lima (2007) relatam uma metodologia utilizada no ensino de Física, nos níveis médio e superior, fundamentada na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e Novak e a utilização de mapas conceituais como facilitador da aprendizagem significativa. O presente artigo revela uma resistência dos professores investigados em abandonar livros didáticos além da tendência dos mesmos em utilizar relações matemáticas para definir conceitos físicos. Também revelam as dificuldades de tais professores em trabalhar com temas de Física Moderna e Contemporânea. Já os estudantes de nível médio não demonstraram predisposição a uma aprendizagem significativa e à utilização de mapas conceituais, pois estavam acostumados a ver o Ensino de Física centrado em fórmulas matemáticas. O trabalho apresentado vem ao encontro de nossa proposta, pois visa trabalhar a Física no Ensino Médio de maneira significativa utilizando materiais didáticos que sejam potencialmente significativos, bem como a utilização de mapas conceituais como ferramenta pedagógica e como instrumentos de avaliação.

Outra publicação que aborda a análise de mapas conceituais é o artigo “Mapas conceituais: ensaiando critérios de análise” de Ruiz-Moreno *et al.* (2007). No presente artigo é salientada a importância do uso de mapas conceituais como instrumentos de avaliação da aprendizagem. São discutidos os critérios para análise dos mapas elaborados por alunos de pós-graduação em “Ensino de Ciências da Saúde”. Como já comentamos anteriormente, os mapas conceituais também foram utilizados como instrumentos de avaliação e de análise da estrutura cognitiva dos alunos da turma em questão.

Já o artigo “As concepções do ensino de Física e a construção da cidadania” (CARVALHO JÚNIOR, 2002) ressalta a importância da relação do conteúdo trabalhado com o contexto vivenciado pelos alunos. Neste artigo o professor faz uma crítica à ‘matematização’ da Física e a mera aplicação de fórmulas e resolução de equações. O professor defende a ideia de que a prática docente deve ser vinculada às características cotidianas dos alunos: “*Recentemente, temos uma crescente discussão a respeito da função social do ensino de Física, o que tem permitido que a prática docente se dê a nível conceitual e articulada com a realidade do aluno*” (*op. cit.*, p. 53). Nesse sentido nossa proposta também visa trabalhar o conteúdo de maneira contextualizada e não ‘matematizada’.

O artigo “Repensando o papel do trabalho experimental, a aprendizagem da Física em sala de aula – um estudo exploratório” (NEVES *et al.*, 2006) apresenta uma pesquisa

realizada em quatro escolas portuguesas visando fazer um levantamento de situações baseadas em atividades experimentais que promovam a aprendizagem significativa em Física. Através de questionários aplicados aos estudantes secundaristas constatou-se a pouca frequência dos trabalhos experimentais em sala de aula; quando ocorriam era o professor quem fazia a demonstração. Os autores argumentam que esse tipo de atividade não promove a aprendizagem significativa: *“a experiência realizada pelo professor são as que menos contribuem para a aprendizagem”* (op. cit., p. 390). No presente trabalho, atividades experimentais também foram desenvolvidas com a turma da EJA em questão.

Silva (2005), no artigo “Uma reflexão para a prática educativa em Paulo Freire”, faz uma reflexão sobre a educação problematizadora de Freire com a prática docente nas escolas. Esta reflexão vem ao encontro da proposta aqui apresentada, pois desenvolvemos uma situação de ensino na qual o aluno atuou como sujeito da ação educativa e não apenas como mero objeto receptor de informação. Nesse sentido, Silva (2005, p. 3) comenta: *“Entre educador e educandos não há mais uma relação de verticalidade, em que um é o sujeito e o outro objeto. Agora a pedagogia é dialógica, pois ambos são sujeitos do ato cognoscente”*.

Valadares (2005) questiona os principais motivos para o insucesso do ensino de Física, sobretudo a repetência, e aponta soluções didáticas construtivistas para reverter tal quadro. Buscando o sucesso do processo ensino-aprendizagem, Valadares (2005) vê como alternativa a aprendizagem significativa de Ausubel como fundamental para o ensino de Física bem como o rigor científico por parte do professor e dos materiais didáticos desenvolvidos.

No trabalho “O que justifica um assunto de Física ser lembrado por um trabalhador?” (GNEIDING; GARCIA, 2007) analisa resultados de uma pesquisa que visou identificar onde conteúdos de Física estão presentes nas atividades industriais do ponto de vista de trabalhadores de uma indústria de motores elétricos. A pesquisa foi feita através de questionários aplicados aos alunos, constatando-se que as respostas mais significativas foram dos alunos que frequentaram cursos técnicos e dos alunos que haviam concluído o Ensino Médio há menos tempo. Assim como nossa proposta, a Física é contextualizada, aproveitando, sobretudo, experiências profissionais dos educandos, buscando identificar a presença dos conteúdos de Física em situações presenciadas no contexto profissional do aluno.

O trabalho “Utilização de textos em aulas de Física na Educação de Jovens e Adultos” (LOZADA *et al.*, 2008) aborda a relevância de utilizar textos na abordagem de conteúdos de Física em turmas da EJA do Ensino Médio. A proposta foi aplicada em duas turmas da EJA em um trabalho interdisciplinar com a Matemática. Os resultados apontam dificuldades encontradas nos alunos quanto à compreensão de fenômenos físicos bem como dificuldades em operações matemáticas. Nesse sentido, em nosso trabalho, procuramos utilizar textos com os alunos referentes ao tema movimento circular uniforme de maneira contextualizada, com a intenção de torná-lo um material didático potencialmente significativo.

O trabalho de Tagliati e colaboradores (2008) visou realizar uma investigação sobre a relação entre as concepções prévias dos alunos e os novos conhecimentos de Mecânica Clássica, a partir da relação do conteúdo com relações cotidianas à luz da teoria de Paulo Freire, dando ênfase à análise da influência do professor sobre o aluno. De questionários aplicados a 120 alunos, constataram uma diversidade nas respostas dos alunos em relação às concepções prévias bem como uma falta de disposição em aprender ciências. Nossa proposta também visou relacionar o conteúdo abordado com o cotidiano de alunos adultos, aproveitando suas experiências profissionais sobre o processo de produção do couro como motivadores da nova aprendizagem, tendo como fundamentação teórica as teorias de Freire e Ausubel.

O artigo “O ensino de ciências naturais e cidadania sob a ótica de professores inseridos no programa de aceleração de aprendizagem da EJA – Educação de Jovens e Adultos”, de Santos e colaboradores (2005), revela um estudo realizado com 19 professores da Educação Básica de Aracaju que objetivou conhecer as concepções dos professores da EJA no que diz respeito à relação Ciências Naturais e cidadania, concluindo-se que há grande dificuldade por parte dos educadores em formar alunos cidadãos. Os próprios professores investigados possuem dificuldade quanto a sua função de educar para a cidadania, nesse sentido os autores comentam: “*o não reconhecimento por parte dos docentes do seu efetivo papel de colaborador para a concretização do exercício da cidadania*” (*op. cit.* p. 424). Em nossa proposta, também realizamos entrevistas com docentes da EJA da região do Vale do Rio dos Sinos, visando traçar um perfil dos professores de Física que atuam nesta modalidade de ensino e das concepções que norteiam sua ação educativa. Além disso, estávamos conscientes do nosso papel como professor da EJA em enfatizar a formação do cidadão.



No artigo "Educação em ciências e educação de jovens e adultos: pela necessidade do diálogo entre campos e práticas" (VILANOVA *et al.*, 2008) as autoras fazem uma reflexão sobre a relação do ensino de ciências e a EJA. Realizaram uma análise do material que subsidia os conteúdos de Ciências para a EJA em nível nacional. O objetivo do trabalho foi analisar a articulação do material com o discurso da Educação em Ciências e da EJA. Os resultados indicaram que a proposta curricular vem ao encontro dos Parâmetros Curriculares Nacionais. Nesse sentido, também buscamos informações tanto na legislação como nos PCN para procurar identificar as bases legais para esta modalidade de ensino e sua articulação com o ensino de Física.

## 5. TEORIAS DE APRENDIZAGEM

Esta pesquisa usou como referencial teórico as idéias de David Ausubel e Joseph Novak e de Paulo Freire. Estes teóricos apresentam concepções que são concordantes com o objetivo da proposta aqui apresentada:

- a estrutura cognitiva preexistente (Ausubel *et al.*, 1980) é importante e fundamental no processo ensino-aprendizagem;
- o conteúdo de Física deve ser significativo e relevante para o educando;
- o professor também é um aprendiz: “não há docência sem discência” (Freire, 2001).

Do ponto de vista pedagógico, a pesquisa foi fundamentada nas idéias de Paulo Freire, conhecido mundialmente pelo seu método na alfabetização de adultos. Portanto, suas idéias são uma ótima referência na Educação de Jovens e Adultos. Do ponto de vista psicológico o trabalho aproveitou-se da teoria de aprendizagem de David Ausubel e seu colaborador, Joseph Novak, para uma aprendizagem significativa a partir de *subsunçores* existentes na estrutura cognitiva dos educandos. Um “*subsunçor*” é um conceito ou uma idéia já existente na estrutura cognitiva do aluno, conceito esse que servirá de “*ancoradouro para a nova informação*” (MOREIRA; OSTERMANN, 1999), adquirindo desta maneira significado para o aluno. A aprendizagem significativa preconizada por Ausubel ocorre quando “*a nova informação adquire significado por interação com conceitos ou proposições relevantes preexistentes na estrutura cognitiva*” (*op. cit.* p. 62), sendo que esta relação deve ocorrer de maneira não-litera e não-arbitrária.

A aprendizagem significativa contrasta, fundamentalmente, com a aprendizagem mecânica, na medida em que, na primeira, a nova informação interage com algum *subsunçor*, enquanto que na segunda, não há nenhuma interação entre a nova informação e os conceitos ou proposições preexistentes na estrutura cognitiva do aluno. Um exemplo de aprendizagem mecânica é a memorização de um conteúdo sem qualquer fundamentação que lhe dê significado.

Existem algumas condições essenciais para a ocorrência da aprendizagem significativa. O professor deve averiguar os conhecimentos prévios dos alunos e ensinar a partir destes conhecimentos. Uma condição fundamental para a ocorrência da aprendizagem

significativa é que o material utilizado esteja relacionado com a estrutura cognitiva do aluno, de maneira não-literal e não-arbitrária, desta forma o material será considerado potencialmente significativo. Independente de o material ser potencialmente significativo ou não, para ocorrer a aprendizagem significativa o aprendiz deve ter predisposição em aprender de forma significativa, para tanto o aluno não pode ter a intenção de memorizar ou decorar o material, tal postura levará à aprendizagem mecânica, isto é, sem nenhuma relação da nova informação com a estrutura cognitiva do aprendiz.

Para facilitar a aprendizagem significativa, Ausubel preconiza os *organizadores prévios*, que são materiais a serem propostos antes da utilização do material de aprendizagem, servindo de ponte entre o conhecimento prévio e o material que pretendemos que seja potencialmente significativo.

Para Ausubel a *assimilação* do significado antigo e novo é o resultado decorrente da interação ocorrida entre a nova informação e a estrutura preexistente na estrutura cognitiva do aluno. A *assimilação* é um processo contínuo no qual uma nova informação é assimilada sob um *subsunçor*, ocorrendo mudanças na aprendizagem significativa. A *assimilação* entre a nova informação e o *subsunçor* obedece uma certa subordinação, ou seja, o novo conceito é subordinado ao conhecimento preexistente, essa aprendizagem Ausubel chama de *subordinada*.

Quando um novo conceito é mais geral do que os conceitos preexistentes e passa a assimilá-los a partir destes, ocorre a chamada *aprendizagem superordenada*. Já a *aprendizagem combinatória* ocorre quando os conceitos não estabelecem uma relação de subordinação ou de superordenação com a estrutura cognitiva preexistente, mas estabelecem relação não com um conceito específico relacionando-se com um conteúdo geral. Nesse sentido, Moreira (*op. cit.* p. 55) salienta: “A nova proposição não pode ser assimilada por outras já estabelecidas na estrutura cognitiva nem é capaz de assimilá-las. Esta situação dá origem ao aparecimento de significados combinatórios, ou à aprendizagem combinatória”. Um conceito geralmente presente na *aprendizagem subordinada* é a *diferenciação progressiva*, quando um novo conceito é aprendido por um processo de interação e ancoragem em um *subsunçor*, este por sua vez também se modifica, adquire novos significados e se diferenciando progressivamente. Em outra publicação, Moreira (2003, p. 160) comenta:

...quando um novo conceito ou proposição aprendido por subordinação, i. e., por um processo de interação e ancoragem em um conceito subsunçor, este também se modifica. A ocorrência desse processo uma ou mais vezes leva à diferenciação progressiva do conceito subsunçor. Na verdade este é um processo quase sempre presente na aprendizagem significativa subordinada.

Na *aprendizagem superordenada* e na *combinatória*, conceitos ou proposições estabelecidos na estrutura cognitiva são relacionados entre si, ou seja, novos conceitos são adquiridos e as informações da estrutura cognitiva preexistente reorganizam-se adquirindo novos significados. Este tipo de relação Ausubel denomina *reconciliação integrativa*. A *reconciliação integrativa* se dá pelo estabelecimento de relações entre conceitos já existentes na estrutura cognitiva, isto é, ocorre uma relação entre os *subsunçores*. Os *subsunçores* reorganizam-se e adquirem novos significados a partir destas novas relações.

A principal contribuição de Novak à teoria de aprendizagem significativa são os mapas conceituais, que são diagramas de relação hierárquica entre conceitos que refletem a estrutura de conceitos de certo conhecimento. Construir tais diagramas e refazê-los após análise e discussão são processos que facilitam a aprendizagem significativa. Os mapas conceituais também podem ser utilizados como instrumentos de avaliação, pois através dos mesmos é possível analisar e perceber a ligação que o aluno faz entre conceitos, dando uma noção de como está organizada a estrutura cognitiva do aluno sobre um determinado assunto. Para Moreira (2006, p.19):

na avaliação através de mapas conceituais a principal idéia é a de avaliar o que o aluno sabe em termos conceituais, isto é, como ele estrutura, hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina, integra, conceitos de uma determinada unidade de estudo, tópico, disciplina, etc..

Na Figura 5.1 apresentamos um mapa conceitual que construímos para representar a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel.

Já Paulo Freire sempre se preocupou com as questões sociais do educando e o verdadeiro papel do professor diante de alunos “oprimidos”<sup>2</sup>. A experiência do aluno é o ponto de partida do que Freire (2000) chama de “educação problematizadora”, isto é, uma educação que leva em consideração o contexto em que vive o aluno a fim de conhecê-lo e modificá-lo. No mesmo sentido Ausubel (1976) deixa clara a importância de conhecermos o

---

<sup>2</sup> Freire, em *Pedagogia do Oprimido*, faz uma discussão filosófica-política sobre a relação de dominação em nossa sociedade, que ele chama de relação opressor-oprimido.

que o aluno já sabe para, levando em consideração e tomando o conhecimento prévio como ponto de partida, modificar esse conhecimento: *“O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe”*.

A partir do seu entendimento de educação, Freire (2000) lança a idéia de “tema gerador”, um tema da realidade do aluno, que orienta o conteúdo programático a ser desenvolvido. O tema gerador é escolhido através de pesquisas que o educador faz na comunidade onde estão inseridos os alunos e deve partir de algo relevante para eles. Essa fase do processo, Freire chama de “investigação temática”.

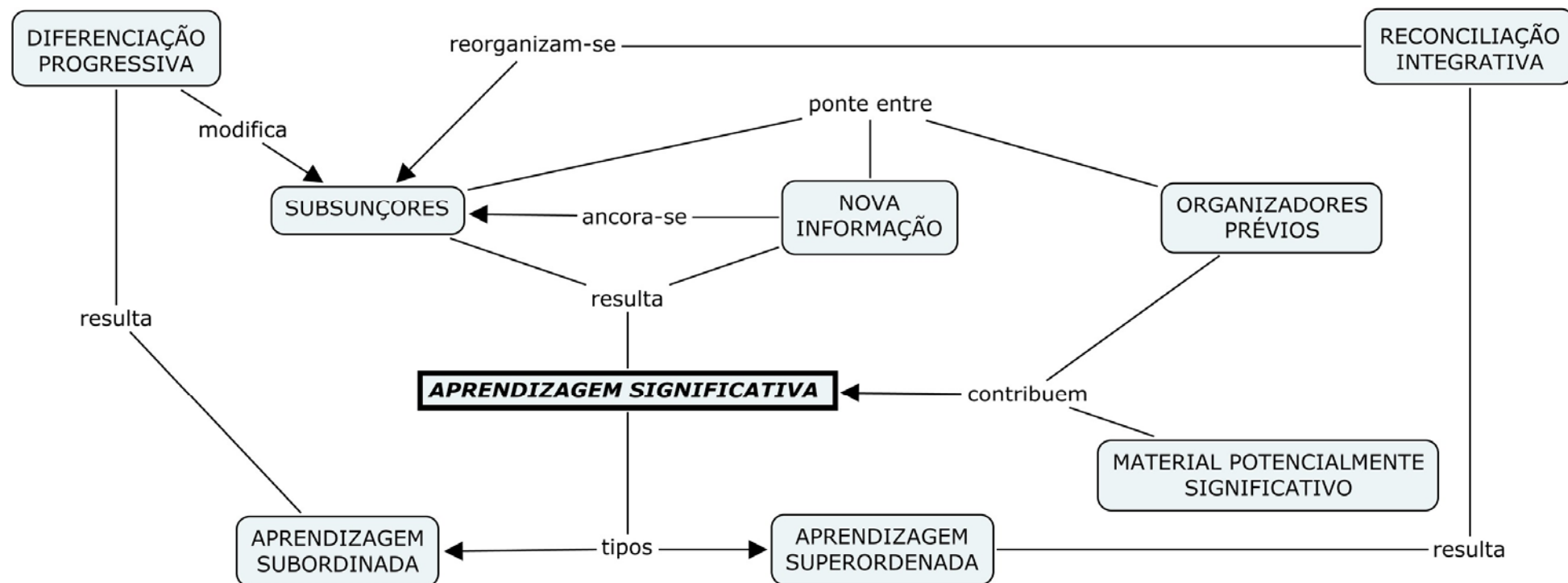


Figura 5.1 – Um mapa conceitual para a teoria da aprendizagem significativa.

Durante a aplicação do projeto o professor se coloca na condição de “educador-educando” pois aprende com os alunos e a comunidade. Sobretudo na Educação de Jovens e Adultos o professor não pode se colocar numa posição de dono absoluto do conhecimento ou como objeto principal do processo, pois o aluno também traz suas vivências e conhecimentos que serão compartilhados. O educador tem o conhecimento específico, mas que é um conhecimento relativo, assim como o conhecimento do aluno que também é relativo. Nesse sentido Freire (2003, p. 29) destaca:

Por isso, não podemos nos colocar na posição do ser superior que ensina um grupo de ignorantes, mas sim na posição humilde daquele que comunica um saber relativo a outros que possuem outro saber relativo. (É preciso saber reconhecer quando os educandos sabem mais e fazer com que eles também saibam com humildade).

Outro pressuposto apontado por Freire é que o ser humano é eternamente inacabado. O homem deve se colocar como sujeito de sua própria educação e não como objeto dela. A educação é contínua e visa à promoção humana, “*a educação tem caráter permanente*” (*op. cit.* p. 28).

Freire vê a educação na América Latina como sendo vertical, na qual o professor se coloca como o dono absoluto do conhecimento, aquele que ensina a outros que não possuem conhecimento. Sob este aspecto, o professor acredita que quanto mais informação ele transmite ao aluno mais o aluno aprende, nesse processo o aluno recebe passivamente e sem reflexão o conhecimento. Esta visão equivocada de educação Freire chama de “consciência bancária” na qual se acredita que “quanto mais se dá mais se sabe” (*op. cit.* p. 38). Este tipo de educação leva à aprendizagem mecânica, contrapondo-se à aprendizagem significativa proposta por Ausubel.

Na Figura 5.2 apresentamos nosso mapa conceitual para a teoria de aprendizagem de Paulo Freire.

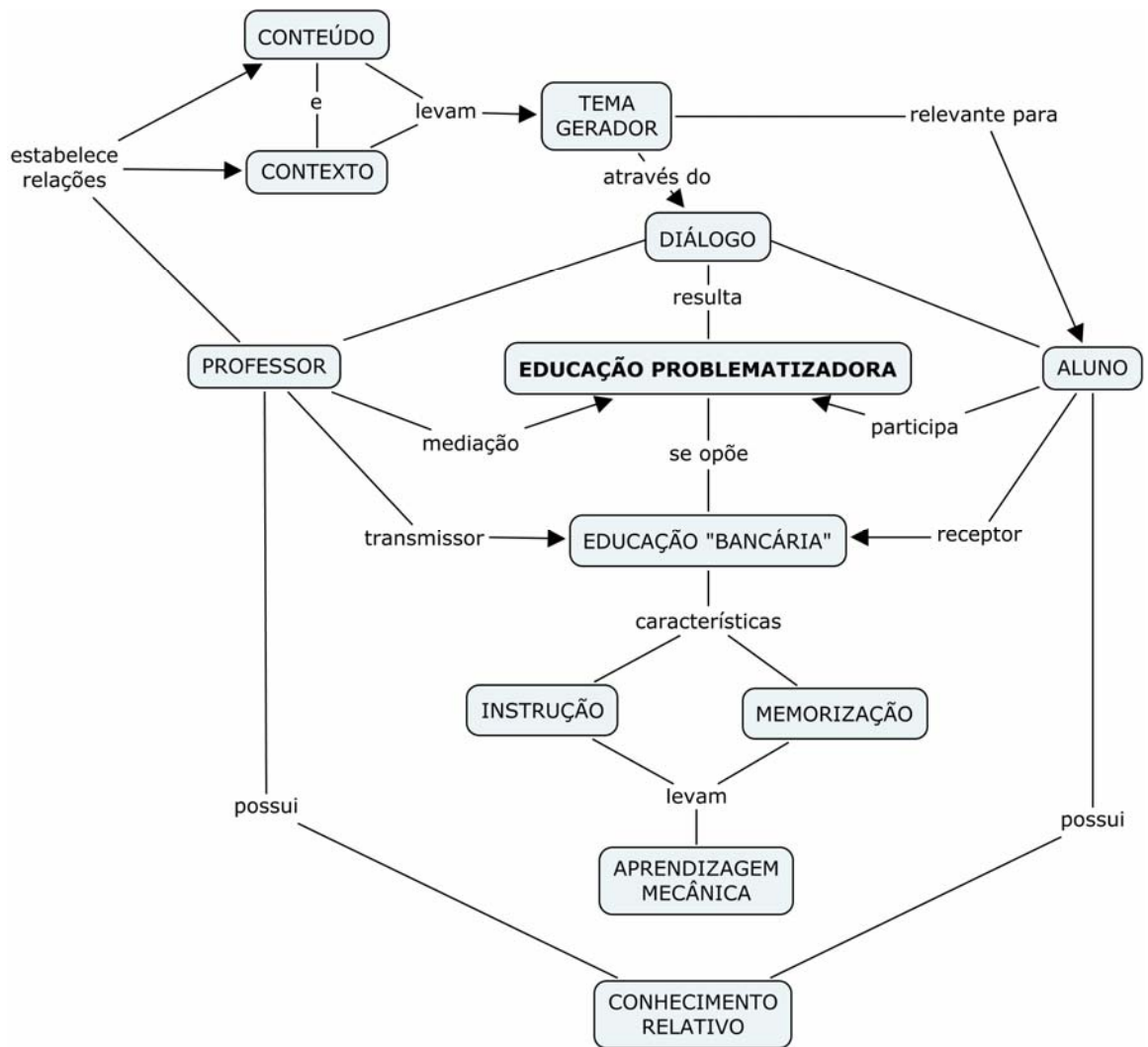


Figura 5.2 – Um mapa conceitual para a teoria de aprendizagem de Paulo Freire.



## 6. METODOLOGIA UTILIZADA

Antes da aplicação propriamente dita da proposta, buscamos informações sobre o ensino da EJA praticado em algumas escolas públicas e privadas da região do Vale do Rio dos Sinos, por meio do questionário, cujas questões já foram mencionadas no segundo capítulo desta dissertação (item 2.3). Nosso objetivo, como já foi descrito, era analisar o perfil do profissional de ensino de Física da EJA e traçar um comparativo com o Ensino Médio regular.

Levando em conta os conhecimentos profissionais do setor coureiro dos alunos da turma com quem realizamos a proposta, o tema gerador convergiu para o processo de produção do couro. Dentre as atividades propostas, à luz dos referenciais teóricos, aplicamos inicialmente um teste (Apêndice B), cujo conteúdo pretendia avaliar os conhecimentos prévios dos educandos sobre conceitos básicos de mecânica e de operações matemáticas.

Para fazer a “ponte” entre os conhecimentos prévios manifestados pelos alunos e as novas informações que seriam abordadas em aula, promovemos também uma saída de campo com os educandos a um curtume<sup>3</sup>. Antes disso, elaboramos um texto sobre as etapas da produção do couro (Apêndice C) que foi trabalhado em aula. Classificamos esse texto como um dos *organizadores prévios* previsto por Ausubel, pois como já mencionamos anteriormente estes materiais introdutórios, propostos antes da utilização do material de aprendizagem, servem de ponte entre o conhecimento prévio e o material que pretendemos que seja potencialmente significativo. Então, a partir do conhecimento de todas as etapas da produção do couro, apresentamos aos alunos uma proposta dos conteúdos de mecânica que seriam abordados durante o projeto; os tópicos seriam, especificamente, a cinemática e a dinâmica no movimento circular uniforme, aplicadas ao processo de produção do couro.

A aplicação do projeto teve duração de 4 (quatro) meses, com encontros semanais de duas horas-aula de duração, totalizando trinta horas.

Os conceitos-chave abordados durante a aplicação do projeto foram: período, frequência, velocidade linear, velocidade angular, aceleração centrípeta, as forças no movimento circular, a força resultante tangencial e a força resultante centrípeta. A partir do

---

<sup>3</sup> Indústria de beneficiamento e produção de peles e couros.

planejamento realizado, os tópicos de mecânica, sempre relacionados ao processo de produção do couro, foram abordados ao longo de aulas expositivas, incluindo atividades em grupos e individuais, apresentações de trabalhos, resolução de exercícios, elaboração de mapas conceituais e utilização de uma simulação computacional sobre o movimento circular uniforme.

O material didático utilizado nesse período foi variado. Devido a muitos alunos trabalharem em diferentes etapas da produção do couro, organizamos um pequeno texto — já citado — contendo todas as etapas do processo industrial, desde a chegada da pele ao estabelecimento até o acabamento. A utilização deste texto serviu para dar uma visão geral do processo a todos os alunos. Foram disponibilizados aos alunos textos sobre o movimento circular uniforme e as forças exercidas sobre a pele durante o processo de produção do couro. Também foram elaborados roteiros para as atividades práticas e para as que foram realizadas no laboratório de informática.

A informática foi utilizada como recurso didático através de apresentações de trabalhos em *PowerPoint*, bem como em uma atividade em duplas, utilizando uma simulação computacional desenvolvida no programa *Modellus*.

Ao final da aplicação do projeto, solicitamos aos alunos que respondessem a um teste individual (Apêndice J) abordando conceitos de mecânica, aplicados e contextualizados ao processo de produção do couro. O teste inicial e o teste final foram independentes, tanto em conteúdo como em objetivos: o primeiro visava avaliar o conhecimento prévio dos aprendizes, enquanto o segundo almejava avaliar o conhecimento dos alunos referente aos conteúdos trabalhados durante a aplicação do projeto.

## 6.1 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

A seguir apresentamos uma descrição detalhada das atividades desenvolvidas, bem como roteiros das atividades. A Tabela 6.1 apresenta a seqüência das atividades desenvolvidas.

DATA	ASSUNTO/ATIVIDADE
1ª semana	Aplicação do teste inicial
2ª semana	Etapas da produção do couro (material produzido pelo professor)
3ª semana	Saída de campo: visita ao curtume
4ª semana	Revisão de conteúdos pré-requisitos (correção em conjunto do teste inicial)
5ª semana	Continuação da revisão de conteúdos pré-requisitos (atividade lúdica sobre o Teorema de Pitágoras)
6ª semana	Cinemática do MCU no fulão (material produzido pelo professor e apresentação em <i>PowerPoint</i> )
7ª semana	Lista de problemas sobre MCU relacionados ao fulão
8ª semana	Resolução dos problemas no grande grupo (cada grupo resolve e explica a resolução de um problema)
9ª semana	Dinâmica do MCU no fulão (texto produzido pelo professor)
10ª semana	Elaboração de Mapas Conceituais (MC) em grupos (cinemática e dinâmica do MCU)
11ª semana	Apresentação e discussão dos MC
12ª semana	Elaboração dos MC finais de cada grupo no laboratório de informática com o programa <i>CMAP</i> .
13ª semana	Atividade prática no pátio da escola sobre o vetor velocidade (roteiro elaborado pelo professor)
14ª semana	Simulação computacional sobre a cinemática e dinâmica do MCU (roteiro elaborado pelo professor)
15ª semana	Teste final

Tabela 6.1. Cronograma de atividades.

### **6.1.1 Atividade 1 – O teste inicial**

Averiguar os conhecimentos prévios dos educandos é condição indispensável para alcançarmos a aprendizagem significativa. Para verificar os conhecimentos prévios dos alunos, identificar os *subsunçores* presentes na estrutura cognitiva e verificar eventuais lacunas na aprendizagem dos alunos, aplicamos o teste inicial (Apêndice B). Procuramos introduzir cada questão com um pequeno texto, para que o momento de verificação do conhecimento prévio também se tornar um momento de aprendizagem ou até mesmo de recordação de alguns conceitos para os alunos que estavam retornando aos estudos após longa parada.

Procuramos contemplar no teste alguns conceitos que julgamos fundamentais para a aplicação do projeto. Os conteúdos verificados foram os seguintes: grandezas escalares e vetoriais; módulo, direção e sentido de vetores; operações com vetores; força peso e massa, grandezas direta e inversamente proporcionais; regra de três simples; problemas de equações do 1º grau com duas variáveis; sistemas de equações do 1º grau e o Teorema de Pitágoras.

### **6.1.2 Atividade 2 – Texto sobre as etapas da produção do couro**

Em virtude de uma crise atual no setor coureiro e calçadista na região do Vale do Rio dos Sinos, alguns alunos tiveram que trocar de área de atuação profissional, muitos trocaram as indústrias coureiras pelo comércio ou procuraram outras atividades em outras cidades. Os alunos que trabalham em curtumes, operam em setores variados, logo, possuem o conhecimento específico de uma determinada etapa; outros, trabalham em funções administrativas e não apresentam conhecimentos da parte técnica da produção do couro. Em virtude dessa heterogeneidade desenvolvemos um texto sobre as etapas da produção do couro (Apêndice C), relatando desde a chegada da pele ao curtume até o acabamento. Este texto foi trabalhado com os alunos para dar uma visão geral de todo o processo de produção, já que durante a aplicação do projeto trabalhamos com praticamente todas as fases da produção.

### **6.1.3 Atividade 3 – Saída de campo ao curtume**

Como cada aluno trabalha em um setor da indústria de beneficiamento de couro realizamos uma saída de campo a um curtume para que todos pudessem ter uma visão mais ampla de todo o processo de produção do couro, desde a chegada da pele à indústria até o seu acabamento.

Durante a visita em cada local que passamos o aluno que trabalha no setor explicou ao grupo em que consistia o seu trabalho e os produtos químicos que eram colocados no interior do fulão<sup>4</sup> na etapa, bem como a frequência de rotação do fulão na mesma etapa. Neste momento da atividade colocamo-nos na condição de aprendizes, no qual percebemos mais uma vez para o que Paulo Freire chama a atenção, de que o conhecimento é relativo, e que todo espaço onde reunirem-se pessoas será um espaço de aprendizagem.

A Figura 6.1 apresenta a chegada do grupo ao curtume.



Figura 6.1 – Foto da turma na visita ao curtume.

---

<sup>4</sup> O *fulão* é um recipiente, normalmente cilíndrico, com eixo de simetria posicionado na horizontal, girando em torno desse eixo graças a um motor que o aciona através de um sistema de polias acopladas por correias. Seu objetivo é transformar a pele animal em couro através de ação mecânica.

#### 6.1.4 Atividade 4 – Atividade lúdica sobre o Teorema de Pitágoras

O teste inicial revelou uma falta de conhecimento de muitos alunos referente ao Teorema de Pitágoras<sup>5</sup>. No sentido de trabalhar este conteúdo, desenvolvemos uma atividade lúdica (ver Apêndice D) para envolver a turma em uma atividade prazerosa e que fosse uma ferramenta de forte potencial para a aprendizagem do Teorema de Pitágoras bem como outros conceitos referentes aos triângulos. Como o número de alunos é grande (40) procuramos colocar em cada grupo pelo menos um aluno que apresentou maior conhecimento deste conteúdo constatado no teste inicial para que este aluno trabalhasse como monitor do grupo auxiliando os colegas na atividade. As Figuras 6.2, 6.3 e 6.4 registram momentos dessa atividade em sala de aula.

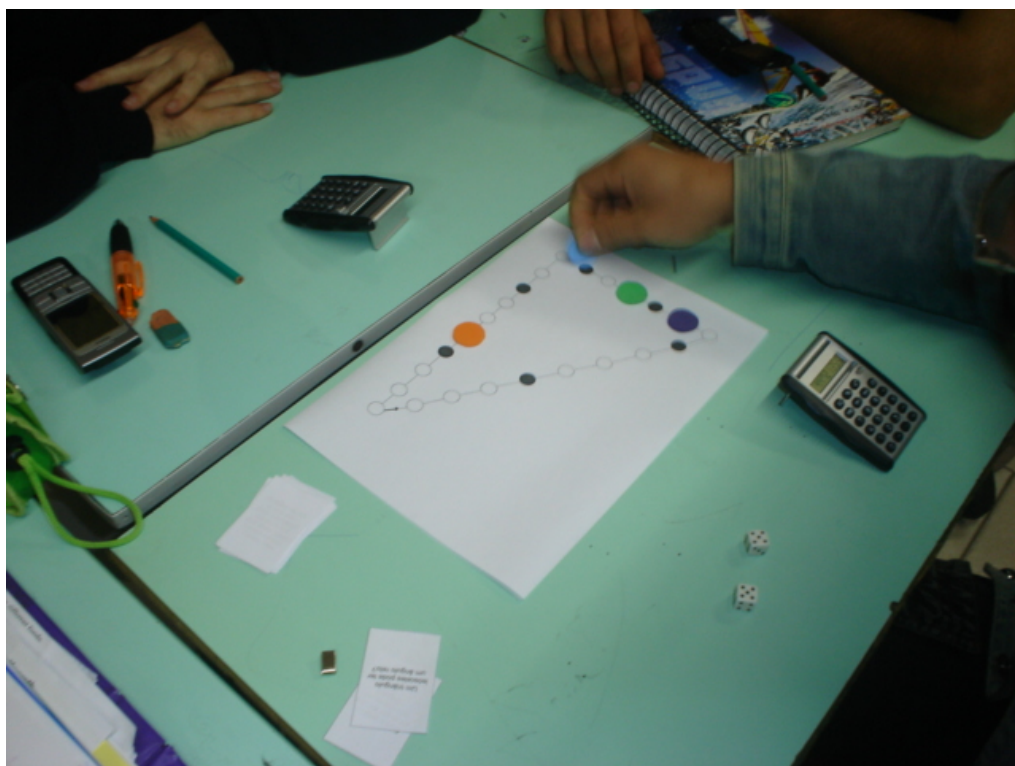


Figura 6.2 – Foto da atividade realizada em sala de aula.

---

<sup>5</sup> Operar com vetores, sobretudo vetores perpendiculares, faz-se necessário o conhecimento do Teorema de Pitágoras.





Figura 6.3 – Foto da turma realizando a atividade.



Figura 6.4 – Foto de um grupo realizando a atividade lúdica.

### **6.1.5 Atividade 5 – A cinemática do movimento circular uniforme**

Para trabalhar a cinemática no movimento circular uniforme utilizamos slides construídos no programa *PowerPoint*, os slides encontram-se no Apêndice E.

Os slides foram construídos no intuito de apresentar a cinemática do movimento circular uniforme sem a preocupação, inicialmente, com as forças envolvidas neste movimento. Definimos o movimento circular e apresentamos as características de um movimento uniforme. Introduzimos os conceitos de período, frequência, velocidade linear, velocidade angular e aceleração centrípeta. Definimos velocidade angular como sendo o quociente entre o ângulo descrito por um ponto do fulão, em relação ao centro de rotação, e o tempo gasto para descrevê-lo, a seguir demonstramos a relação da velocidade angular com a frequência e o período.

Também apresentamos a definição de um hertz (1 Hz) bem como a equivalência em rotações por minuto e a relação entre o período e a frequência. Os conceitos apresentados foram relacionados com o processo de produção do couro, mais especificamente no fulão. Também apresentamos figuras representando a direção dos vetores velocidade tangencial e aceleração centrípeta.

Nesta aula questionamos os alunos sobre o termo “uniforme” e reforçamos que o módulo da velocidade não varia, varia apenas a direção do vetor velocidade, sendo esta tangencial à trajetória em cada instante. Frisamos ainda que a aceleração que está associada à variação da direção do vetor velocidade é a aceleração centrípeta e que sua orientação é sempre na direção radial, apontando para o centro da trajetória. Também apresentamos uma figura mostrando que os vetores velocidade tangencial e aceleração centrípeta sempre são perpendiculares entre si.

### **6.1.6 Atividade 6 – Lista de exercícios sobre a cinemática do movimento circular uniforme**

Com o objetivo de trabalhar os conceitos discutidos na chamada Atividade 5, desenvolvemos uma lista de exercícios sobre a cinemática no movimento circular uniforme (Apêndice F). A lista foi resolvida em duplas e, após a resolução, os alunos realizaram a



correção no grande grupo. Procuramos trabalhar os conceitos contextualizados no dia-a-dia dos alunos, ou seja, questões relacionadas ao fulão.

Pretendemos com os exercícios questionar os alunos sobre alguns fatos como, por exemplo, se o fulão sempre executa um movimento uniforme bem como o significado físico de uma frequência de 1 Hz. Para facilitar a compreensão dos enunciados procuramos trabalhar com valores reais de período e frequência para cada etapa do processo de produção do couro. Os exercícios trazem questões nas quais os alunos devem utilizar equações bem como questões nas quais os alunos devem interpretar o significado físico do que se pede.

### **6.1.7 Atividade 7 – Texto sobre a dinâmica no movimento circular uniforme no fulão**

Elaboramos um texto que foi utilizado para trabalharmos as forças que são exercidas sobre a pele no fulão durante o movimento circular, dando ênfase à força resultante centrípeta em cada ponto da trajetória. O texto completo encontra-se no Apêndice G.

### **6.1.8 Atividade 8 – Utilização de mapas conceituais como instrumentos de avaliação**

Segundo Moreira (2006), mapas conceituais são diagramas que expressam relações entre conceitos através de uma hierarquia na distribuição destes conceitos. São diagramas que procuram mostrar relações hierárquicas entre conceitos de um corpo de conhecimento que derivam da própria estrutura conceitual desse corpo de conhecimento. Podem ser utilizados como instrumentos de avaliação da aprendizagem, pois através dos conceitos e da organização da estrutura dos mesmos o professor terá condições de identificar, com uma boa aproximação, como o conteúdo está organizado na estrutura cognitiva do aluno. Nesse sentido, ao término da unidade sobre a cinemática e a dinâmica no movimento circular uniforme, solicitamos aos alunos que, em grupos, construíssem mapas conceituais do conteúdo trabalhado. Os mapas foram primeiramente construídos no papel e apresentados pelos autores de cada grupo para toda a turma. Após a apresentação e discussão de cada mapa, os grupos construíram uma versão final do seu mapa. Não existe “o mapa conceitual” sobre o movimento circular uniforme, mas “um mapa conceitual” de tal movimento (MOREIRA, 2006), então, cada grupo construiu o mapa conceitual que representava a sua estrutura organizacional e hierárquica. As Figuras 6.5 e 6.6 apresentam as duas versões dos mapas conceituais do grupo 1 e as demais, até a Figura 6.10, as de outros grupos.

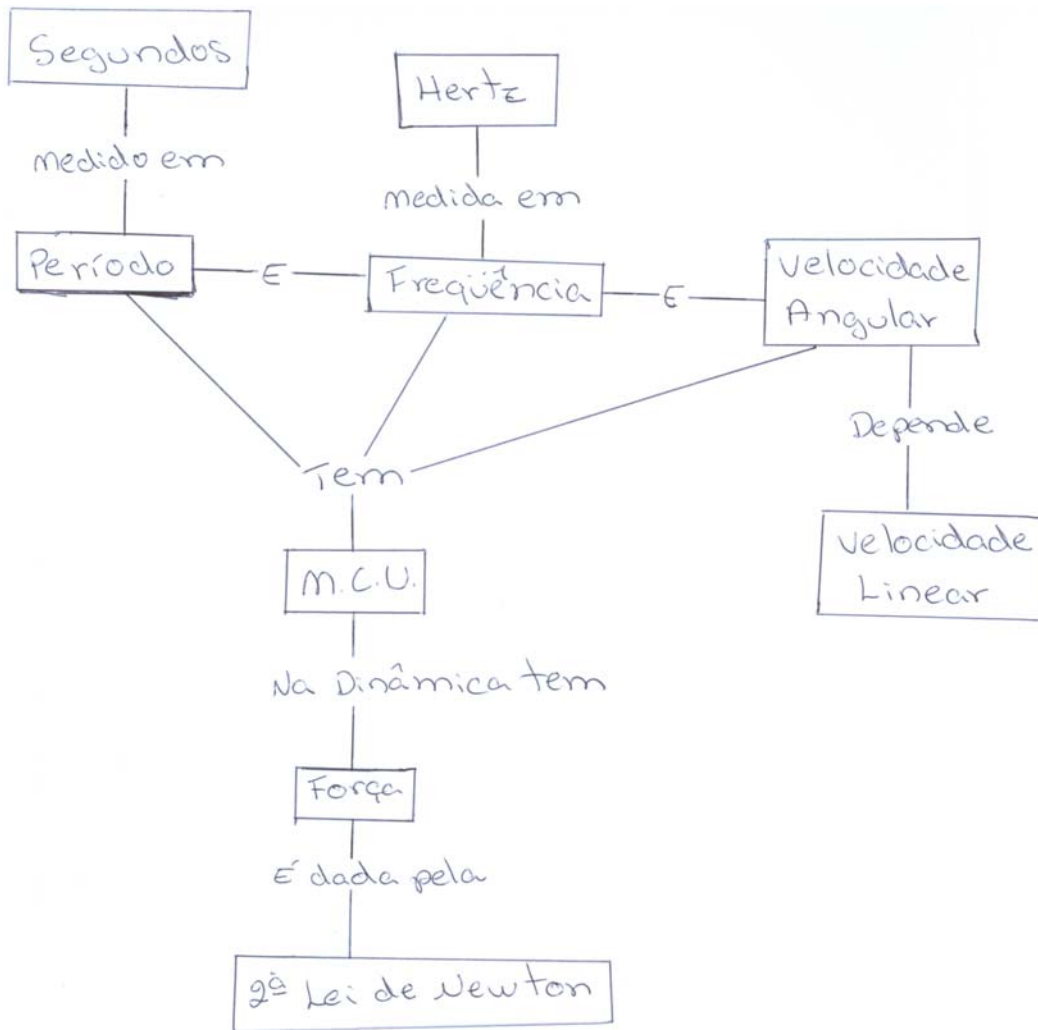


Figura 6.5 – Mapa conceitual inicial construído pelo grupo 1.

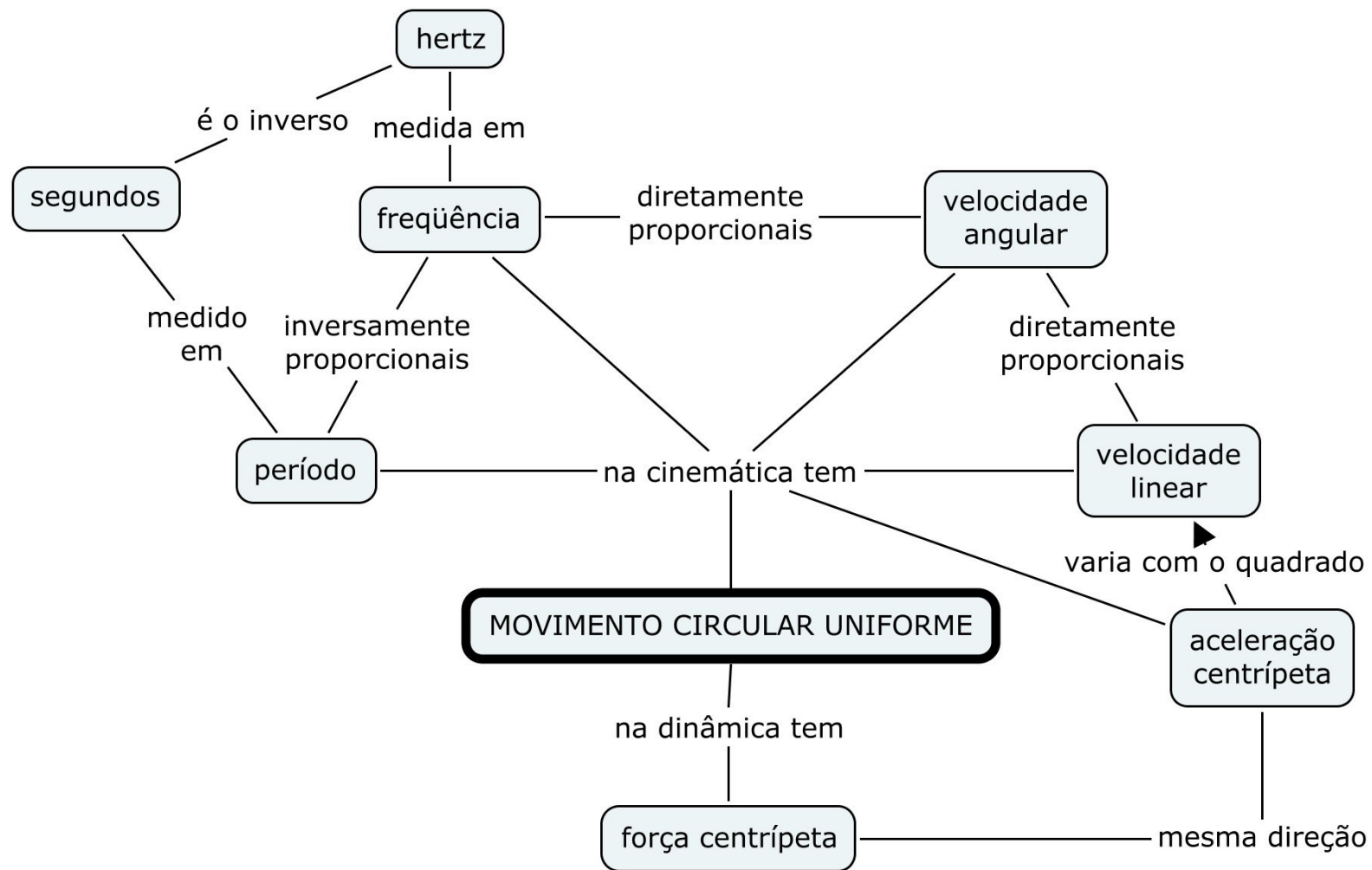


Figura 6.6 – Mapa conceitual final construído pelo grupo 1.

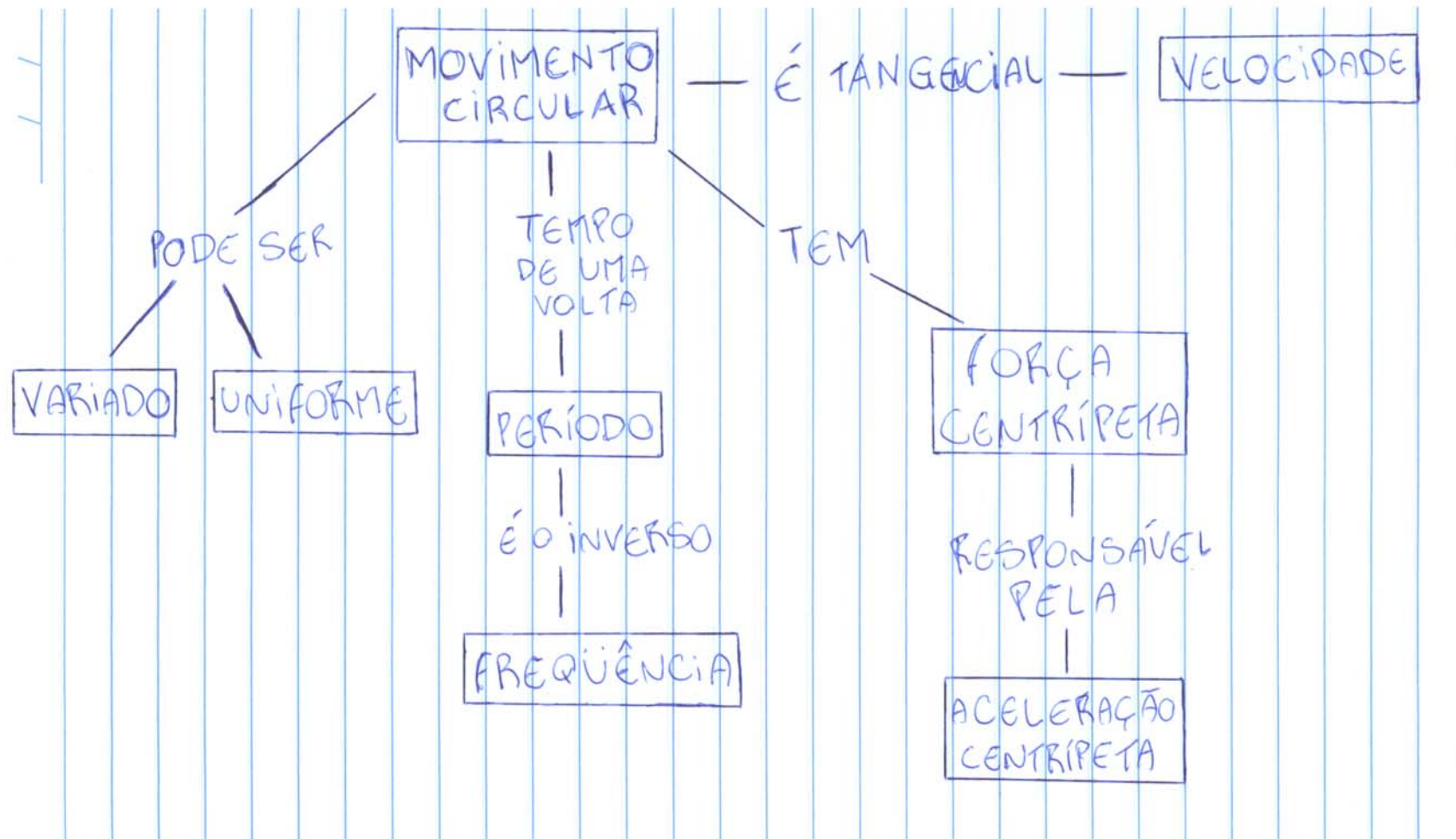


Figura 6.7 – Mapa conceitual inicial construído pelo grupo 2.

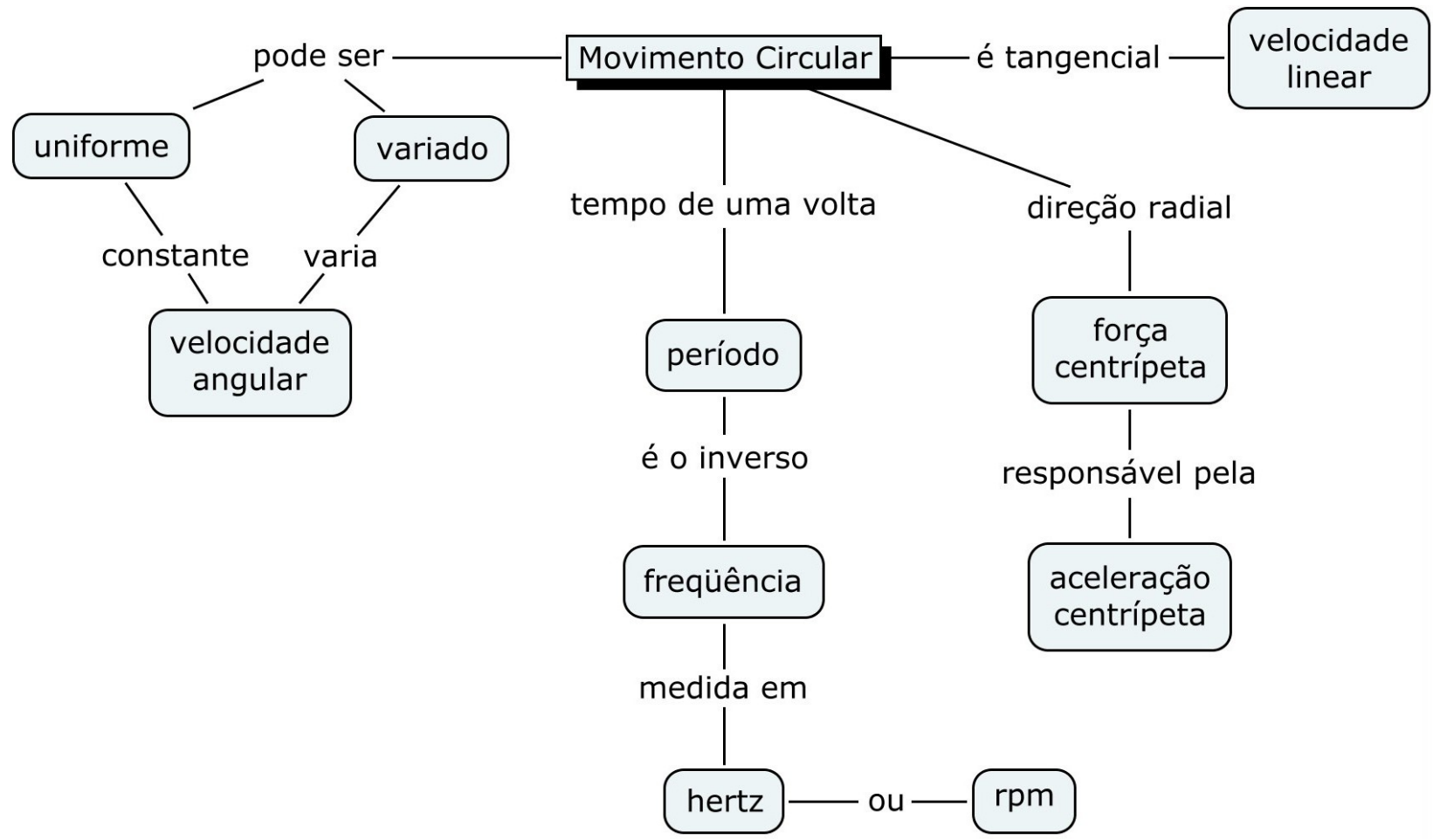


Figura 6.8 – Mapa conceitual final construído pelo grupo 2.

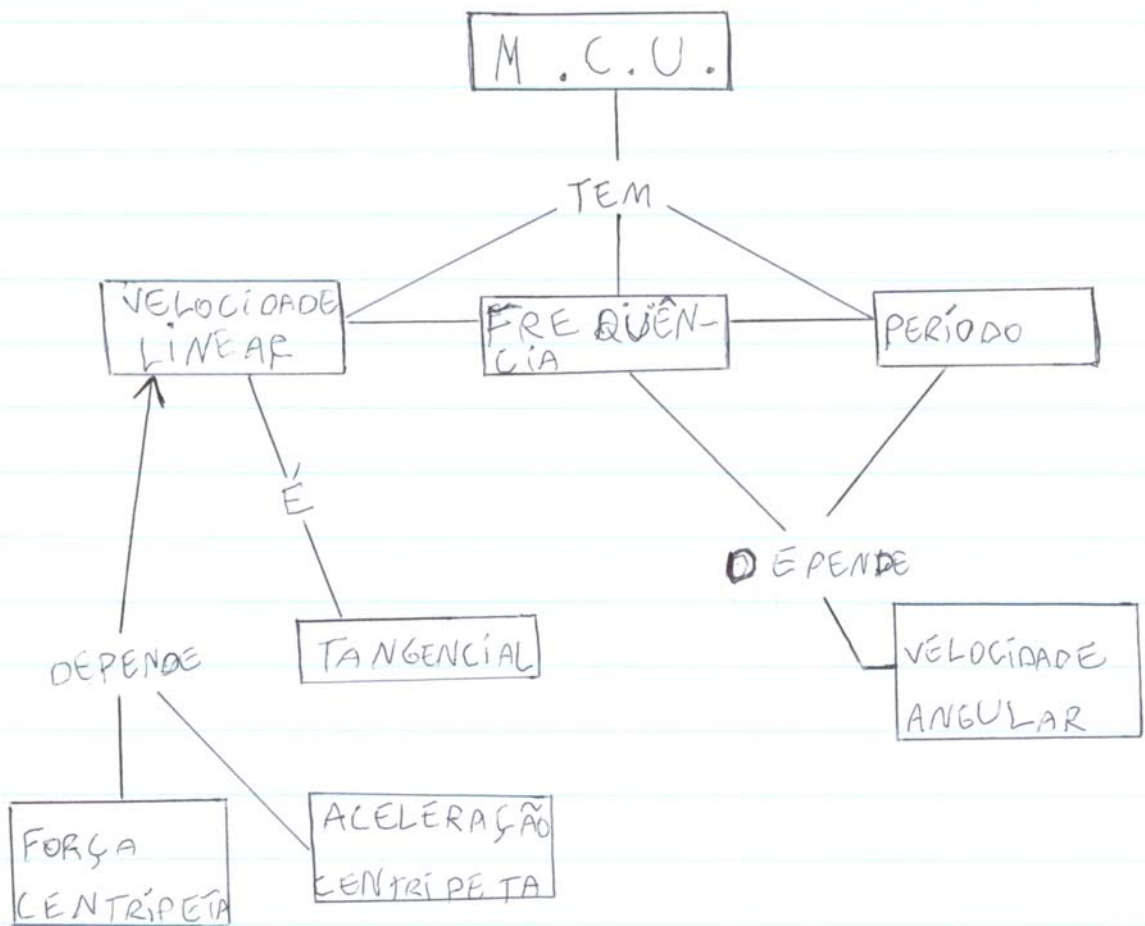


Figura 6.9 – Mapa conceitual inicial construído pelo grupo 3.

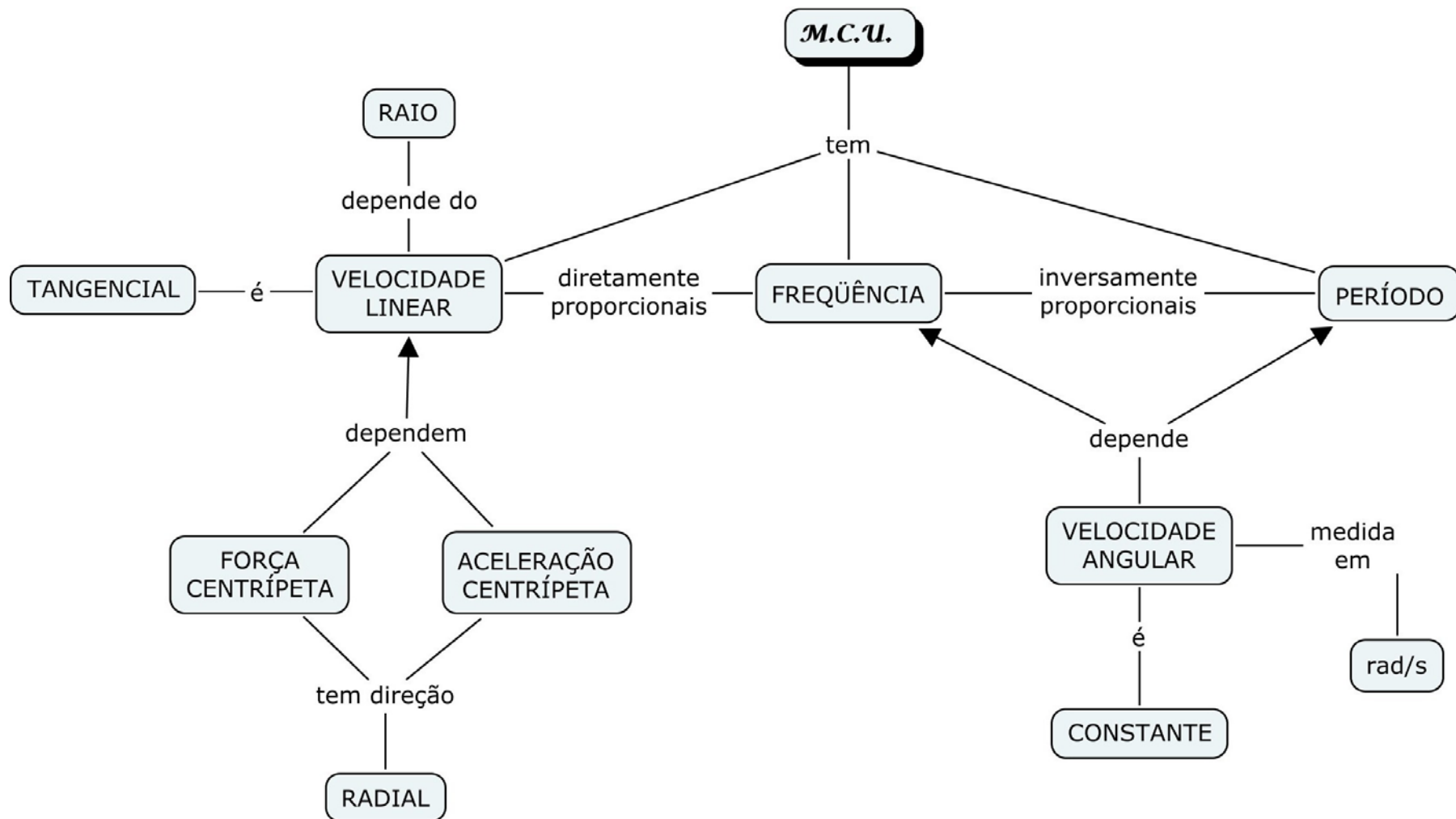


Figura 6.10 – Mapa conceitual final construído pelo grupo 3.

### **6.1.9 Atividade 9 – Atividade prática sobre a orientação do vetor velocidade**

Elaboramos um roteiro de duas atividades práticas que foram utilizadas para analisar a orientação (direção e sentido) do vetor velocidade de um objeto em movimento circular, bem como a consequência dessa orientação para a trajetória de um objeto imediatamente após “escapar” da trajetória circular.

Os objetivos das atividades práticas foram:

- Justificar que a direção do vetor velocidade de um objeto, descrevendo movimento circular, é tangente à trajetória (curva) descrita por ele por meio de experimento que proporcione a observação da trajetória assumida pelo objeto quando “escapa” do movimento circular.
- Reconhecer que após o “escape” da trajetória circular, a trajetória seguida é retilínea, conforme a primeira lei de Newton ou Lei da Inércia, desde que não haja força (força resultante nula) sobre o corpo.

O roteiro completo das atividades encontra-se no Apêndice H.

### **6.1.10 Atividade 10 – Utilização de uma simulação computacional construída no programa *Modellus***

Visando reforçar os conceitos trabalhados até o momento, desenvolvemos uma simulação computacional no programa *Modellus*. Dividimos a turma em duplas e a partir de um roteiro os alunos responderam a algumas questões previamente estabelecidas pelo professor. O roteiro completo encontra-se no Apêndice I.

Os objetivos da simulação foram:

- Compreender o significado de período e frequência;
- Operar com diferentes unidades de medida de frequência;
- Identificar os vetores: velocidade tangencial, força centrípeta e aceleração centrípeta.

Para modelar a simulação de um movimento circular uniforme utilizamos as equações que se encontram na janela “*Model*” da simulação. As equações bem como as condições



iniciais encontram-se na Figura 6.11. As Figuras 6.12 e 6.13 retratam algumas das duplas trabalhando.

The screenshot shows the MODELLUS software interface with the following components:

- Model Window:** Contains a list of differential equations:
 
$$\frac{dx}{dt} = vx$$

$$\frac{dy}{dt} = vy$$

$$\frac{dvx}{dt} = ax$$

$$\frac{dvy}{dt} = ay$$

$$ax = \frac{Fx}{m}$$

$$ay = \frac{Fy}{m}$$

$$Fx = -A \times vy$$

$$Fy = A \times vx$$

$$Fr = \sqrt{Fx^2 + Fy^2}$$

$$R = m \times \frac{vx^2 + vy^2}{Fr}$$
- Initial Conditions Window:** Contains two tables for 'case 1':
 

Parameters	
m	15.00
A	10.00

Initial values	
x	50.00
y	30.00
vx	20.00
vy	20.00

Figura 6.11 – Tela com as equações e condições iniciais.



Figura 6.12 – Alunos realizando a atividade no laboratório de informática.

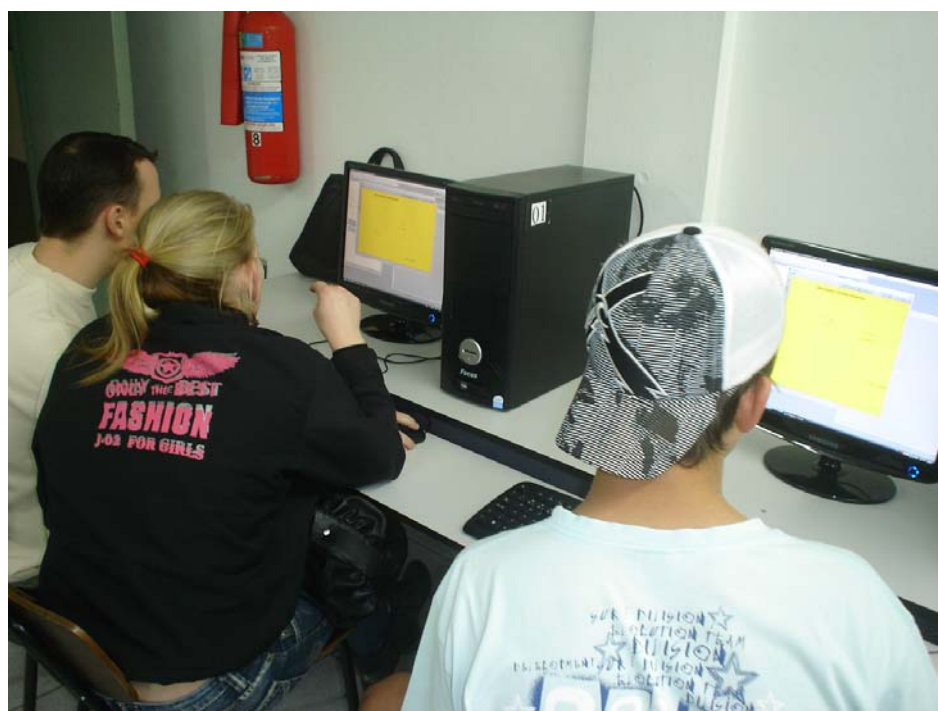


Figura 6.13 – Alunos realizando a atividade no laboratório de informática.

### 6.1.11 Atividade 11 – O teste final

No teste final, pretendemos retomar os conceitos desenvolvidos ao longo do período da pesquisa, propondo questões que deveriam ser respondidas individualmente, como no teste

inicial. Na verdade, o teste final foi apenas mais um instrumento de avaliação dentre os vários utilizados. Com exceção do teste inicial, todos os demais instrumentos que utilizamos foram realizados em grupos ou em duplas, este é o segundo material de produção individual dos alunos. Utilizamos também este teste para verificar a potencialidade do material instrucional desenvolvido ao longo do projeto bem como verificar a ocorrência da aprendizagem significativa. O teste final completo encontra-se no Apêndice J.

## 7. ANÁLISE DOS RESULTADOS DECORRENTES DA APLICAÇÃO DO PROJETO

Neste capítulo apresentaremos uma análise dos resultados decorrentes da aplicação da proposta à turma de Ensino Médio da Educação de Jovens e Adultos. Comentaremos o desempenho na avaliação para verificar o conhecimento prévio dos alunos bem como o desempenho nas atividades realizadas em grupo ou duplas e no teste final. Também realizaremos uma análise sobre os mapas conceituais construídos pelos educandos.

### 7.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO TESTE INICIAL E DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS EM GRUPOS

O teste inicial para verificar o conhecimento prévio dos alunos não objetivou “aferir” quanto os alunos sabiam, mas identificar os conhecimentos que julgamos necessários para desenvolvermos a proposta de trabalho nesta turma, isto é, identificar os *subsunçores* presentes na estrutura cognitiva que serviram de suporte para a nova informação. Constatamos através dos resultados que, apesar de muitos não terem o contato com o conteúdo apresentado, o texto introdutório em cada questão auxiliou na resolução das questões. Esse questionário também foi um momento de aprendizagem pois muitos comentaram que conseguiram entender a diferença entre grandezas escalares e vetoriais bem como a diferença entre peso e massa apenas com o texto introdutório da questão.

O que também nos chamou a atenção foi o desconhecimento dos alunos em alguns conhecimentos matemáticos básicos, como por exemplo, na questão 2 do teste inicial (Apêndice B), na qual ficou evidenciado que a maioria dos alunos não conhecia o Teorema de Pitágoras. Visando suprir as lacunas referentes a este conteúdo, propomos a atividade lúdica sobre o Teorema de Pitágoras (Apêndice D). Os resultados da atividade lúdica foram excelentes, todos os alunos se envolveram com empenho na realização do jogo. Através da aplicação do teorema e sobre perguntas referentes a triângulos conseguimos, de maneira lúdica, trabalhar tais lacunas constatadas no teste inicial. Os alunos comentaram que já conheciam o Teorema de Pitágoras, mas em virtude do longo período sem estudar, alguns mais de 20 anos, acabaram esquecendo de como utilizar o teorema. Segundo os alunos a atividade serviu para recapitular muitos conceitos que estavam esquecidos e para exercitar problemas com triângulos retângulos.

A visita ao curtume foi um momento de saída de campo, no qual os alunos acompanharam todo o processo de produção do couro, desde sua chegada ao estabelecimento até o acabamento. Oito alunos da turma trabalham na empresa em questão e serviram de “guias” no roteiro da visita. Cada aluno ficou encarregado de explicar uma das etapas da produção. Neste momento ficou evidenciado o que Freire (2003) chama de “*saber relativo*”. Os alunos demonstraram o conhecimento adquirido através da informalidade e de experiências profissionais.

Na aula em que utilizamos uma apresentação de slides em *PowerPoint* para apresentar os principais conceitos da cinemática do movimento circular (período, frequência, velocidade angular, velocidade linear e aceleração centrípeta) houve grande participação dos alunos, sobretudo de um aluno que atua como supervisor em um curtume. Os alunos ao longo da apresentação realizaram comentários estabelecendo relações dos conceitos que eram apresentados e o setor no qual trabalhavam na indústria. À medida que avançávamos nos slides os alunos exemplificavam o que estava sendo apresentado com algum fato do trabalho. Logo os alunos perceberam a relação entre período e frequência, e que o módulo da velocidade linear depende do raio da trajetória descrita pelo corpo que executa o movimento circular e da frequência/período. Antes mesmo de apresentarmos o slide que apresentava a relação da velocidade linear com a frequência um aluno fez a seguinte pergunta: “*Mas a velocidade linear depende da frequência?*”. Quando apresentamos a definição de velocidade angular comentamos que a mesma era medida no Sistema Internacional de Unidades em rad/s. Os alunos estranharam tal unidade, pois não conheciam a unidade de medida radiano. Paramos a apresentação de slides e mostramos aos alunos a relação entre as unidades de medida graus e radianos.

Após a apresentação de slides os alunos foram distribuídos em duplas e realizaram a lista de exercícios (Apêndice F) sobre a cinemática no movimento circular uniforme; nosso papel foi atendê-los em suas dúvidas.

Na questão 1 todos os alunos responderam que o fulão executa um movimento uniforme em apenas um determinado intervalo de tempo, pois o módulo da velocidade angular varia tanto no instante logo após o acionamento do motor até o fulão atingir uma velocidade constante; também quando o motor é desligado, o fulão leva alguns segundos até

parar, variando novamente o módulo da velocidade angular. Alguns alunos comentaram ainda que o fulão muda o sentido de rotação de tempos em tempos, e que em cada mudança no sentido de rotação novamente o movimento deixava de ser uniforme pois ocorria mudanças no módulo da velocidade angular.

Na questão 2, 65% dos alunos responderam que uma frequência de 1 Hz significa que o fulão executa uma rotação completa a cada segundo, já os demais alunos responderam que significa que o fulão executa 60 rotações por minuto. Ambas as respostas são coerentes, o primeiro grupo pensou na definição de 1 Hz, já o segundo grupo fez uma relação entre as unidades de medida Hz e rpm.

Na questão 3 todos os alunos responderam corretamente ao item *a*, conseguiram perceber a relação entre as unidades rpm e Hz. No item *b* todos os alunos apresentaram a relação  $T = \frac{1}{f}$ , porém 10% da turma encontrou o valor errado para o período, pois utilizaram o valor da frequência em rpm e apresentaram como unidade de medida da resposta do período o tempo em segundos. No item *c* todos os alunos encontraram corretamente o valor “30 voltas” o que nos fez concluir que o significado da unidade rpm ficou compreendido pelos alunos. O fato de apresentarmos um valor real para a frequência na fase da *purga*<sup>6</sup> foi fundamental para o acerto da questão, pois durante a atividade alguns alunos encontraram valores errados, mas devido à experiência profissional logo davam-se conta de que o valor encontrado estava equivocado.

Na questão 4 todos os alunos responderam corretamente aos itens *a*, *b*, *c*, *e* e *f*; todos desenvolveram suas respostas através de regra de três simples. O fato de utilizarem regra de três também foi um indicativo do entendimento do conceito de frequência pois conseguiram, novamente, estabelecer uma relação entre o tempo de uma volta e a frequência e não apenas uma mera memorização de fórmulas. Já no item *d*, 15% dos alunos apresentaram o valor errado pois na expressão  $v = 2\pi Rf$ , utilizaram ao invés do valor 1 m para o raio utilizaram o valor 2 m, que era o valor do diâmetro fornecido na questão. Percebemos nesta questão que alguns alunos apresentavam uma confusão entre os conceitos de raio e de diâmetro.

---

<sup>6</sup> Purga é uma operação de limpeza no *fulão* consistindo em tratar as peles com enzimas atuantes sobre alguns tipos de proteínas interfibrilares que não são desejáveis no processo de curtimento.

Na questão 5, 10% dos alunos responderam que um ponto situado na periferia do fulão apresenta velocidade angular maior em relação a um ponto mais próximo ao eixo de rotação. Após analisarmos estas respostas, conversamos com os alunos e percebemos que houve uma confusão entre os conceitos de velocidade angular e velocidade linear, pois a resposta apresentada estaria correta caso a pergunta fosse a respeito da velocidade linear. Já os demais alunos apresentaram respostas coerentes, envolvendo dois tipos de justificativas: em um deles, diziam que a velocidade angular não depende do raio da trajetória e, no outro diziam que em qualquer ponto do fulão o módulo da velocidade angular deveria ser o mesmo. Alguns alunos ainda apresentaram a expressão  $\omega = 2\pi f$  para justificar que o módulo da velocidade angular não depende do raio da trajetória descrita.

Na aula em que utilizamos a simulação computacional, construída no programa *Modellus*, algumas duplas tiveram certa dificuldade no uso do computador tendo em vista que esses alunos nunca haviam trabalhado com um computador. Com exceção das questões 4.3 e 4.4 do roteiro todas as demais questões foram respondidas corretamente por todas as duplas, porém algumas duplas demoraram mais tempo do que o previsto em virtude da falta de habilidade no uso do computador. Apenas uma dupla não conseguiu identificar corretamente qual grandeza física estava sendo representada pelos vetores de cor azul e vermelha na simulação. Acreditamos que esta aula foi importante não apenas pela utilização da simulação, que permitiu reforçar alguns conceitos do MCU, como também serviu para que alguns alunos tivessem o primeiro contato com o uso de uma ferramenta computacional.

Antes de realizarmos a atividade prática, abordamos uma discussão inicial sobre a direção do vetor velocidade de um corpo que executa um movimento circular e a possível trajetória descrita por este corpo quando “escapa” da trajetória. Como já havíamos frisado nas aulas anteriores que a velocidade é tangencial em cada ponto da trajetória, todos os alunos concordaram que a velocidade de um corpo em MCU teria essa direção. Em relação à direção do movimento deste corpo ao escapar da trajetória circular, as respostas foram variadas. Alguns alunos acreditavam que o corpo descreveria uma espécie de espiral ao escapar da trajetória, já outros alunos acreditavam que o corpo descreveria uma curva após sair da trajetória circular. A minoria dos alunos comentou que o corpo descreveria uma reta mas não souberam justificar. Esse tipo de expectativa é esperado, como demonstram estudos sobre concepções alternativas em mecânica, especialmente no tema que era discutido, como nos artigos de Clement (1983) e de Silveira (1992).

Após a realização das duas atividades, os alunos foram reunidos novamente e foram questionados se os resultados obtidos através dos experimentos estavam de acordo com as respostas iniciais. Se no primeiro experimento os alunos comentaram que não ficou muito nítido a direção do vetor velocidade, alguns não conseguindo perceber a direção em que a borracha saía, no segundo experimento, a direção do movimento da bolinha de gude não deixou dúvidas, pois a bolinha deixou um rastro de tinta. Comentamos com eles que conseguimos perceber pelo experimento II não apenas que a velocidade é tangencial à trajetória como também comprovamos a 1ª Lei de Newton pois o corpo passou a descrever uma trajetória perfeitamente retilínea e foi diminuindo sua velocidade apenas pelo atrito com a superfície.

## 7.2 ANÁLISE DOS MAPAS CONCEITUAIS CONSTRUÍDOS EM GRUPOS

Após trabalharmos o texto sobre a dinâmica do movimento circular uniforme, os alunos passaram a construir os mapas conceituais sobre o MCU. Percebemos que, na versão inicial dos mapas, os principais conceitos apareceram, porém o uso de conectores adequados não foi bem explorado. A própria falta de hábito em construir mapas conceituais foi o principal obstáculo a ser superado pelos alunos; afinal, foram os primeiros mapas construídos por eles. Utilizamos exemplos de mapas conceituais de outros conteúdos para mostrar as características de um mapa conceitual. A discussão dos mapas foi um momento importante do projeto, propiciando, durante a explanação de cada grupo a seus pares, que esses colegas participassem com críticas e/ou sugestões de alterações nos mapas. Os alunos, durante a apresentação, defendiam o mapa construído. Em todas as apresentações houve debate e discussão, contribuindo muito para a melhor elaboração dos mapas finais. Todos os mapas finais apresentaram os conceitos que julgamos fundamentais sobre o tema, apresentando também em cada mapa alterações nos conectores e a devida utilização de setas, o que auxiliou na organização da relação entre os conceitos. Este instrumento de avaliação foi importantíssimo para analisarmos a estrutura organizacional dos conceitos estabelecidos pelos alunos. Muitos alunos possuem dificuldades no uso da matemática, errando operações básicas em alguns exercícios, mas nos mapas isso não ocorre. Desta forma temos uma boa idéia de como os alunos hierarquizam e organizam os principais conceitos em sua estrutura cognitiva.



### 7.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO TESTE FINAL

Na questão 1, tivemos respostas de três tipos. Metade dos alunos respondeu que iniciaria explicando a um colega o conceito de período, que é o tempo gasto para o fulão efetuar uma volta e que a frequência é o inverso deste valor. Já 40% dos alunos responderam que frequência é o número de voltas efetuadas a cada segundo e que período é o tempo gasto para o fulão efetuar uma volta completa. Estes dois grupos utilizaram exatamente a mesma expressão para explicar o significado do período, explicando o conceito de frequência de maneiras diferentes. Os 10% restantes responderam que frequência é o tempo que o fulão leva para efetuar uma volta completa e o período é o inverso desse valor. Constatamos portanto que 60% (50% + 10%) dos alunos relacionou o período e a frequência como sendo grandezas inversamente proporcionais. Percebemos que apenas 10% dos alunos não definiram corretamente o conceito de frequência, o que parece indicar que o entendimento dos conceitos de frequência e de período estava relativamente claro para os alunos.

No item *a* da questão 2, todos os alunos tentaram encontrar a frequência em rpm através de uma regra de três simples, porém 10% dos alunos estruturou de maneira equivocada a ordem dos números na regra. Ao invés de dividirem 192 por 8, dividiram 8 por 192. Este erro merece destaque pois percebemos que apesar de serem alunos de Ensino Médio, apresentam dificuldades em usar uma regra de três, faltando-lhes também a crítica sobre o valor encontrado, pois era incompatível com a frequência real de um fulão. Desta vez não avaliaram o resultado numérico encontrado, como tinham feito durante a resolução de problemas em aula. Já no item *b*, todos os alunos dividiram o valor encontrado no item *a* para encontrar a frequência em Hz, porém, obviamente, os 10% que haviam errado o valor da frequência em rpm, também erraram este item. O mesmo aconteceu com o cálculo do período, todos relacionaram o período com o inverso da frequência em Hz, porém, novamente, os mesmos 10% utilizaram o mesmo valor “errado” no item *b*.

Na questão 3, houve dois tipos de respostas, julgadas ambas coerentes, porém expressando o mesmo significado de duas maneiras distintas. Uma das respostas dada dizia que 0,25 Hz significa que o fulão executa  $\frac{1}{4}$  de volta a cada segundo. A outra resposta dizia que o fulão executa 15 voltas a cada minuto. De acordo com as respostas desta questão julgamos ser de conhecimento dos alunos o significado de frequência bem como da unidade de medida hertz.

No item *a* da questão 4, as respostas estiveram distribuídas em três grupos: 70% dos alunos fizeram uma regra de três simples partindo do pressuposto de que 1 Hz equivale a 60 rpm, porém nesta questão todos os alunos acertaram a montagem e resolução da regra de três. 20% dos alunos utilizaram uma regra de três simples, porém a elaboração da regra foi através de que o fulão executa 15 voltas a cada 60 s e calcularam quantas voltas ele efetua em 1 s. Já 7,5% dos alunos encontraram o valor errôneo de 4 Hz; este grupo não apresentou uma regra de três, apenas dividiu 60 por 15; acreditamos que tenha acontecido o que outros trabalhos já haviam demonstrado: o uso acrítico de um procedimento mecânico (COSTA; MOREIRA, 2001). Os 2,5% restantes não responderam à questão 4 em todos os itens. No item *b*, todos os alunos que responderam à questão apresentaram a relação  $T = \frac{1}{f}$ , porém 5% destes alunos utilizaram o valor da frequência em rpm e apresentaram na resposta o período medido em segundos, como já havia acontecido com 10% dos alunos na resolução da lista de exercícios. Nos itens *c* e *d* todos os alunos apresentaram as expressões  $v = 2\pi Rf$  para a velocidade linear e  $\omega = 2\pi f$  para a velocidade angular, porém os 7,5% que haviam errado o valor da frequência, obviamente, erraram também as respostas destes dois itens. Outro fato que nos chamou atenção foi que alguns alunos apresentaram o valor da velocidade angular com a unidade de medida m/s ou não colocaram unidade de medida. Novamente, como já havíamos percebido na apresentação de slides sobre a cinemática no MCU, os alunos ainda apresentaram dúvidas quanto à unidade de medida radiano. Já no item *e*, 62,5% dos alunos encontraram o valor correto para a aceleração centrípeta, 2,5% não responderam, 7,5% não elevaram a velocidade ao quadrado na expressão da aceleração centrípeta e os 27,5% restantes utilizaram o valor da velocidade angular ao invés de utilizar a velocidade linear na expressão  $a_c = \frac{v^2}{R}$ . Este item foi o que apresentou o menor índice de acertos, o principal motivo verificado foi que houve uma confusão entre os conceitos velocidade linear e velocidade angular.

Na questão 5, 12,5% dos alunos não responderam à questão; 62,5% dos alunos representaram corretamente os vetores velocidade, aceleração centrípeta e força resultante centrípeta. Os 25% restantes dos alunos representaram corretamente os vetores velocidade, porém representaram de maneira equivocada os vetores aceleração e força centrípeta. Constatamos nesta questão que 87,5% dos alunos representou corretamente o vetor velocidade tangencial, já 37,5% dos alunos não representou ou apresentou de maneira errada

os vetores aceleração e força resultante centrípeta. Podemos observar nos valores apresentados que os mesmos alunos que representaram equivocadamente o vetor aceleração centrípeta também representaram errado o vetor força resultante centrípeta.

A questão 6 foi elaborada objetivando verificar se houve uma transposição das situações de MCU para outros exemplos diferentes do movimento do fulão; 5% dos alunos não responderam à questão e 65% dos alunos apresentaram de maneira correta o valor da aceleração centrípeta em  $m/s^2$ . Já os 30% restantes dos alunos utilizaram o valor do raio da órbita em km e apresentaram como unidade de medida para a aceleração centrípeta  $m/s^2$ . Percebemos, através dos resultados apresentados, um indício de que houve a aprendizagem significativa por parte de 65% dos alunos, pois houve uma transposição para outras situações diferentes daquelas trabalhadas em aula. Sobre os testes para verificar a ocorrência da aprendizagem significativa Moreira (1999, p. 52) comenta: *“devem ser escritos de maneira diferente e apresentados em um contexto, de certa forma, diferente daquele originalmente encontrado no material instrucional”*.

Na questão 7, perguntamos em quais situações cotidianas o aluno consegue identificar onde a Física está presente. As respostas foram bem variadas, mas todos os alunos citaram a presença da Física no trabalho, citando exemplos de movimentos circulares não apenas do fulão como de rodas de automóveis e bicicletas. Reproduzimos a seguir a resposta do aluno J. I. S.: *“A Física está presente em muitas situações do meu dia-a-dia. Na luz solar, no som que escuto, nos carros que andam e até na bicicleta que vou para o trabalho. As rodas das bicicletas e dos carros fazem um movimento circular, só que não é uniforme pois a velocidade deles varia muito.”* Percebemos nesta resposta que o aluno conseguiu citar outros exemplos trabalhados no decorrer do ano mas deu ênfase aos exemplos de movimentos circulares que foram o tema da proposta do projeto. O gráfico da Figura 7.1 mostra a frequência de ocorrência das respostas da questão 7, sendo que 39 alunos responderam ao teste e um aluno deixou o teste em branco. A seguir apresentamos outras respostas para esta questão.

*“A Física está presente sempre! Na eletricidade, nas ondas, nos movimentos, em tudo. Consegui perceber com as aulas de Física que até no meu trabalho ela está presente. No curtume onde trabalho temos mais de 30 fulões e todos eles executam movimentos circulares.*

*Consegui aprender muitas coisas sobre este tipo de movimento e que a Física está presente em tudo mesmo.” (A.N.N.)*

*“Eu nunca imaginei que Física fosse assim. Sempre me diziam que Física era só fazer cálculos com um monte de fórmulas. Eu nunca imaginei que até no meu trabalho a Física estava presente. Os fulões fazem movimentos circulares que estudamos muito, mas também outras coisas, como ventiladores, rodas de bicicleta e carros, e até os ponteiros de um relógio.” (N.L.H.B.)*

*“Acho que a Física está presente em tudo. Antes de ter estas aulas eu achava que Física era parecido com Matemática mas vi que fazemos bastante cálculos mas não só isso. No curtume onde trabalho tem Física em tudo, consegui aprender o que é período e frequência de um fulão e outras coisas sobre o movimento circular.” (M.L.S.O.)*

*“No meu dia-a-dia a Física está presente em todos os tipos de movimentos, aqueles que fazem movimentos retilíneos e os que fazem movimentos circulares, como nos fulões.” (C.L.S.)*

*“Atualmente estou desempregado e não trabalho nos curtumes, consegui perceber na visita que realizamos no curtume que a Física está presente em tudo lá, em todas as fases da produção. No meu dia-a-dia a Física está presente no movimento dos automóveis, motocicletas e bicicletas. Também está presente nos fornos de microondas, telefones celulares, rádios e televisões.” (F.H.S.)*

*“Acho que a Física está presente em todas as indústrias de couro e também nos movimentos dos planetas ao redor do Sol e da Lua ao redor da Terra.” (V.S.W.)*

*“Estudamos muito os movimentos circulares e como eles estão presentes no nosso dia-a-dia. Por exemplo, em um fulão, rodas de automóveis, planetas que giram, um carrossel num parque de diversão, etc.” (J.S.F.)*

*“A Física está presente em muitos exemplos, praticamente tudo. Não apenas nos movimentos circulares dos fulões mas em outras coisas também como um ventilador que gira ou o movimento dos planetas.” (L.L.Z.)*

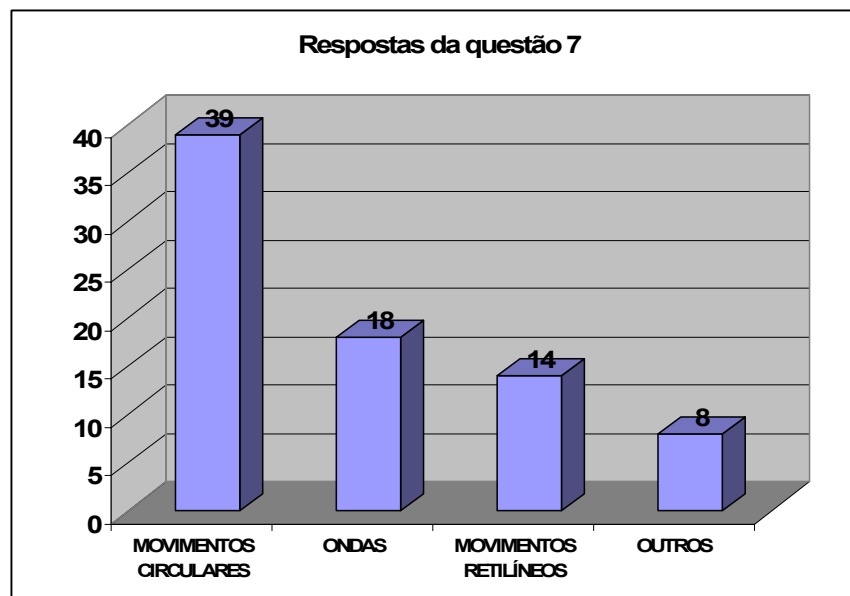


Figura 7.1 – Frequência de ocorrência das respostas da questão 7.

A questão 8 objetivou perceber as expectativas de futuro dos alunos de maneira a expandirem seu conhecimento. Observamos que a grande maioria dos alunos (26) não pretende realizar curso superior; a justificativa apresentada foi no sentido de que uma graduação leva muitos anos para ser concluída e que eles não são mais jovens para um curso tão longo. Os alunos mais jovens pretendem ingressar em um curso superior já no ano de 2009, sendo que a área que apresentou maior frequência de respostas foi a das engenharias. Outro grupo de alunos pretende ingressar em um curso técnico, sendo as áreas preferidas da indústria de calçado, comércio e informática. Alguns alunos também escreveram que pretendem realizar algum curso de idiomas. Já um número pequeno de alunos (apenas 3) respondeu que não pretende continuar os estudos e que está contente com a conclusão do Ensino Médio. O gráfico da Figura 7.2 representa os percentuais das respostas apresentadas pelos alunos na questão 8.

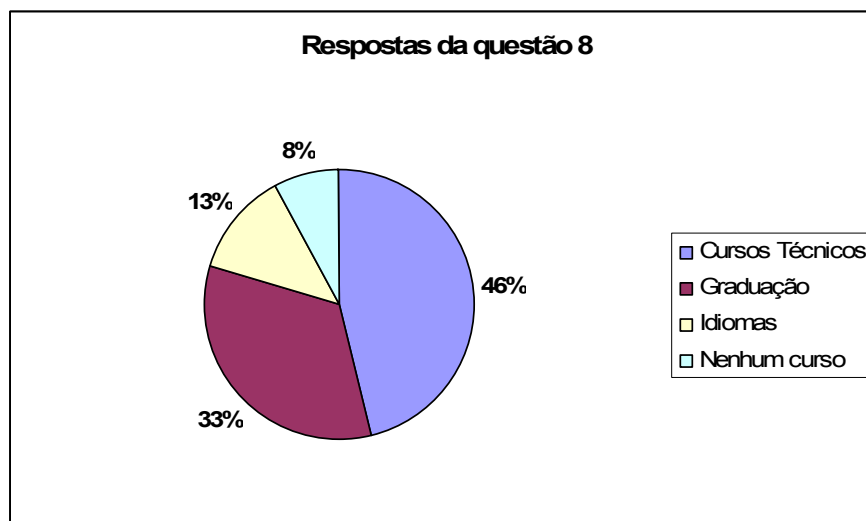


Figura 7.2 – Gráfico de percentuais da distribuição de respostas da questão 8.

De maneira geral os resultados do teste final foram acima da expectativa. Em anos anteriores os alunos não apresentavam bom rendimento no conteúdo movimento circular. Apresentamos uma análise de cada questão e percebemos que no geral os resultados apresentados são muito positivos. A média geral da turma no teste final foi de 87,5% de ocorrência de respostas coerentes. Desta maneira, percebemos que o material apresentado e as relações do conteúdo apresentado com situações cotidianas foram fundamentais para o bom desempenho dos alunos no projeto.

## 7.4 SOBRE A AVALIAÇÃO

Na escola onde aplicamos a proposta de ensino, o ano letivo é dividido em três trimestres, sendo que em cada um a nota máxima é 100 (cem) pontos. Ao final do ano letivo será promovido o aluno que atingir um somatório de, no mínimo, 180 pontos, pois ficaria com a média 60, nota mínima para aprovação. A avaliação na escola nunca foi um consenso; a cada ano se mudam pesos e instrumentos de avaliação. Para o ano letivo de 2008 ficou estabelecido pela escola que 15% da nota seria referente a aspectos formativos do aluno, considerando, sobretudo sua responsabilidade com as atividades escolares; no Anexo B apresentamos a ficha de avaliação dos aspectos formativos. Os demais 85 pontos são referentes a aspectos cognitivos.

Para a nossa proposta de trabalho a participação e a realização das atividades em grupo ou duplas foram o que os aspectos que mais prevaleceram na nota. Na primeira aula comunicamos aos alunos que seria atribuído um total de 60 pontos para a realização das atividades propostas em grupos e os demais 25 pontos seriam atribuídos ao teste final individual, no qual os alunos responderiam a questões elaboradas pelo professor. Procuramos relacionar a maioria das questões ao processo de produção do couro, ou seja, formulamos questões dentro do contexto profissional do aluno. Introduzimos no teste final uma questão referente ao movimento que a Lua descreve em torno da Terra, visando verificar se houve uma transposição dos conhecimentos referentes ao fulão em outras situações em que há o movimento circular.

Se adotássemos uma avaliação tradicional, apenas com provas escritas, utilizaríamos um tempo da aula que poderia estar sendo utilizado com uma atividade muito mais proveitosa. Esse tipo de avaliação toma muito tempo da aula do professor e dos alunos, além de ser complicado verificar a aprendizagem utilizando apenas provas. A avaliação é um processo contínuo no qual o ritmo de cada aluno, sobretudo da EJA, deve ser considerado e respeitado. Nesse sentido Perrenoud (1999, p.72) comenta:

Em uma pedagogia ativa, nem todo mundo aprende a mesma coisa no mesmo momento, nem se prepara a mesma prova. Uma parte do que se aprende não encontra nenhum equivalente em questões de múltipla escolha ou exercícios escritos... Ainda aqui, a avaliação tradicional impede a inovação pedagógica, empobrecendo consideravelmente o leque das atividades praticáveis em aula.

Outro instrumento de avaliação utilizado foi o mapa conceitual. Este recurso permite avaliar de forma clara os conceitos principais estabelecidos pelos alunos e suas respectivas ligações através de conectores, bem como analisar a hierarquia entre conceitos estabelecidos pelos educandos. Sobretudo para alunos da EJA faz-se necessário a utilização do mapa conceitual como meio de avaliação, tendo em vista as deficiências em linguagens matemáticas ou resolução de equações. O mapa conceitual dá uma visão mais clara para o educador de como os conceitos estão organizados na estrutura cognitiva do aluno, facilitando a aprendizagem significativa segundo Ausubel.

Cada grupo elaborou seu mapa conceitual o qual foi discutido e apresentado ao grande grupo. Ficou evidenciado que apesar de cada grupo construir um mapa conceitual diferente dos demais, que os conceitos principais estavam presentes em praticamente todos os mapas, portanto podem existir diferentes mapas conceituais de determinado assunto. Nesse sentido Moreira (2006, p. 10) comenta: *“qualquer mapa conceitual deve ser visto apenas como uma das possíveis representações de uma certa estrutura conceitual”*.



## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO

Nesta dissertação, buscamos desenvolver uma proposta de ensino do movimento circular uniforme a partir de experiências profissionais dos educandos, tendo como fundamentação teórica a educação problematizadora de Paulo Freire e a teoria de aprendizagem significativa proposta por David Ausubel e complementada por Joseph Novak.

Constantemente, a Física vem perdendo espaço nas escolas, cada vez mais a carga horária semanal destinada a esta disciplina vai perdendo espaço para outras. Geralmente, a carga horária semanal destinada à Física é de 2h semanais em cada série do Ensino Médio. Na EJA, constatamos que, na maioria das escolas, a carga horária também é de 2h semanais, sendo que a disciplina ocorre em apenas dois semestres. Portanto, o professor tem um espaço ainda menor para trabalhar o conteúdo destinado para esta modalidade de ensino.

A falta de professores habilitados nas escolas é outro problema. Não há professores de Física licenciados para suprir a demanda das escolas. Encontramos, nas escolas visitadas, professores de outras áreas lecionando Física, geralmente professores licenciados em Matemática ou Química, ou alunos de Licenciatura em Física.

A experiência aqui relatada permite corroborar que uma metodologia que enfoque um conteúdo significativo para o educando, de maneira contextualizada é fundamental para despertar no aluno o prazer pela ciência, dar significado e valor ao que está sendo aprendido. Elaborar uma proposta de trabalho, a partir do que o aluno já sabe, é essencial para a aprendizagem significativa. Para alcançar esse objetivo é necessário criar uma metodologia adequada e materiais didáticos que facilitem a aprendizagem significativa. Pelos resultados apresentados e analisados no capítulo anterior, acreditamos que conseguimos desenvolver uma proposta contextualizada e motivadora. Os alunos apresentaram elevados índices de assiduidade bem como de resultados nas avaliações. Outro fato que constatamos foi a baixa evasão; em anos anteriores, muitos alunos acabavam desistindo da disciplina de Física da EJA, por não conseguirem acompanhar o conteúdo trabalhado. Tivemos apenas um aluno que desistiu do curso, o que nos leva a crer que a proposta contextualizada com o processo de produção do couro foi fundamental para tal resultado.

Durante as aulas, observamos interesse no que estava sendo trabalhado, pois percebiam que a Física estava bem mais perto do seu cotidiano do que eles imaginavam. Os alunos, constantemente, participavam da aula contribuindo com relatos de experiências profissionais sobre o tema que estava sendo proposto. Da nossa parte, muitas aprendizagens foram alcançadas com a contribuição dos alunos: enquanto a Física era discutida, aplicada à produção do couro, eles nos ensinavam a parte técnica necessária para a produção. Desta forma pudemos vivenciar a justeza do pensamento de Paulo Freire (2003) quanto aos saberes relativos do professor e dos alunos.

Acreditamos que propostas de ensino contextualizado podem valer não apenas para a disciplina de Física, podendo ser elaboradas interdisciplinarmente um mesmo tema em comum. Desenvolvemos uma proposta a partir de experiências profissionais dos alunos, cujo tema gerador também poderia ser utilizado para trabalhar a Química, já que esta ciência está presente em todas as etapas da produção do couro. A Biologia poderia trabalhar o tema do reaproveitamento da água utilizada pelos curtumes, bem como o tema do impacto ambiental causado pelas indústrias coureiras no solo. A História poderia trabalhar temas referentes ao histórico das indústrias desta área na região do Vale do Rio dos Sinos. Enfim, acreditamos que propostas contextualizadas podem ser efetivadas com um tema gerador específico para cada realidade local, favorecendo assim, o interesse e a motivação para o estudo e facilitando a ocorrência da aprendizagem significativa.

Nossa proposta teve repercussão positiva no município de Estância Velha, pois os alunos comentavam nas empresas onde trabalhavam que estavam aprendendo Física relacionada à produção do couro. O jornal do município “O Diário” nos procurou para realizar uma reportagem sobre o trabalho desenvolvido. A notícia foi publicada no dia 21 de agosto de 2008 e a reportagem completa encontra-se no Anexo A.

O produto educacional dessa dissertação será um texto de apoio destinado a professores de Física que pretendam desenvolver uma proposta partindo de experiências profissionais dos educandos. Os roteiros apresentados nos Apêndices B a J podem ser utilizados em outras realidades e contextos; para tanto devem ser feitas adaptações no material. Salientamos que a proposta pode também ser aplicada ao Ensino Médio regular, e não apenas na EJA. Ao invés de relacionar o movimento circular uniforme aos processos industriais do couro ou com outros processos industriais, pode-se trabalhar com adolescentes

propostas relacionadas a outros contextos, como por exemplo, brinquedos que executam movimentos circulares em um parque de diversões, trabalhando assim, os mesmos conceitos aqui apresentados, porém em outro contexto.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas, 1976. 769 p.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. 626 p.

BARBOSA, M.L.; ALVES, A.S.; JESUS, J.C.O.; BURNHAM, T.F. Mapas conceituais na avaliação da aprendizagem significativa. In: XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. *Anais*. Rio de Janeiro, 24 a 28 de janeiro de 2005. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/>> Acesso em: 5 fev. 2009.

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil – CF*. Publicado no Diário Oficial da União, Brasília, 05 de novembro de 1988. Disponível em: <<http://www.informanet.com.br/Prodinfo/leisgerais/constituicaoofederal.html>>. Acesso em: 22 mar. 2008.

BRASIL. Ministério da Educação: MEC, *LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. Despacho do Ministro em 13 de junho de 2001, publicado no Diário Oficial da União de 15 de junho de 2001, Seção 1, p.69.

BRASIL. Ministério da Educação: MEC, *LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. Lei n. 9.394 de 20 de dezembro de 1996. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/index.php?option=content&task=section&id=14&Itemid=233>> Acesso em: 5 de abril de 2008.

BRASIL. Ministério da Educação: Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais: Ensino Médio*. Brasília: Ministério da Educação, 1999. 364 p.

BUCHWEITZ, B. Aprendizagem significativa: idéias de estudantes concluintes de curso superior. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 133-141, maio 2001.

CARVALHO JÚNIOR, G. D. As concepções de ensino de física e a construção da cidadania. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 19, n. 1, p. 53-66, abr. 2002.

CLEMENT, J. Some types of knowledge used in understanding physics. In: *International Seminar on Physics Education*, 1983. La Londe Les Maures, 1983.

COSTA S. S. C.; MOREIRA, M. A. A resolução de problemas como um tipo especial de aprendizagem significativa. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 18, n. 3, p. 278-297, dez. 2001.

ESPÍNDOLA, K. *A estratégia dos projetos didáticos no ensino de física na educação de jovens e adultos (EJA)*, Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. Dissertação de mestrado. 2006.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. 29. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2000. 218 p.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 19. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2001. 165 p.

FREIRE, P. *Educação e mudança*. 27. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2003. 79 p.

GANGOSO, Z. El fracaso en los cursos de Física. El mapa conceptual, una alternativa para el análisis. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 14, n.1: p.17-36, abr.1997.

GNEIDING, I. M.; GARCIA, N. M. D. O que justifica um assunto de Física ser lembrado por um trabalhador? In: XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física. São Luis, Maranhão, de 29 de janeiro a 02 de fevereiro de 2007. ATAS. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/atas/>>. Acesso em 05 de fevereiro de 2009.

IBGE. Banco de Dados Agregados. *Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 22 out. 2002.

HOINACKI, E. *Peles e couros: origens, defeitos e industrialização*, 2 ed. Porto Alegre: Pallotti, 1989, 319 p.

LOZADA, C. O.; LOZADA, A. O.; ROZAL, E. F. Utilização de textos em aulas de Física na Educação de Jovens e Adultos. In: *XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, Curitiba, 21 a 24 de outubro de 2008. Programas e Resumos do XI EPEF, Curitiba: UTFPR, 2008. 96 p.

LUZ, A. M. R. da; ÁLVARES, B. A. *Curso de física*. 3. ed. São Paulo: Harbra, 1992. 394 p.

MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. *Teorias construtivistas*. Porto Alegre: Gráfica do Instituto de Física - UFRGS, 1999. 63 p.

MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: E.P.U., 2003. 195 p.

MOREIRA, M. A. *Mapas conceituais e diagramas V*. Porto Alegre: Ed. do autor, 2006. 103 p.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. 2. ed. São Paulo: Moraes, 2006. 112 p.

NEVES, M. S.; CABALLERO, C.; MOREIRA, M. A., Repensando o papel do trabalho experimental, a aprendizagem da Física em sala de aula - um estudo exploratório. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 383-401, dez. 2006.

PERRENOUD, P. *Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens: entre duas lógicas*. Porto Alegre: Artes médicas, 1999. 230 p.

PRIEBE, G. Tecnologia em fulões. *Exclusivo On-line*, Novo Hamburgo, Dez. 2007. Disponível em: <<http://www.exclusivo.com.br/?entrevistas/13>>. Acesso em: 30 abr. 2008.

RÊGO, R. G. do; RÊGO, R. M. do. *Matematicativa*. João Pessoa: Editora Universitária, UFPB, 2000.

RIBEIRO, V. M. A formação de educadores e a constituição da Educação de Jovens e Adultos como campo pedagógico. *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 20, n. 68, p. 184-201, dez. 1999.

RUIZ-MORENO, L.; SONGSONO, C.; BATISTA, S.; BATISTA, N. Mapas conceituais: ensaiando critérios de análise. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 3, p. 453-463, dez. 2007.

SANTOS, P. O.; BISPO, J. S.; ALBUQUERQUE, M. L. R. O ensino de ciências naturais e cidadania sob a ótica de professores inseridos no programa de aceleração de aprendizagem da EJA – Educação de Jovens e Adultos. *Ciência & Educação*, v. 11, n. 3, p. 411-426, dez. 2005.

SILVA, A. V. Uma reflexão para a prática educativa em Paulo Freire. *Revista Espaço Acadêmico*, Ilhéus, n. 45, Fev. 2005. Disponível em <[http://www.espacoacademico.com.br/045/45pc\\_silva.htm](http://www.espacoacademico.com.br/045/45pc_silva.htm)>. Acesso em: 10 jan. 2008.

SILVEIRA, F. L. A filosofia da ciência e o ensino de ciências. *Em Aberto*, Brasília, v.11, n. 55, p. 36-41, set. 1992.

SOARES, L. *Educação de Jovens e Adultos*. 1. ed. Rio de Janeiro: DP&A Editora, 2002. 168 p.

TAGLIATI, J. R.; SILVA, L.F.; TAVEIRA, J. F. Resgatando Paulo Freire: diálogo, motivação e aprendizagem em mecânica clássica. In: *XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, 2008, Curitiba, Programas e Resumos do XI EPEF, Curitiba: UTFPR, 2008. 96 p.

TAKAHASHI, E.K.; LIMA, S.C. Uma contribuição ao desenvolvimento de novas estratégias de ensino de física. In: XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física. São Luis, Maranhão, de 29 de janeiro a 02 de fevereiro de 2007. ATAS. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/atas/>>. Acesso em: 05 fev. 2009.

TAVARES, R. *Aprendizagem significativa e o ensino de ciências*. João Pessoa: UFPB, Departamento de Física e Programa de Pós-Graduação em Educação, 2005. Disponível em <<http://www.fisica.ufpb.br/~romero>>. Acesso em: 13 jan. 2008.

VALADARES, J. Como facilitar a aprendizagem significativa e rigorosa da Física. In: XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. *Anais*. Rio de Janeiro, 24 a 28 de janeiro de 2005. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/>> Acesso em: 5 fev. 2009.

VILANOVA, R.; MARTINS, I. Educação em ciências de jovens e adultos: pela necessidade do diálogo entre campos e práticas. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 14, n. 2, p. 331-346, set. 2008.

## **APÊNDICES**



## Apêndice A – Questionário aplicado aos professores

**Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS**  
**Instituto de Física – IF**  
**Mestrado Profissional em Ensino de Física**

### **Questionário aplicado a professores de Física da EJA como parte integrante do projeto de dissertação de mestrado.**

NOME: \_\_\_\_\_

1. Qual é o nível mais alto de sua formação? Explícite o curso que fez ou está fazendo.
2. Há quanto tempo atua na EJA?
3. Você costuma iniciar o estudo da Física por qual unidade de trabalho?
4. A seqüência de conteúdos desenvolvida no ensino regular e na EJA é a mesma? Qual sua opinião sobre a seqüência adequada?
5. O conteúdo desenvolvido em aula tem relação com o cotidiano do aluno?
6. Qual(is) instrumento(s) você utiliza na avaliação?
7. Você utiliza instrumentos de avaliação diferentes para a EJA em relação aos utilizados no ensino regular?
8. Você fundamenta seu trabalho em alguma teoria de aprendizagem? Caso afirmativo, qual?
9. Você acha que o ensino na EJA deveria ser reformulado? Em caso afirmativo, o que você sugeriria?

## Apêndice B - Teste Inicial



Colégio Luterano Arthur Konrath  
Comunidade Evangélica Luterana Cristo Salvador

---

### Teste aplicado aos alunos para avaliar o conhecimento prévio

Nome: \_\_\_\_\_

Prof. Wilson L. Krummenauer

#### Questão 1

Na Física trabalhamos com dois tipos distintos de grandezas: escalares e vetoriais.

**Grandezas Escalares:** são aquelas que ficam totalmente definidas quando conhecemos apenas seu valor associado com uma unidade de medida, ou seja, apenas é necessário um número para especificá-las.

**Grandezas Vetoriais:** são grandezas que ficam totalmente determinadas quando conhecemos o seu módulo, associado com uma unidade de medida, sua direção e o seu sentido.

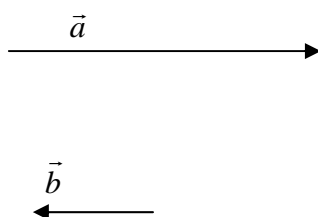
Com base no conhecimento sobre grandezas escalares e vetoriais, em cada frase, considerando a palavra sublinhada, escreva “E” para grandeza escalar e “V” para grandeza vetorial.

- ( ) Uma garrafa de refrigerante possui um volume interno de  $300 \text{ cm}^3$ .
- ( ) A temperatura em um forno é de  $200^\circ\text{C}$ .
- ( ) Um automóvel move-se com uma velocidade cujo valor é  $60 \text{ km/h}$  orientada de oeste para leste.
- ( ) Um carregador empurra uma caixa para a esquerda com uma força horizontal de intensidade  $100\text{N}$ .
- ( ) A pressão em um pneu de automóvel é de 30 libras força por polegada quadrada.
- ( ) João engordou muito pois a balança ontem acusou que a sua massa era  $103\text{kg}$ .
- ( ) A potência máxima desenvolvida pelo motor do meu novo carro é 120 cavalos-vapor.

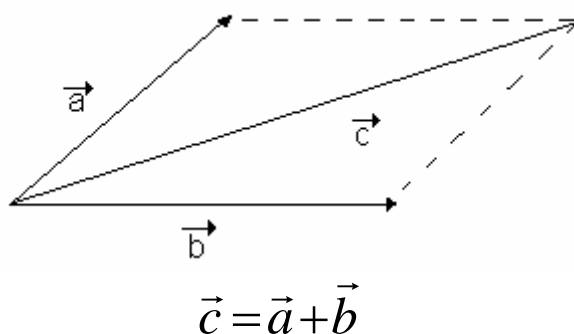
#### Questão 2

Operar com grandezas escalares é bastante simples. Por exemplo, se uma pessoa possui um terreno de  $2000 \text{ m}^2$  e vende um lote de  $500 \text{ m}^2$ , sabemos que ainda restará um lote de  $1500 \text{ m}^2$ . Agora, operar com grandezas vetoriais não é tão trivial devemos considerar além do módulo (valor) também sua direção e sentido. As grandezas vetoriais são representadas por vetores, que, geometricamente, são representadas por flechas. O comprimento da flecha, numa escala apropriada, indica o módulo do vetor. Dois vetores têm a mesma direção quando estiverem sobre uma mesma reta ou sobre retas paralelas. Dois vetores terão o mesmo sentido quando tiverem a mesma direção e apontarem para o mesmo lado; já quando apontarem para lados opostos, terão sentidos diferentes.

Por exemplo, os vetores  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$  da figura abaixo apresentam a mesma direção, pois são paralelos, mas sentidos opostos, pois um aponta para a direita e o outro para a esquerda. Seus módulos também são diferentes, pois apresentam comprimentos diferentes.



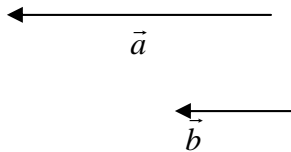
Já para somar dois vetores de direções diferentes podemos utilizar a ‘regra do paralelogramo’. Esta regra consiste em traçar os dois vetores de modo que suas origens coincidam. Traçamos um paralelogramo no qual os vetores  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$  são os lados do paralelogramo, a diagonal  $\vec{c}$  que parte da origem dos vetores é a resultante dos vetores, ou seja, o vetor que resulta da soma dos dois vetores.



Com base no texto anterior, trace dois vetores  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$  representando deslocamentos de módulos iguais a 8 cm e 6 cm, respectivamente, perpendiculares entre si, isto é, formando um ângulo reto. Trace também o vetor  $\vec{c}$  que resulta da soma dos dois vetores. Após, calcule quanto vale o módulo (intensidade) do vetor resultante  $\vec{c}$ . Dica: *lembre-se do Teorema de Pitágoras*.

### Questão 3

Com base no texto apresentado na questão 2, considere dois vetores  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$  como mostra a figura abaixo.



Assinale dentre as quatro alternativas abaixo aquela que está correta:

- a) Os vetores acima possuem mesmo módulo.
- b) Os vetores acima possuem a mesma direção mas sentidos opostos.
- c) Os vetores acima possuem a mesma direção e sentido mas módulos diferentes.
- d) Os vetores  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$  não apresentam nenhuma característica em comum.

### Questão 4

A Terra exerce uma força de atração sobre todos os corpos próximos a ela. Essa força é chamada de força ‘peso’ ou simplesmente peso do corpo. O valor do peso depende de dois fatores: da massa do corpo que está sendo atraído pela Terra e da aceleração da gravidade no

local onde o corpo se encontra. A intensidade do peso de um objeto é o produto de sua massa pela intensidade da aceleração da gravidade no local onde o corpo se encontra. Como a Terra e a Lua, por exemplo, possuem gravidades diferentes, o peso de um determinado objeto na Terra e na Lua não será o mesmo, o que não acontece com a massa do objeto que, em qualquer lugar, será sempre a mesma. Como o peso é uma força, logo é uma grandeza vetorial e não pode ser confundido com a massa. A massa é medida em quilograma (kg). A unidade de medida de força é o ‘newton’ (N). Ambas as unidades pertencem ao Sistema Internacional de Unidades de Medida. Por definição 1 N é a intensidade da força que, atuando na massa de 1 kg, imprime a essa massa a aceleração com valor de  $1 \text{ m/s}^2$ .

Tendo em vista o texto apresentado acima, responda às questões que seguem.

- a) Um mesmo objeto pode apresentar peso diferente em locais diferentes da Terra? Justifique sua resposta.
  
- b) Comente a afirmação: “se um objeto de 1 kg (por exemplo, uma pedra) for transportado da superfície da Terra para a superfície da Lua, o objeto pesará menos na Lua”.
  
- c) Um objeto possui peso cujo valor é de 100N na superfície da Terra. Quanto valerá o peso desse objeto num local onde o valor da aceleração gravitacional é  $\frac{1}{4}$  do valor da aceleração da gravidade na superfície da Terra?

### Questão 5

Grandeza é tudo aquilo que pode ser medido ou contado. Encontramos no cotidiano diversas situações nas quais relacionamos duas grandezas, por exemplo, o preço de certo produto com a quantidade. Vamos supor que certa lata de óleo custasse R\$ 2,00. Assim, teremos:

Quantidade de latas	Preço
1	R\$ 2,00
2	R\$ 4,00
3	R\$ 6,00
4	R\$ 8,00

Note que se a *quantidade de latas* duplicar, o *preço* a pagar também duplica, dizemos, portanto, que as grandezas *quantidade de latas* e *preço* são **diretamente proporcionais**.

Em uma viagem, com trajetória definida, quanto maior for a *velocidade* do carro, menor será o *tempo* gasto para concluir o percurso. Neste caso, *velocidade* e *tempo* são grandezas **inversamente proporcionais**, pois se a velocidade duplicar, o tempo da viagem reduz pela metade.

Sabemos que  $1h$  corresponde a  $3600s$ . Portanto,  $9000s$  correspondem a quantas horas?

### Questão 6

Para transportar certo volume de areia foram necessários 20 caminhões com  $4m^3$  de areia cada um. Se cada caminhão pudesse transportar  $5m^3$  de areia, quantos caminhões seriam necessários para fazer o mesmo serviço?

### Questão 7

Uma sentença matemática que contenha letras e números e expressa por uma igualdade é chamada equação. As letras que representam números desconhecidos são chamadas de variáveis ou incógnitas.

A soma das idades de Antônio e Beto é 22 anos, sendo que Beto é 4 anos mais velho do que Antônio. Representando pela variável  $a$  a idade de Antônio e pela variável  $b$  a idade de Beto, escreva duas equações que relacionem as variáveis  $a$  e  $b$ .

A seguir, calcule a idade de cada um.

## Apêndice C – Texto sobre as etapas da produção do couro



Colégio Luterano Arthur Konrath  
Comunidade Evangélica Luterana Cristo Salvador

---

### Etapas da produção do couro

Todas as peles chegam ao curtume desidratadas pelo próprio processo de conservação no qual é utilizado sal. A primeira etapa do processo é chamada de ‘*remolho*’ e tem por finalidade repor o teor de água das peles e também, devido à própria centrifugação gerada pela rotação do *fulão*<sup>7</sup>, eliminar impurezas contidas nos pêlos. A segunda etapa do processo, logo após o *remolho*, é chamada de ‘*caleiro*’ e consiste no inchamento da pele e retirada dos pêlos da mesma. Neste processo além da centrifugação utilizam-se substâncias alcalinas, cáusticas, para facilitar a retirada dos pêlos e para isso, geralmente, emprega-se a cal. A terceira etapa do processo é a ‘*desencalagem*’, que tem por finalidade a eliminação do cálcio retido na pele na etapa do *caleiro*, como comenta Hoinacki (1989, p. 95):

A cal, uma vez completado o *caleiro*, encontra-se na pele combinada à estrutura protéica, bem como depositada nas camadas externas e entre as fibras, como também em solução entre os constituintes da estrutura.

A *purga*, quarta etapa do processo, é outra operação de limpeza no *fulão*, consistindo em tratar as peles com enzimas atuantes sobre alguns tipos de proteínas interfibrilares que não são desejáveis no processo de curtimento. Nesse sentido Hoinacki (1989, p. 98) destaca:

A operação de *purga* consiste em tratar as peles com enzimas proteolíticas, provenientes de diferentes fontes, visando a limpeza da estrutura fibrosa. A operação de *purga* visa eliminar os materiais queratinosos degradados, submeter os materiais a certa digestão, as gorduras, as cisões, etc.

O *píquel* é uma operação que prepara a pele para o curtimento; é a etapa que prepara as fibras da pele para uma penetração mais fácil dos agentes curtidores, neste processo “as peles são tratadas com soluções salino-ácidas” (Hoinacki, 1989, p. 103).

---

<sup>7</sup> Uma descrição detalhada do *fulão* será apresentada na próxima página.

O *curtimento* é a etapa final que consiste na transformação da pele do animal em couro. Esse processo é devido à reação de certos produtos químicos – taninos vegetais ou sais de cromo – com a proteína que constitui a pele.

Na prática, o que diferencia uma etapa da outra é o tipo de produto químico a ser colocado com a pele no *fulão* e a frequência com que o *fulão* rotaciona. Para cada fase necessita-se de uma rotação com frequência diferente. Para Hoinacki (1989) as frequências indicadas para cada etapa do processo são:

- 2 rpm para o *remolho* e o *caleiro*;
- 5 rpm para a *desencalagem* e para a *purga*;
- a partir de 8 rpm para o *píquel* e o *curtimento*.

Em alguns casos, dependendo do tipo de *fulão*, a frequência de rotação pode chegar, na fase do *curtimento*, a mais de 30 rpm.

As etapas da produção do couro bem como os incrementos químicos utilizados em cada fase estão esquematizadas na Figura C.1.

## **O fulão**

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Componentes para Couro, Calçados e Artefatos (Assintecal), existem mais de 5 mil *fulões* em funcionamento no Brasil, sendo que a maior parte deles está situada em indústrias coureiras do Rio Grande do Sul.

Os *fulões* começaram a ser utilizados a partir do século XIX, porém, a partir da década de 50 do século XX, passou a ocorrer uma preocupação maior com as forças que exercem sobre a pele no interior do *fulão*, ocorrendo alterações em dimensões e frequências de rotação para diminuir o tempo de *curtimento*.





Figura C.1 – Fluxograma das etapas do processo de produção do couro.

O *fulão* (ver Figura C.2) é um recipiente, normalmente cilíndrico, com eixo de simetria posicionado na horizontal, girando em torno desse eixo graças a um motor que o aciona através de um sistema de polias acopladas por correias. Seu objetivo é transformar a pele animal em couro através de ação mecânica. As peles, juntamente com água e produtos químicos adequados, são colocadas no interior do *fulão*. Durante a rotação do cilindro as forças exercidas sobre as fibras da pele diminuem o tempo das reações químicas; tais reações “*são controladas pela difusão dos agentes químicos de processo na matriz fibrosa*” (PRIEBE, 2007).

Esse equipamento teve origem nos barris de vinho e, como esses, geralmente, são constituídos de madeira nobre, embora hoje já existam *fulões* de aço inoxidável. O tamanho do *fulão* é muito variado, dependendo da carga total que se pretende introduzir no mesmo e da etapa do processo em que deseja utilizá-lo.



Figura C.2 – Um fulão.

(Disponível em <http://maquitol.com/Marcarini/Portugues/ful3.htm> - Acesso em: 20 maio 2008)

## Apêndice D – Atividade lúdica sobre o Teorema de Pitágoras



Colégio Luterano Arthur Konrath  
Comunidade Evangélica Luterana Cristo Salvador

---

Prof. Wilson L. Krummenauer

### Atividade lúdica sobre o Teorema de Pitágoras<sup>8</sup>

#### Material:

- Tabuleiro (ver Figura D.1)
- Marcadores (uma cor para cada jogador)
- Dois dados
- Cartões com perguntas (ver Figura D.2)

#### Como jogar:

Cada aluno coloca seu marcador junto ao círculo indicado por uma seta (ponto de partida e chegada do jogo). Os cartões das questões permanecem empilhados, com a face das perguntas voltadas para baixo, ao lado do tabuleiro.

Na sua vez de jogar, cada aluno lança os dois dados. Os números obtidos representarão as medidas dos catetos de um triângulo retângulo. O número de círculos movidos pelo marcador será igual à parte inteira da respectiva hipotenusa.

Se o marcador cair em um círculo preto, o jogador deve retirar um dos cartões, respondendo corretamente a pergunta o marcador avança mais um círculo. Se errar a pergunta o marcador retrocede um círculo.

Ganhará o jogo aquele que primeiro completar uma volta completa no tabuleiro.

---

<sup>8</sup> Referência: RÊGO, R. G. do; RÊGO, R. M. do. *Matemáticaativa*. João Pessoa: Editora Universitária, UFPB, 2000.

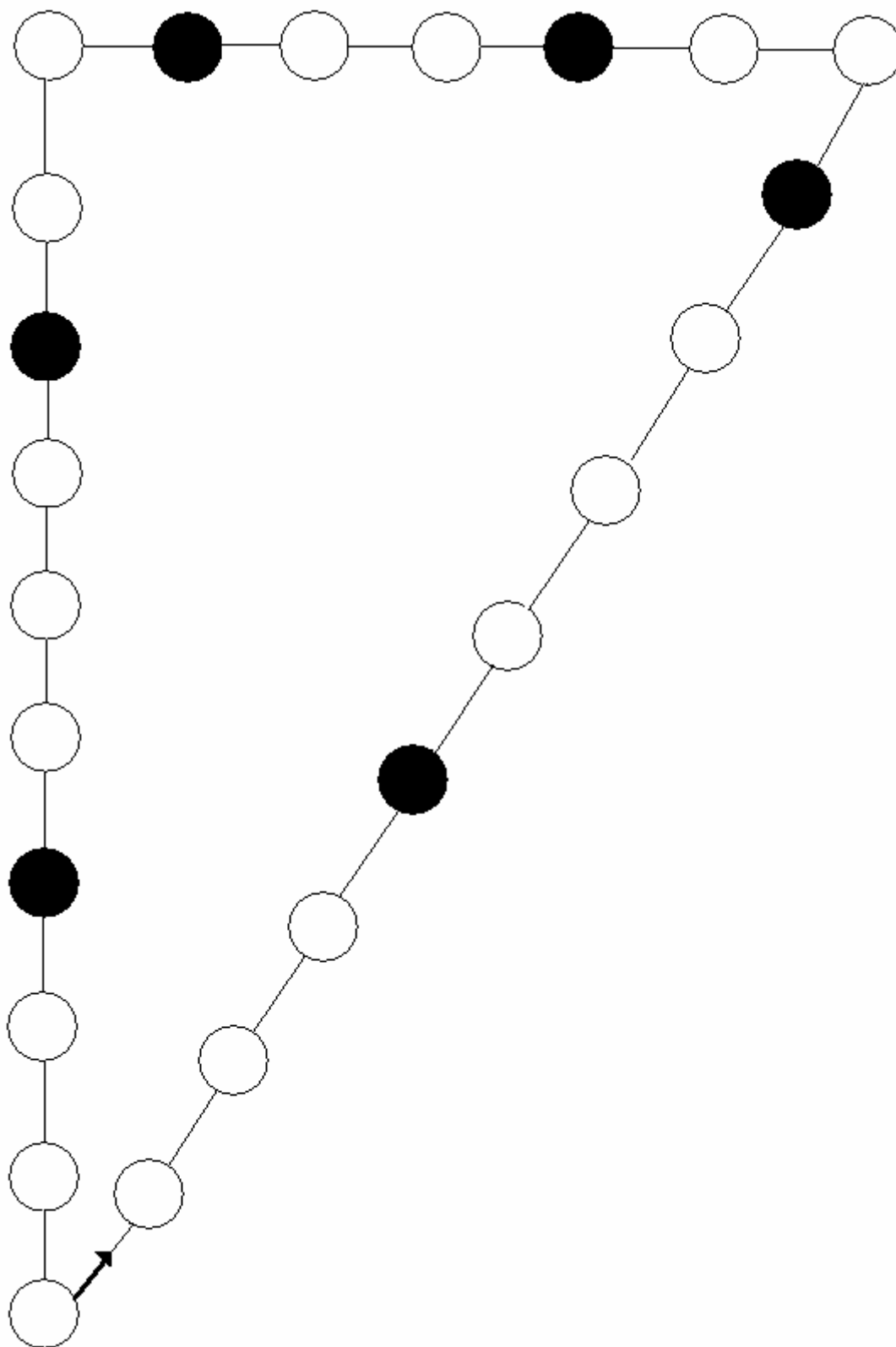


Figura D.1 – Tabuleiro do jogo.

Um triângulo retângulo pode ter um ângulo interno obtuso?

Qual é o nome dado ao lado oposto ao ângulo reto em um triângulo retângulo?

Em um triângulo retângulo a hipotenusa mede 10cm e um dos catetos mede 6cm. Quanto mede o outro cateto?

Um triângulo retângulo pode ser equilátero?

Um triângulo isósceles pode ter um ângulo reto?

Qual é o valor da soma dos ângulos internos de um triângulo?

Quais são os nomes dados aos lados que formam o ângulo reto em um triângulo retângulo?

Enuncie o Teorema de Pitágoras

Em um triângulo retângulo a hipotenusa mede 5cm e um dos catetos mede 4cm. Quanto mede o outro cateto?

Figura D.2 – Cartões com as perguntas.

## **Apêndice E – Apresentação de slides sobre a cinemática do movimento circular uniforme**

Os slides a seguir foram construídos no intuito de apresentar a cinemática do movimento circular uniforme sem se preocupar, por enquanto, com as forças envolvidas neste movimento.



Figura E.1 – Slide do título da apresentação.



## Definição

Uma partícula efetua um movimento circular quando sua trajetória é uma circunferência, por exemplo, um ponto na extremidade de um fulão em funcionamento.

Figura E.2 – Slide apresentando a definição de movimento circular.



## MCU

Se o valor (módulo) da velocidade permanecer constante será chamado Movimento Circular Uniforme (MCU).

Figura E.3 – Slide que caracteriza o movimento circular uniforme.

## Vetor velocidade

No movimento circular uniforme o valor (módulo) da velocidade não varia, porém, a direção deste vetor varia continuamente. A velocidade instantânea é representada, em cada ponto da trajetória, por um vetor tangente a ela.

Figura E.4 – Slide sobre o vetor velocidade.

## Vetor velocidade na superfície do fulão

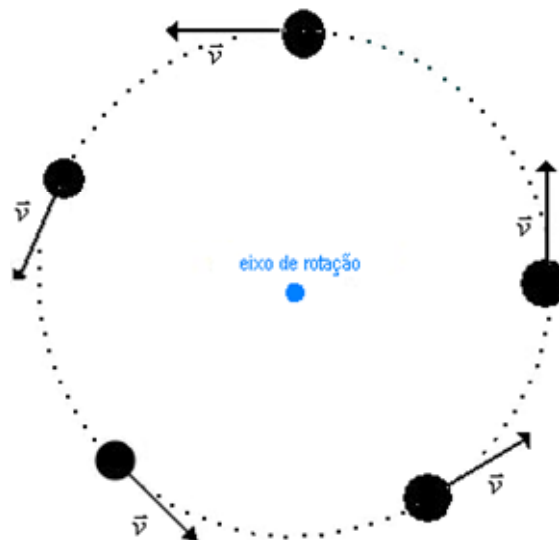


Figura E.5 – Slide representando o vetor velocidade tangencial na superfície do fulão.





---

## Período (T)

É o tempo gasto para o fulão efetuar uma volta completa. Portanto, sua unidade de medida no Sistema Internacional de Unidades é o segundo [s].

Figura E.6 – Slide apresentando a definição de período para o movimento do fulão.



---

## Frequência (f)

Vamos supor que um fulão efetue 5 voltas completas em um intervalo de tempo de 10 segundos. A frequência desse movimento é o quociente entre o número de voltas efetuadas e o tempo gasto para efetuá-las.

Logo, a frequência de rotação desse fulão é 0,5 voltas/s.

Figura E.7 – Slide apresentando a definição de frequência para o movimento do fulão.



---

## Freqüência (f)

1 volta/s é denominada 1 hertz, em homenagem ao físico alemão Heinrich Hertz (1857 – 1894).

Portanto a freqüência  $f$  de rotação do fulão no exemplo anterior é de 0,5 Hz.

Figura E.8 – Slide apresentando a definição de 1 hertz.



---

## Freqüência (f)

Como o fulão executou 5 voltas em 10s, podemos concluir que em 1 min ele efetuará 30 voltas. Portanto sua freqüência também pode ser expressa por 30 rpm (rotações por minuto), logo:

$$1Hz = 60rpm$$

Figura E.9 – Slide apresentando a comparação entre a unidade Hz e rpm.



## Relação entre $T$ e $f$

Podemos encontrar o período do fulão através de uma regra de três simples: se o fulão efetua meia volta a cada 1 s, então, o tempo gasto para efetuar uma volta completa é  $T$ .

$$0,5 \text{ volta} \rightarrow 1 \text{ s}$$

$$1 \text{ volta} \rightarrow T$$

$$T = \frac{1}{0,5} = 2s$$

Figura E.10 – Slide apresentando o cálculo para encontrar o período de um fulão.



## Relação entre $T$ e $f$

Percebemos que o período  $T$  é o inverso da frequência  $f$ :

$$T = \frac{1}{f} \quad \text{ou} \quad f = \frac{1}{T}$$

Figura E.11 – Slide que apresenta a relação entre período e frequência.



## Velocidade linear ( $v$ )

A distância percorrida por um ponto situado na periferia do fulão em uma volta completa é o comprimento da circunferência ( $2\pi R$ ), logo o módulo da velocidade linear será dado por:

$$v = \frac{2\pi R}{T} \quad \text{ou} \quad v = 2\pi Rf$$

Figura E.12 – Slide que apresenta o módulo da velocidade linear no movimento circular em função do período e da frequência.



## Velocidade angular ( $\omega$ )

É o quociente entre o ângulo descrito ( $\Delta\theta$ ) por um ponto do fulão e o tempo ( $\Delta t$ ) gasto para descrevê-lo.

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

Figura E.13 – Slide que apresenta o módulo da velocidade angular.



## Velocidade angular ( $\omega$ )

Para uma volta completa teremos:

$$\Delta\theta = 2\pi \text{ rad}$$

Já o intervalo de tempo de uma volta completa é o período  $T$ , logo:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad \text{ou} \quad \omega = 2\pi f$$

Figura E.14 – Slide que apresenta a relação entre o módulo da velocidade angular com o período e a frequência.



## Aceleração centrípeta ( $a_c$ )

A aceleração responsável pela variação do vetor velocidade é denominada *aceleração centrípeta* ( $a_c$ ). Essa aceleração é sempre orientada para o centro da trajetória descrita. O valor da aceleração centrípeta é dada por:

$$a_c = \frac{v^2}{R}$$

Figura E.15 – Slide que apresenta a o módulo da aceleração centrípeta em função do vetor velocidade linear.

## Aceleração centrípeta ( $a_c$ )

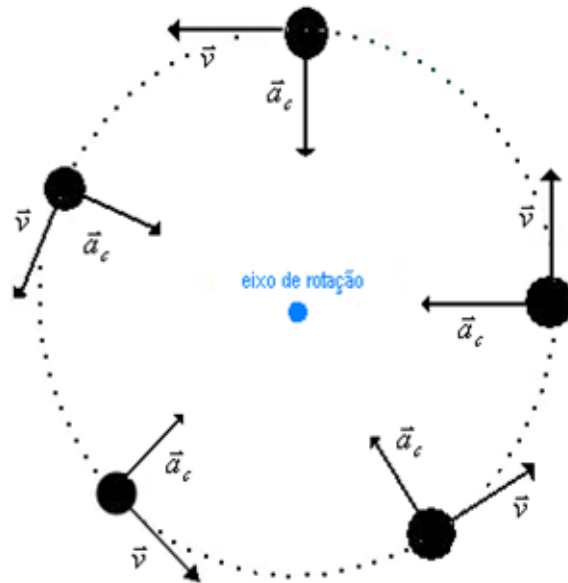


Figura E.16 – Slide que apresenta os vetores velocidade tangencial e aceleração centrípeta.

**Apêndice F – Lista de exercícios sobre a cinemática do movimento circular uniforme no fulão**



**Colégio Luterano Arthur Konrath**  
Comunidade Evangélica Luterana Cristo Salvador

---

Prof. Wilson L. Krummenauer

ALUNO: \_\_\_\_\_

**Lista de exercícios sobre o Movimento Circular Uniforme no *fulão***

1. O fulão sempre executa um movimento uniforme? O que acontece com o módulo da velocidade angular durante o funcionamento do *fulão*?

---

---

---

---

2. Explique o significado de uma frequência de 1 Hz para o movimento de um certo fulão.

---

---

---

---

3. Na fase da *purga*, o fulão possui uma frequência média de 6 rpm.

- a) Qual a frequência média em Hz para esta etapa do processo?  
b) Qual o período do fulão, considerando essa frequência média?  
c) Nesse caso, quantas voltas o fulão executa em 5 min?

---

---

---

---

---

4. O diâmetro de um fulão mede 2 m. Sabendo que o mesmo executa 150 rotações em 5 min, calcule:
- a) a frequência em rpm;
  - b) a frequência em hertz;
  - c) o período;
  - d) a velocidade linear de um ponto situado na periferia do *fulão* (adote  $\pi = 3,14$ );
  - e) a velocidade angular do *fulão* (adote  $\pi = 3,14$ );
  - f) a aceleração centrípeta.

---

---

---

---

---

---

---

5. Um fulão cujo raio mede 1,5 m executa um movimento circular uniforme. Podemos afirmar que um ponto situado a 1 m do eixo de rotação do fulão e um ponto situado na periferia do fulão possuem a mesma velocidade angular? Justifique.

---

---

---

---



## Apêndice G – Texto sobre a força resultante centrípeta exercida sobre as peles no fulão



Colégio Luterano Arthur Konrath  
Comunidade Evangélica Luterana Cristo Salvador

---

### A força centrípeta resultante exercida sobre as peles no fulão

No capítulo anterior analisamos a aceleração centrípeta no movimento circular. Pela Segunda Lei de Newton, sabemos que a resultante de todas as forças exercidas sobre o corpo na direção radial à sua trajetória é responsável por esta aceleração. Esta força é chamada de força resultante centrípeta,  $\vec{F}_c$ , que tem a mesma direção e sentido da aceleração centrípeta. A aceleração centrípeta tem direção radial e sentido para o centro da trajetória descrita. Como o módulo da aceleração centrípeta  $\vec{a}_c$  é dado pela expressão  $\frac{v^2}{R}$  e sendo  $m$  a massa da pele que gira no fulão, pela Segunda Lei de Newton temos:

$$F_c = ma_c$$

$$\text{como } a_c = \frac{v^2}{R}$$

$$\text{temos: } F_c = m \frac{v^2}{R}$$

Nesse sentido, Luz e Álvares (1992, p. 247) salientam:

Para que um corpo descreva um movimento circular uniforme, deve atuar sobre ele uma força centrípeta,  $F_c = m \frac{v^2}{R}$ , que faz a velocidade do corpo mudar continuamente de direção.

A Figura G.1 representa os vetores velocidade  $\vec{v}$  e aceleração centrípeta  $\vec{a}_c$ . Sendo que, pela Segunda Lei de Newton, a direção do vetor força resultante (força resultante centrípeta) será a mesma do vetor aceleração centrípeta.

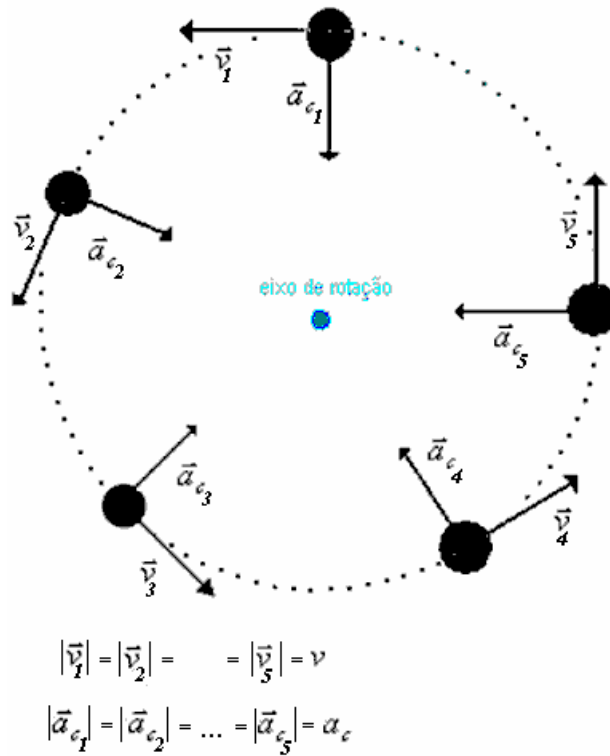


Figura G.1 – Os vetores velocidade linear e aceleração centrípeta.

A força resultante centrípeta é o somatório de todas as forças que são exercidas sobre a pele, a cada instante, na direção radial à trajetória. A Figura G.2 mostra as forças que são exercidas sobre a pele<sup>9</sup> nos pontos A, B, C e D enquanto descreve a trajetória circular no *fulão*. Nesta figura representamos o peso da pele  $m\vec{g}$ , a reação normal da parede do *fulão*  $\vec{N}$  e a força de atrito  $\vec{F}$  entre a pele e a parede do *fulão*.

<sup>9</sup> Na Figura G.2 estamos considerando a pele como uma partícula.

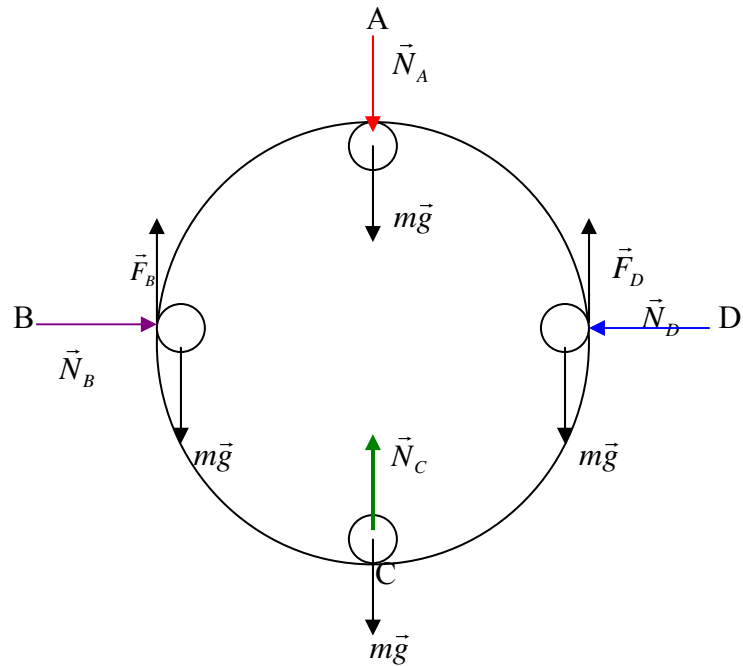


Figura G.2 – Forças que são exercidas sobre a pele no *fulão*.

As forças representadas na Figura G.2 são exercidas sobre a pele no *fulão* quando a pele já acompanha o movimento do mesmo, isto é, após a chamada *rotação crítica*<sup>10</sup>. Como a força centrípeta é a resultante das forças na direção radial a cada instante, a seguir discutimos qual é o módulo da força centrípeta em cada um dos quatro pontos indicados na Figura G.2.

No ponto A o módulo da força resultante centrípeta é dado por  $N + mg$ , pois ambas possuem a mesma direção e sentido, logo  $N + mg = m \frac{v_A^2}{R}$ ;

No ponto B o módulo da força resultante centrípeta é apenas dado por  $N_B$ , já que  $F_B$  e  $mg$  são verticais e, portanto, não possuem componente radial. Logo  $N_B = m \frac{v_B^2}{R}$ .

No ponto C o módulo da força resultante centrípeta é dado por  $N - mg$ , pois  $N$  e  $mg$  possuem mesma direção e sentidos opostos, logo  $N - mg = m \frac{v_C^2}{R}$ ;

<sup>10</sup> É chamada de *rotação crítica* a frequência em que a pele passa a acompanhar o giro do *fulão* junto a sua parede.

No ponto D o módulo da força resultante centrípeta é dado apenas por  $N_D$ , já que  $F_D$  e  $mg$  são verticais e, portanto, não possuem componente radial. Logo  $N_D = m \frac{v_D^2}{R}$ .

## Apêndice H – Roteiro da atividade prática realizada no pátio da escola sobre a orientação do vetor velocidade



**Colégio Luterano Arthur Konrath**  
Comunidade Evangélica Luterana Cristo Salvador

---

### Atividade prática sobre a direção do vetor velocidade

ALUNO 1: \_\_\_\_\_

ALUNO 2: \_\_\_\_\_

Prof. Wilson L. Krummenauer

#### Discussão inicial:

Antes da realização dos experimentos, os alunos devem responder às seguintes perguntas:

1. Qual a direção da velocidade de um objeto que tem um movimento circular?
2. Qual o tipo de trajetória esperada quando o objeto em questão "escapa" deste movimento?

#### Objetivos:

- Justificar que a direção do vetor velocidade de um objeto, descrevendo movimento circular, é tangente à trajetória (curva) descrita por ele por meio de experimento que proporcione a observação da trajetória assumida pelo objeto quando “escapa” do movimento circular.
- Reconhecer que após o “escape” da trajetória circular, a trajetória seguida é retilínea, conforme a primeira lei de Newton ou Lei da Inércia, desde que não haja outra força (resultante) sobre o corpo.

#### Atividade I

**Material utilizado:**

Uma borracha escolar e um barbante de aproximadamente 2m de comprimento para cada dupla.

**Procedimentos:**

Levar os alunos ao pátio da escola e distribuir o material em duplas, um barbante e uma borracha. A borracha deverá ser presa a uma das extremidades do barbante. Em seguida um dos alunos da dupla deve segurar a outra extremidade do barbante e girar sobre sua cabeça (ver Figura H.1).

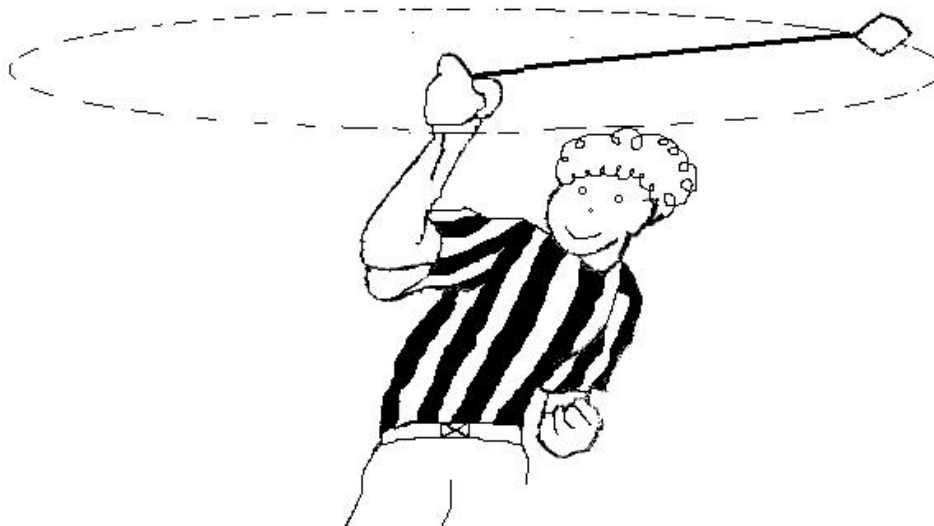


Figura H.1 – Esquema do experimento (visão frontal).

Quando a borracha chegar bem à frente do colega que está observando, a linha deverá ser solta e este deve observar a direção da trajetória da borracha. Após, o aluno que estava observando realizará o experimento e o que estava girando o barbante passará a observar a direção da trajetória da borracha depois que a linha é liberada. A Figura H.2 representa a visão superior da atividade logo após o barbante ser solto, supondo a borracha girando no sentido horário.

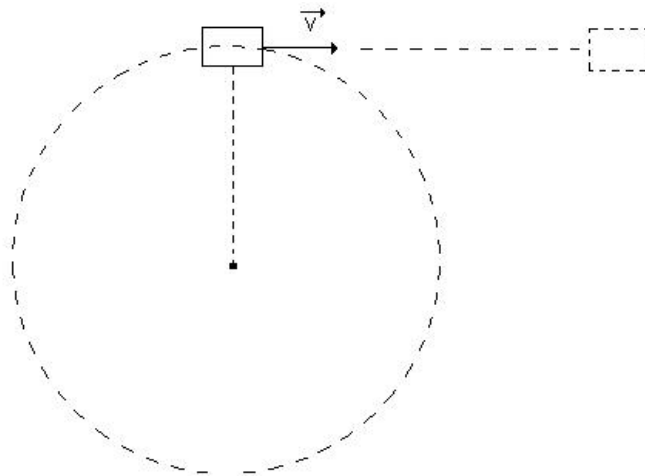


Figura H.2 – Esquema do experimento (visão superior).

## **Atividade II**

### **Material utilizado:**

Um anel com cerca de 30 cm de diâmetro, uma esfera pequena de aço ou uma bola de gude e tinta branca PVA.

### **Procedimentos:**

O anel deve ser deitado sobre uma superfície horizontal (por exemplo, um tampo de mesa), de maneira que não haja irregularidades na superfície para a esfera deslocar-se livremente. A esfera é coberta pela tinta e colocada em movimento rápido no interior do anel, junto à parede interna do mesmo. Portanto a esfera descreve, contra a parede, uma trajetória circular sobre o plano da mesa. Subitamente o anel é levantado e a esfera segue sem interferência do anel. Quando o anel é elevado, a esfera deixa um rastro de tinta na superfície da mesa marcando sua trajetória (ver Figura H.3).

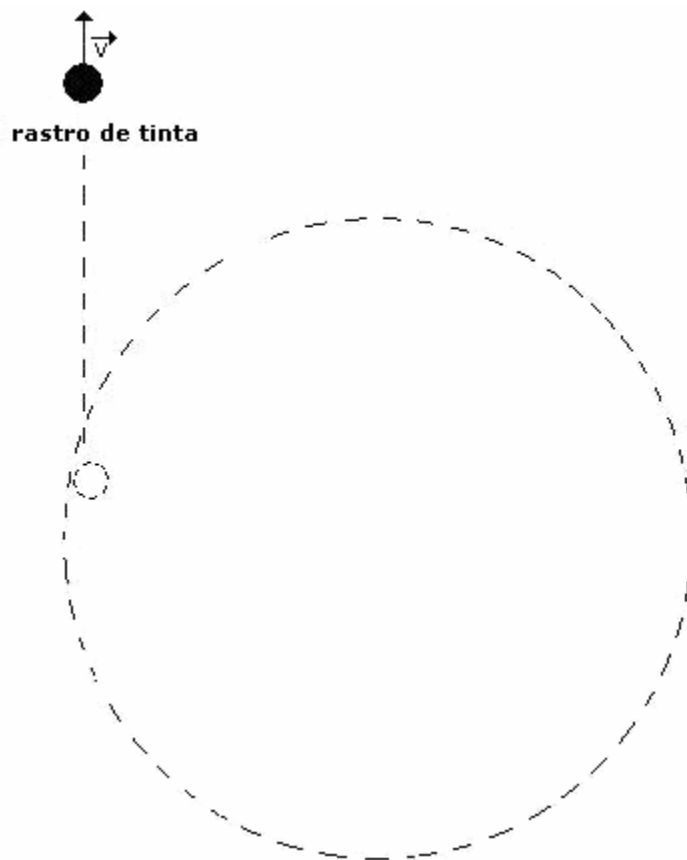


Figura H.3 – Esquema do experimento após o levantamento do anel.

### Avaliação

Após a realização das duas atividades os alunos serão reunidos e discutirão suas observações e conclusões sobre a pergunta: qual é a trajetória seguida por um corpo que estava em movimento circular quando "escapa" deste movimento? Os resultados obtidos estão de acordo com as premissas iniciais?



## Apêndice I – Roteiro da atividade de utilização da simulação computacional sobre o Movimento Circular Uniforme



Colégio Luterano Arthur Konrath  
Comunidade Evangélica Luterana Cristo Salvador

---

### Roteiro de utilização da simulação computacional sobre “Movimento Circular Uniforme”

Prof. Wilson L. Krummenauer

#### Objetivos:

- Compreender o significado de período e frequência;
- Operar com diferentes unidades de medida de frequência;
- Identificar os vetores: velocidade tangencial, força centrípeta e aceleração centrípeta.

#### Procedimentos:

1. Para utilização do arquivo executável *mov\_circular.mdl* (arquivo gerado com programa *Modellus*) é necessário que esteja instalado no computador o programa *Modellus versão 2.5*, o qual pode ser baixado na rede mundial de computadores através do site <<http://phoenix.sce.fct.unl.pt/modellus>>.
2. Após a instalação do programa *Modellus* será possível executar o arquivo *mov\_circular.mdl*.

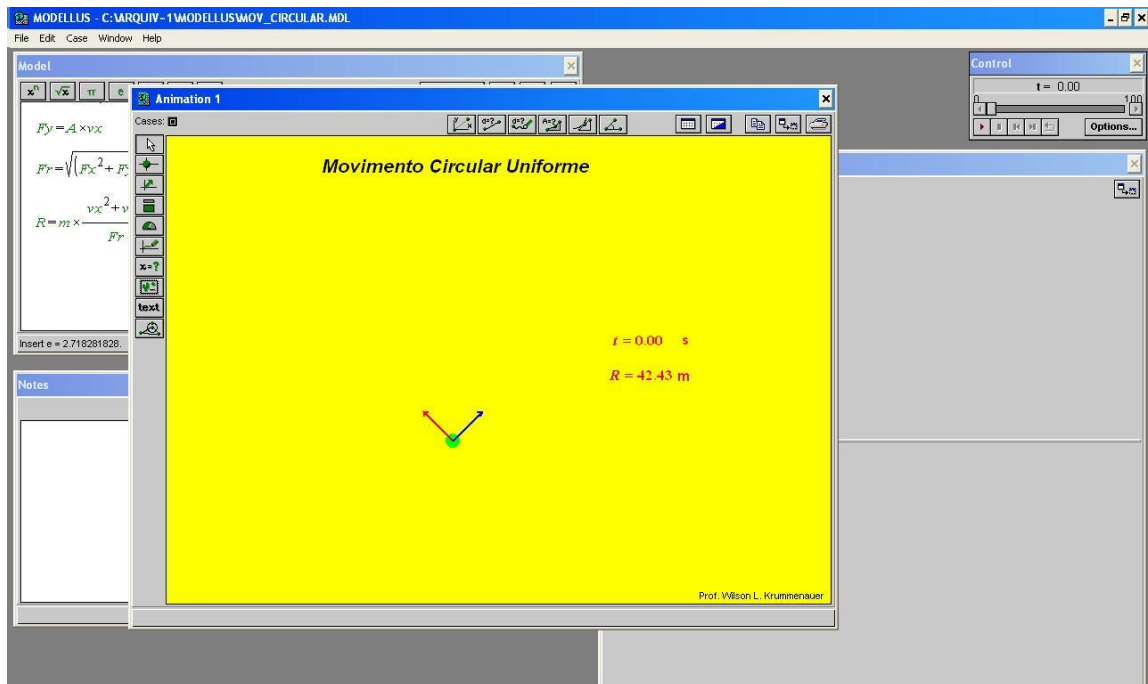


Figura I.1 – Tela de abertura da simulação.

3. A simulação consiste em apenas uma tela, na qual está um corpo (esfera verde) que executa um movimento circular uniforme. No canto superior direito está situado o controle da simulação, basta clicar sobre a seta de cor vermelha para iniciar a simulação. O avanço ou o retrocesso podem ser controlados através deste dispositivo.

4. Dê início à simulação e responda às seguintes perguntas:

4.1. Qual o período de translação da esfera? (dica: utilize as teclas de controle para avançar ou retroceder a simulação).

---



---



---



---

4.2. Qual a frequência de translação, em hertz, desta esfera? E em rpm?

---



---



---

4.3. Qual grandeza física está sendo representada pelo vetor de cor azul? Justifique.

---

---

---

---

4.4. Quais as grandezas físicas que poderiam ser representadas pelo vetor de cor vermelha? Justifique.

---

---

---

---

4.5. Sabendo que a massa da esfera está representada na simulação pela variável  $m$ , na janela “*Initial Conditions*” altere a massa da esfera para “10 kg” e dê início à simulação. A seguir, altere novamente a massa para “20 kg” e reinicie a simulação. O que ocorreu com o raio da trajetória em cada caso? Justifique.

---

---

---

---

---

---

## Apêndice J – Teste final



**Colégio Luterano Arthur Konrath**  
Comunidade Evangélica Luterana Cristo Salvador

---

ALUNO: \_\_\_\_\_

Prof. Wilson L. Krummenauer

### TESTE FINAL

1. Que palavras você usaria para explicar a um colega o que você entendeu quanto aos conceitos de frequência e período para o movimento de rotação de um fulão?

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Um fulão, durante sua rotação crítica efetua 192 voltas num intervalo de tempo de 8 minutos. Calcule:

a) sua frequência em rotações por minuto;

b) sua frequência em hertz;

c) seu período em segundos.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Certo fulão na fase do curtimento possui uma frequência de rotação de 0,25 Hz. Explique o significado desse valor.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

4. Um fulão cujo raio mede 2 m possui uma frequência de rotação de 15 rpm. Com base nesta informação, responda:

- a) Sabendo que 1 Hz corresponde a uma rotação completa efetuada em 1 s, qual a frequência desse fulão em Hz?
- b) Qual o período deste fulão em segundos?
- c) Qual a velocidade linear de um ponto situado na periferia do fulão? (adote  $\pi = 3,14$ )
- d) Qual a velocidade angular do fulão?
- e) Qual a aceleração centrípeta de um ponto situado na periferia do fulão?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

- 
- 
- 
5. Nas figuras abaixo representamos uma roda-gigante girando, com velocidade angular constante, no sentido anti-horário. Represente os vetores velocidade e aceleração centrípeta nos pontos A, B, C e D na Figura J.1 e na Figura J.2 represente o vetor força resultante centrípeta em cada ponto.

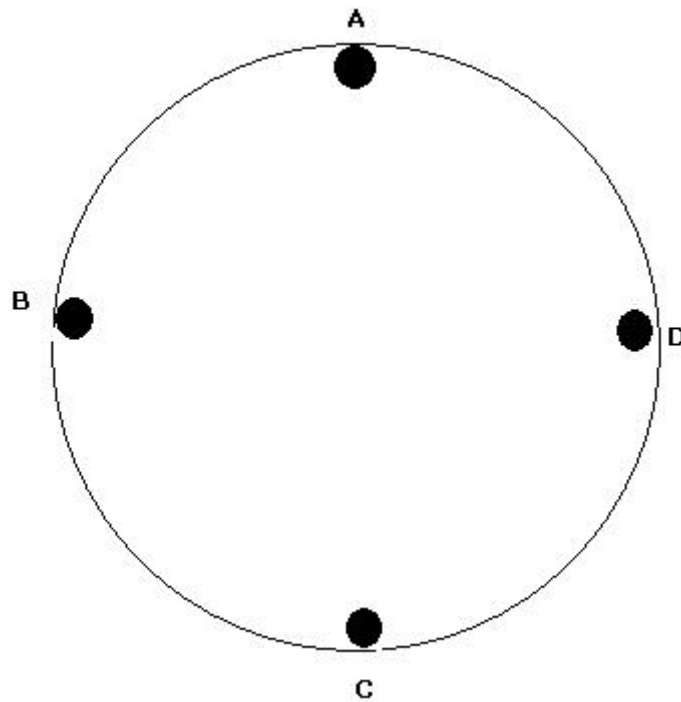


Figura J.1.

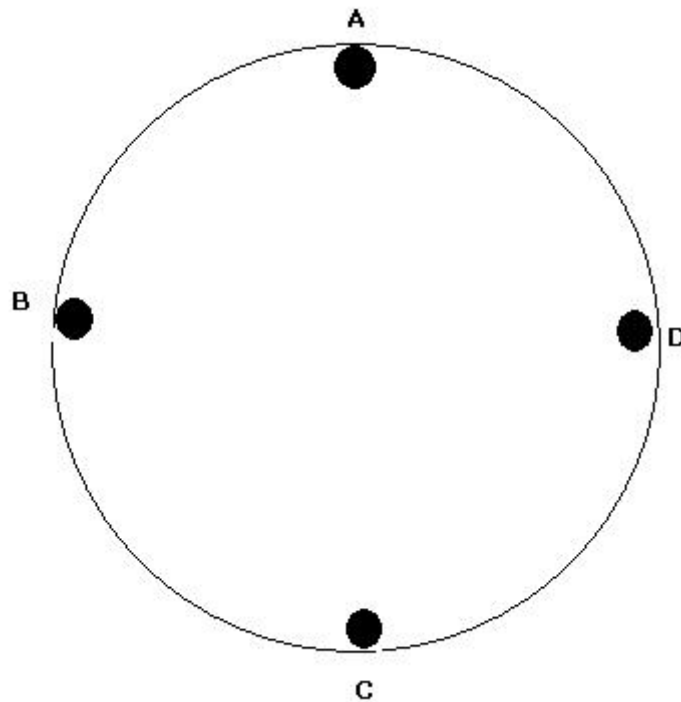


Figura J.2.

6. O movimento de translação que a Lua realiza em torno da Terra é aproximadamente circular e uniforme com uma velocidade linear de aproximadamente 1000 m/s. Sabendo que a distância entre o centro da Terra e o centro da Lua é aproximadamente 384405 km, calcule a aceleração centrípeta da Lua.

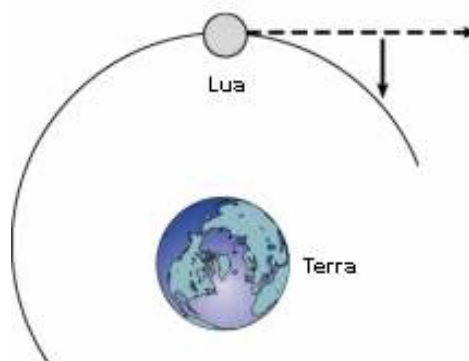


Figura J.3 – Trajetória que a Lua descreve em torno da Terra (Disponível em <http://br.geocities.com/saladefisica8/cinematica/centripeta.htm> - Acesso em: 8 out. 2008).

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

7. Você consegue identificar onde a Física está presente no seu dia-a-dia? Caso afirmativo dê alguns exemplos.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

8. Seja através de leituras ou buscando um curso técnico ou superior, quais suas expectativas de expandir o seu conhecimento científico?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## **ANEXOS**

## Anexo A – Reportagem do jornal O Diário

A reportagem a seguir foi veiculada no jornal O Diário na edição do dia 21 de agosto de 2008.

20 Quinta-feira, 21 de agosto de 2008

### EJA do Luterano no Mestrado da UFRGS



*Alunos participantes do projeto*

**Estância Velha** - As aulas de Física da EJA do Colégio Luterano Arthur Konrath fazem parte do projeto de Mestrado em Ensino de Física da UFRGS do professor Wilson Krummenauer, professor de Física do CLAK.

O projeto tem como objetivo desenvolver uma proposta de ensino baseada no contexto profissional em que o aluno está inserido e que, a partir dos seus conhecimentos prévios deste contexto, permita formular um tema gerador para a proposta, propiciando maior eficiência do processo ensino-aprendizagem.

Figura A.1 – Reportagem do jornal O Diário.

## Anexo B – Ficha de avaliação dos aspectos formativos



### AValiação Formativa – II Trimestre / 2008

ALUNO(A) \_\_\_\_\_ SÉRIE: \_\_\_\_\_

#### Prezado/a aluno/a,

Você é especial para nós! Estaremos sempre apoiando você em seus crescimentos e orientando ou reorientando onde for necessário, em suas aprendizagens e condutas.

Escola é espaço de construção, de descobertas, de escolhas, de erros, de experimentação, de retomadas, de diálogo, enfim, escola é espaço de transformação.

Nossa preocupação é “educar você para a vida”. Nesse processo, a sua família, a sua escola e o seu próprio empenho serão sempre seus principais aliados.

Sabemos que os crescimentos são constantes, porém, visando auxiliá-lo ainda mais, recomendamos que você, aluno/a, fique atento/a às orientações de seus professores, assinaladas abaixo:

	Empenhe-se para entregar temas e tarefas com pontualidade.
	Seja pontual em relação ao horário escolar.
	Coopere com a higiene e a organização dos materiais ou espaços escolares.
	Demonstre atitudes de respeito para com os colegas.
	Demonstre atitudes de respeito para com os profissionais da escola.
	Traga o material solicitado pelos professores.
	Coopere para manter um ambiente de concentração durante as aulas, evitando conversas ou brincadeiras desnecessárias.
	Observe o espelho de classe.
	Faça uso do uniforme diariamente.
	Participe mais durante as aulas, relatando seus conhecimentos, informações ou dúvidas sobre o conteúdo estudado.
	Realize os exercícios, atividades ou trabalhos com capricho e dedicação, reforçando, assim, a sua aprendizagem.
	Auxilie na preservação do patrimônio escolar.
	Não faça uso de celular ou som (mp3 ou outros) durante as aulas.
	Valorize os momentos de apresentações de trabalhos com postura adequada, criatividade e responsabilidade.
	Procure realizar as tarefas individualizadas com seu próprio esforço, pois elas objetivam revelar seus conhecimentos e habilidades.
	Envolva-se nos trabalhos de grupo participando ativamente.
	Participe dos projetos, eventos e atividades extras promovidos pelo Colégio. Eles objetivam enriquecer ainda mais o trabalho desenvolvido, proporcionando vivências de valores, integração escola-família e desenvolvimento das habilidades em geral.
	Continue se esforçando!
	Parabéns, continue assim!
Conselho de Classe – Avaliação Formativa: _____	
<b>Assinatura do(a) Professor(a) Conselheiro(a)</b> _____	