



ESTADO DE RORAIMA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA - UERR  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PROPES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS – PPGE



ROZENILDA DE SOUZA<sup>1</sup>  
OSCAR TINTORER DELGADO

**A ATIVIDADE DE SITUAÇÕES PROBLEMA NO TEATRO CIENTÍFICO  
COMO ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM DA CINEMÁTICA NO  
ENSINO MÉDIO NA PROPOSTA DE P. YA. GALPERIN**

Material instrucional associado a  
Dissertação apresentada ao Mestrado  
Profissional em Ensino de Ciências da  
Universidade Estadual de Roraima (2014)  
sob a orientação do Prof. Dsc. Oscar  
Tintorer Delgado

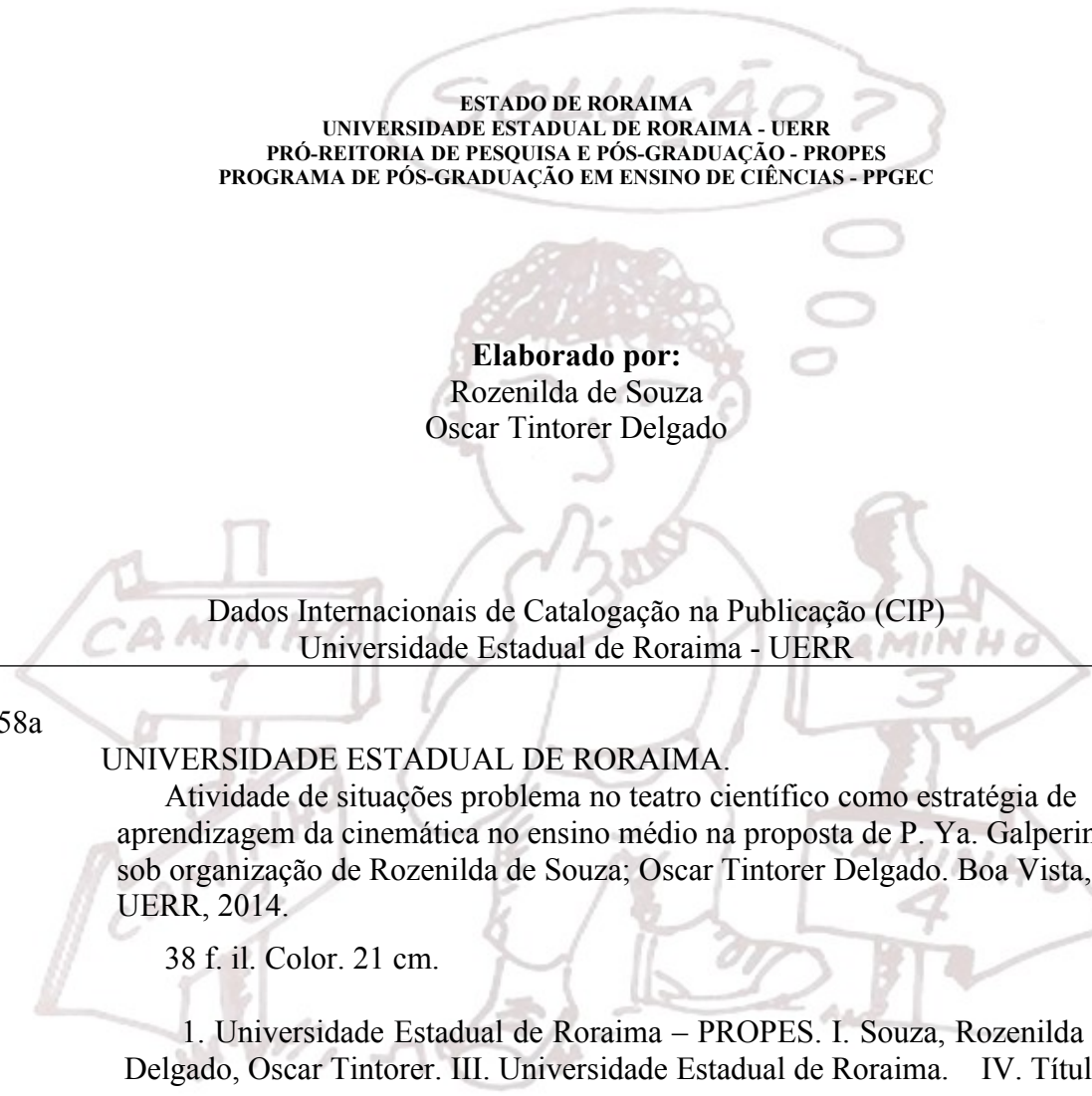
Boa Vista - RR  
2014

---

<sup>1</sup> ro\_zzer@yahoo.com.br

Copyright © 2014 by UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA – UERR.

Todos os direitos reservados. Está autorizada a reprodução total ou parcial deste trabalho, desde que seja informada a **fonte**.



ESTADO DE RORAIMA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA - UERR  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PROPES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS - PPGEC

**Elaborado por:**  
Rozenilda de Souza  
Oscar Tintorer Delgado

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Universidade Estadual de Roraima - UERR

U58a

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA.

Atividade de situações problema no teatro científico como estratégia de aprendizagem da cinemática no ensino médio na proposta de P. Ya. Galperin. / sob organização de Rozenilda de Souza; Oscar Tintorer Delgado. Boa Vista, RR: UERR, 2014.

38 f. il. Color. 21 cm.

1. Universidade Estadual de Roraima – PROPES. I. Souza, Rozenilda de. II. Delgado, Oscar Tintorer. III. Universidade Estadual de Roraima. IV. Título

UERR/2014

CDD RR 372 (19. ed.)

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária  
Kethllen Gomes Barroso – CRB-11/760

## SUMÁRIO

<b>1 Apresentação</b> .....	03
<b>2 Para início de Conversa</b> .....	04
<b>3 Ciência e Ensino como Arte e a Arte como Ciência e Ensino</b> .....	05
<b>3.1 A Organização da Atividade de Ensino na proposta de Galperin</b> .....	06
<b>4 A Atividade de Situação Problema de Cinemática – ASPC no Teatro Científico</b> .....	08
<b>5 ATIVIDADES DIRETIVAS DA AÇÃO DA ASPC</b> .....	09
<b>5.1 Base Orientadora da Ação – BOA</b> .....	09
<b>5.2 Base Orientadora da Ação – BOA I</b> .....	11
5.2.1 Roteiro I – Estar ou não Estar ... Uma Questão que a Física Explica .....	11
5.2.2 Situação Problema I .....	14
5.2.3 Problematizações I .....	14
5.2.4 Atividade Experimental – Sistema de Referência .....	14
<b>5.3 Base Orientadora da Ação - BOA II</b> .....	16
5.3.1 Roteiro II – O movimento segundo Aristóteles e Galileu .....	16
5.3.2 Situação Problema II .....	20
5.3.3 Problematizações II .....	20
5.3.4 Atividade Experimental – .....	21
<b>5.4 Base Orientadora da Ação III</b> .....	22
5.4.1 Roteiro III – A Queda é livre ... sim senhor! .....	23
5.4.2 Situação Problema I .....	26
5.4.3 Problematizações I .....	27
5.4.4 Atividade Experimental – Plano Inclinado .....	27
<b>6 Proposta para Avaliação da Aprendizagem sobre o Movimento</b> .....	29
<b>7 Algumas Considerações</b> .....	34
<b>8 Referências</b> .....	35

## **1. APRESENTAÇÃO**

Este é o produto resultante da dissertação de mesmo título (SOUZA, 2014), onde se faz uma reflexão sobre as alternativas metodológicas para possibilitar a aproximação e sintonia entre Ciência e Arte por meio de um ensino problematizador. De forma mais específica faz a interação entre o Ensino de Física e o Teatro Científico utilizando-se da Atividade de Situação Problema em Cinemática - ASPC.

A pesquisa foi fundamentada pela Teoria da Formação das Ações Mentais por Etapas que orientou na construção da Base Orientadora da Ação - BOA, onde se define o sistema de condições necessárias para o cumprimento das tarefas. Orienta, portanto, a aplicação da estratégia didática da estratégia adotada.

O conteúdo deste produto traz o planejamento diretivo (BOA I, II e III); roteiros de teatro com temas científicos e exemplos de situações-problemas exploradas no âmbito do Teatro Científico para gerar discussões e sugestões de procedimentos experimentais relativos ao mesmo tema.

As atividades propostas envolvem o estudo de conceitos específicos da Cinemática, utilizando os dados coletados em atividades experimentais para desenvolver seus conceitos básicos: referencial, posição, deslocamento, trajetória, velocidade e aceleração. Visa assim, construir significativamente esses conceitos a partir da observação, coleta, organização dos dados, identificação de regularidades, interpretação, previsão e análises de forma interativa com a arte teatral..

Cada roteiro de teatro é seguido da seção **situação problema** onde se apresenta o contexto teatral do estudo que será feito, seguida da seção **problematizações**, onde se destacam questionamento de fundamental importância para o entendimento necessário na compreensão dos conceitos. O roteiro experimental se constitui pelos descrição dos **materiais** da prática, seguida do **Procedimento experimental** que descreve a maneira e os passos que devem ser seguidos e finaliza com a seção **análise**. Todas as seções foram organizadas a fim de promover maior interação e discussão dos conceitos envolvidos.

A intervenção didática, na qual a proposta foi aplicada, ocorreu nos meses de março a outubro do ano letivo de 2013, com oito estudantes da 3ª série do Ensino Médio em uma escola pública no município de Boa Vista – Roraima.

## 2. PARA INÍCIO DE CONVERSA

Queremos sugerir a você professor que ao folhear este trabalho, faça com os olhos de um educador aberto a novas experiências, desprovido daqueles dogmas e preconceitos que insistem em querer perpetuar-se no âmbito do Ensino de Física. Sugerimos que olhe para este trabalho com os olhos de um educador disposto a aceitar o convite de ensinar Física de modo diferente, pois se chegou até este material, temos motivo para acreditar que você faz parte dos sujeitos que acreditam ser possível favorecer a construção de um ensino problematizador, crítico, ativo e engajada na luta pela transformação social por meio da associação entre Física e Arte.

Neste trabalho defende-se a didática da Resolução de Problemas e o Teatro Científico, como potencializadores do conhecimento e do processo de ensino aprendizagem em Física. Pois, tem-se percebido que as características peculiares de uma encenação teatral, como o ambiente e o discurso, podem propiciar a exposição de situações problemas com abordagem científica, ou de questões cotidianas mais gerais.

Estimamos e agradecemos antecipadamente a colaboração daqueles que queiram enviar sugestões que possam contribuir para a melhoria das obras apresentadas.

Que se abram as cortinas! O espetáculo vai começar!



### 3 CIÊNCIA E ENSINO COMO ARTE E A ARTE COMO CIÊNCIA E ENSINO

O ensino das Ciências da Natureza há muito vem se baseando apenas na transmissão de um conjunto conceitual das disciplinas que a compõe. No âmbito escolar de forma tradicional, o conhecimento científico tem sido um conhecimento verbal (NÚÑEZ, 2013) tendo em vista que pouco ainda são os estudos relativos à formação de procedimentos e habilidades nesta área.

Pozo e Gómez Crespo (2009) chamam a atenção para que o desenvolvimento de habilidades cognitivas e de raciocínio científico e, de habilidades experimentais de Resolução de Problemas passe a ocupar um lugar relevante no ensino de Ciências. Entende-se, no entanto, que para que o estudante desenvolva tais habilidades, o planejamento de ensino e as estratégias de aprendizagem precisam ser organizados levando-se em conta seus aspectos psicológicos (TALÍZINA, 1988, MENDOZA et al., 2009).

Entre os papéis da Ciência dentro da formação básica do estudante está o de permitir um diálogo inteligente com o cotidiano e também de **enriquecer e promover a imaginação e influenciar outras áreas do conhecimento, incluindo-se as artes** (ZANETIC, 2006; **grifo nosso**).

Para que tais premissas possam se concretizar é que diferentes esforços vêm sendo feitos nas escolas de ensino médio contribuindo para aproximar o ensino de Ciências ao ensino das Artes. De acordo com Carvalho (2006), esse é um fato que se deve ao atual contexto cultural, que “[...] pede que o homem construa novas formas de sentir, pensar e agir que possibilitem a construção de novas formas de ensinar e aprender, de maneira a contemplar essas relações” (CARVALHO, 2006, p.11). E por isso, se justifica a ideia de colocar em prática a perspectiva do ensino problematizador em Física, utilizando-se do teatro como ferramenta para promover uma dinâmica humanizada de trabalho, onde se expõe situações problemas para serem debatidas e analisadas.

Desde muito cedo nos é incumbido perceber a Física como uma disciplina de caráter rígido, saber inato e pouco sensível. Uma postura não muito diferente de alguns que defendem a Arte como criação de poucos e destinada a poucos

escolhidos e que de acordo com Peixoto e Schlichta (2013) é uma das concepções que se configuram no Ensino de Artes.

Aos que defendem (e acredita-se que há quem defenda) que a Física é uma disciplina que pouco ou nada tem haver com a Arte, se propõe alguns questionamentos: Há como olhar para a natureza sem ter o mínimo de sensibilidade para perceber tudo que ela nos oferece? Não seriam os fenômenos da natureza mais facilmente compreendidos se não somente com o olhar científico, passássemos a contempla-la também com a sensibilidade de um artista? Outros questionamentos podem se estender àqueles que talvez por ingenuidade, fazem o contrário, distanciam a Arte da Física: Não seria, pois, a natureza, criação dotada de diferentes partículas e radiações, uma das principais (se não a principal) fonte de inspiração do artista?

Entende-se que na história da Ciência em função da influência do paradigma moderno, a união entre razão e emoção, Ciência e Arte ainda é algo bastante inovador, mas, se pressupõe que a inter-relação entre conceitos científicos e a criatividade artística possam auxiliar “na união entre as ciências do cérebro, sociais e das ideias e estas articuladas a outras competências pode fazer emergir o conhecimento” (MORIN, 2011, p. 127).

### **3.1 A Organização da Atividade de Ensino na proposta de Galperin**

Integrante da escola de Jarkov, contemporâneo de Leontiev e continuador das ideias deste e de Vygotsky, P. Yakovlevich Galperin (1902 – 1988) criou uma teoria do desenvolvimento psíquico a partir do estudo da gênese dos processos cognitivos, na qual destaca o papel das ações externas no surgimento e formação das ações mentais no processo de ensino. Esse método conhecido como *Teoria da Formação por Etapas das Ações Mentais e dos Conceitos* vem revelar as etapas do processo de internalização de uma atividade externa em interna.

Galperin elaborou um dos estudos mais detalhados a respeito das etapas de formação da atividade interna com base na externa e do papel de cada um dos momentos funcionais da atividade-orientação [...]. A teoria de Galperin porta uma contribuição metodológica científica importante para a atividade de ensino, ao explicar que a assimilação do conhecimento ocorre em etapas fundamentais de sua formação, no sentido da passagem do plano da

experiência social para o da experiência individual (NUÑES; PACHECO, 2008, p.93).

Essa passagem do plano interpsicológico ao plano intrapsicológico é o que Vygotsky (1989) define como princípio de internalização. Galperin (1979, apud PEREIRA, 2013) distingue duas partes fundamentais nesse processo de internalização: a de orientação e a de execução real da ação, assim em sua teoria de *Formação Por Etapas das Ações Mentais*, estabelece que, em um processo de formação, inicialmente as ações são externas, materiais e, em um instante final, assimila-se a nova habilidade, ou seja, tais ações se convertem para o plano mental.

Nessa perspectiva, segundo Núñez (2009), o processo de internalização da atividade externa é interpretado como um ciclo cognoscitivo, com momentos funcionais, que não são lineares e, metodologicamente, podem ser separados para análise, constitui-se das etapas de: formação da base orientadora da ação, formação da ação no plano material ou materializada, formação da ação na linguagem externa, conversação para si e, por último, ação no plano mental.

Essas etapas podem ser antecedidas por uma etapa motivacional (TALÍZINA, 1988; NÚÑEZ, 2009), que se vincula ao processo de aprendizagem antes da assimilação dos conteúdos propostos, momento em que ainda não são introduzidos conhecimentos. A etapa motivacional é chamada por Talízina (1988) de etapa zero e sua tarefa principal é:

[...] a criação de uma motivação necessária no estudante. Independentemente se a solução da tarefa dada constitui ou não uma etapa independente, deve estar garantida a existência de motivos necessários para que os estudantes adotem a tarefa de estudo e cumpram a atividade que lhes é adequada, caso isso não ocorra, é impossível a formação das ações e dos conhecimentos que as envolvem. (Na prática do ensino é sabido que se o estudante não quer estudar, é impossível ensiná-lo). (TALÍZINA, 1988, p.108, tradução nossa)

A motivação também está relacionada com os desejos, a vontade, as relações afetivas que o estudante estabelece com o objeto do conhecimento, como tem discutido Ramalho e Núñez (2011) a partir das reflexões dos trabalhos de Leontiev.

Em resumo, o processo de internalização, ou seja, de assimilação da atividade em um ciclo formativo se desenvolve segundo o esquema proposto por Núñez (2009), apresentado no Quadro 1:



MOTIVACIONAL	BOA	AÇÃO MATERIAL	LINGUAGEM EXTERNA	MENTAL
Forma externa	.			Interna
Compartilhada				Independente
Não Generalizada				Generalizada
Detalhada				Reduzida

**Quadro 1** – Processo de assimilação da atividade, segundo a *Teoria da Assimilação* de P. Ya. Galperin  
 Fonte: Núñez (2009, p. 125)

#### 4 A ATIVIDADE DE SITUAÇÃO PROBLEMA DE CINEMÁTICA – ASPC NO TEATRO CIENTÍFICO

Em consonância com a teoria de Galperin, onde se considera que a aprendizagem ocorre por meio de ações mentais adequadas, organizadas ativamente, apresentamos a proposta da Atividade de Situações Problema em Cinemática – ASPC, como uma estratégia com possibilidade de melhorar o desempenho na resolução de problemas.

O conteúdo de Cinemática foi escolhido por: i- apresentar potencialidade das formas de representações gráficas na forma qualitativa e quantitativa ii- pela possibilidade de desenvolver seu estudo dentro de um contexto amplo, envolvendo aspectos cotidianos e históricos (PEDUZZI; ZILBERSZTAJN; MOREIRA, 1992); iii- para evidenciar o seu papel na elaboração de teorias que hoje explicam o movimento (OSTERMANM E CAVALCANTI, 2008)

A ASPC é uma estratégia de Mendoza e Delgado (2009b) que foi adaptada dos princípios apresentados por Polya (2006) e é sustentada pela teoria psicológica de Formação por Etapas das Ações Metais.

A ASPC está organizada em quatro etapas e se compões ações e operações. As ações de cada etapa e suas operações estão apresentadas na tabela a seguir, onde se pode observa que cada conjunto de operações, está formado por categorias, entre tais categorias, temos a que chamamos de categoria essencial, que é utilizada para determinar a condição mínima que o estudante deve dominar.

Ação	Operação (Indicador)	Indicador Essencial
Compreender O Problema	a) O estudante extrai as informações do problema; b) O estudante determina as condições do problema; c) <b>O estudante compreende o(s) objetivo(s) do problema</b>	c)
Construir o Modelo Físico	a) Realiza as análises dos fenômenos envolvidos b) Reconhece leis e as relações entre os conceitos c) <b>Constrói o modelo Físico</b> d) Analisa as unidades de medida do modelo Físico	c)
Solucionar o Modelo Físico	a) Seleciona os instrumentos adequados para solução do modelo b) <b>Executa os procedimentos para a solução do modelo</b>	b)
Interpreta a Solução	a) Interpretar o resultado encontrado; b) <b>Analisa o resultado em função do objetivo do problema;</b> c) Analisa a partir de novos dados e condições do problema, a possibilidade de reformular o problema, construir novamente o modelo e solucionar e interpretar sua solução.	b)

**Quadro 2** – Componentes das Ações e Operações da ASPC  
Fonte: adaptado de Mendoza; Delgado, 2009b

## 5 ATIVIDADES DIRETIVAS DA AÇÃO DA ASPC

A atividade da ação constitui-se dos materiais desenvolvidos no planejado da ASPC para o direcionamento do Ensino, sendo eles:

1. BOA;
2. Roteiros de Teatro;
3. Situações Problema;
4. Experimentos

### 5.1 Base Orientadora da Ação - BOA

Em seus estudos Galperin constatou que as dificuldades dos estudantes estão relacionadas às bases que orientam e organizam as suas ações mentais, ou seja, ao modelo que organiza o modo de pensar e conduzir as ações dos alunos na formação de conceitos. Para este autor, quando as bases diretivas do processo de ensino não promovem a adequada transformação do plano material em plano mental, se tornam insuficientes e inadequadas à constituição de um pensamento

teórico. Por isso a base diretiva tem um papel essencial para que uma aprendizagem com real significado se concretize.

A orientação para a concepção da ação fundamenta-se em um conjunto de operações para a ação ser desenvolvida em certa ordem, correspondendo a determinadas regras. Dessa maneira, toda ação é realizada por meio de uma orientação denominada por Galperin (1986) de Base Orientadora da Ação (BOA).

Galperin identificou três características das bases orientadoras (TALÍZINA, 1988; ÑUNES, 2009; BASSAN, 2012), o grau de *generalização*, que é o modo como a orientação se relaciona às condições essenciais para a formação do objeto de estudo, ou seja, pode modelar-se como uma generalização empírica ou teórica; no grau de *plenitude*, que se refere à presença da orientação na construção do objeto e pode ser completa (possuir todo o sistema de operações) ou incompleta (ter o mínimo de condições para o êxito da ação); e no grau de *modo de obtenção*, que indica se o processo de formação da BOA ocorreu de forma independente pelo estudante ou foi elaborado pelo professor (BASSAN, 2012). A elaboração da Base Orientadora da Ação pode ocorrer de duas formas: mediante ensaio e erro ou mediante a aplicação consciente.

No desenvolvimento deste trabalho construíram-se três bases orientadoras. O quadro mostra o modelo geral de cada uma:

BASE ORIENTADORA DA AÇÃO						
	Característica da BOA	Invariante Conceitual	Contexto da Situação Problema	Tarefas	Invariante Procedimental	Categoria de Análise
	Grau de Generalização  Grau de plenitude;  Grau de modo de Obtenção	Conteúdo ou conceitos trabalhados	Situações que podem ser exploradas para levantar uma questão e, a partir dela, trabalhar conceitos	Ações direcionadas, que devem ser realizadas para a solução do problema	Trabalhar problemas experimentais no contexto do Teatro Científico, utilizando a Atividade de Situação Problema em Cinemática:	Compreender o problema;  Construir um modelo Físico;  Solucionar o modelo Físico;  Interpretar a Solução:

**Quadro 3** – Esquema Geral da organização da Base Orientadora da Ação 1 (BOA 1) da Atividade de Situação Problema em Cinemática.

Fonte: Própria

## 5.2 Base Orientadora da Ação – BOA

BASE ORIENTADORA DA AÇÃO						
Peça 02	Característica da BOA	Invariante Conceitual	Contexto da Situação problema	Tarefas	Invariante Procedimental	Categorias de Análise
1 - Estar ou não estar ... uma questão que a Física explica	Específica	Referencial	Um estudante após uma aula de Física, demonstra ter dificuldades de compreender conceitos básicos da Cinemática. No caminho encontra um amigo que ao perceber sua angústia resolve explicar tais conceitos utilizando-se de materiais simples como uma bola de pingue pongue , um skate e muita imaginação	1. Descrever a trajetória descrita por um corpo, de diferentes posições. 2. Analisar sobre a importância de um sistema de referência nos conceitos de movimento e repouso, Utilizar-se de um skate. 3. Identificar as unidades de medidas e grandezas envolvidas; 4. Verificar se há relação(ões) existente(s) entre as grandezas;	Trabalhar problemas experimentais no contexto do TC, sob as orientações da ASPC:	Compreender o Problema
	Completa	Trajectoria			I. ler o roteiro do TC atentando-se as palavras para que se possa entender seu significado; Extrair as palavras desconhecidas e buscar compreendê-las; entender o objetivo da atividade experimental relacionando-o com os problemas;	Construir o Modelo Físico
	Preparada	Deslocamento Movimento			II. Explorar os objetos fornecidos para determinar as ideias e conceitos envolvidos;	Solucionar o Modelo Físico
					III. Selecionar o meio/forma necessário para a solução e resolvê-lo(s); IV. Responder aos objetivos do(s) problema	Interpretar a Solução

**Quadro 4** – Base Orientadora da Ação 1 (BOA 1) da Atividade de Situação Problema em Cinemática  
Fonte: Própria

### 5.2.1 Roteiro I – Estar ou não estar ... Uma questão que a Física explica!

**João:** Ai, ai... Perguntar onde fica isto ou aquilo agora tá complicado  
 Uns dizem tá na direita, outros dizem tá na esquerda  
 Se vc vira pra cá sua direita passa a ser a esquerda  
 E se vc vira pra lá já é a esquerda que passa a ser a direita  
 Que raio de professor de física  
 Agora eu não consigo pensar  
 Então como vou me encontrar?



**José:** João cê tá falando sozinho?  
Num tô vendo ninguém aqui  
Endoidô ou malucô homem?

**João:** Oh Zé, será que tu pode me ajudar? Porque eu tô pra pirar com umas dúvida que é de matar

**José:** Que te afliges?

**João:** Imagine que na minha escola meu professor de física endoidô! Disse que muito ... muito antes do nosso Cristinho (sinal da cruz) uns tal de filósofos ficavam tentando entender o movimento, ora mais...movimento é movimento (andando de um lado para outro).  
Disse também que o povo até acreditou durante dois mil anos que existe uma física que explica o movimento na terra e outra que explica o movimento dos corpos celestes. É uma tal de teoria ari... aris...

**José:** Aristotélica, é isso mesmo amigo, desse assunto eu entendo um pouco e...

**João:** (interrompendo o amigo) Mas homi num foi isso que me encabulô não!

**José:** E o que foi?

**João:** Por acaso tu sabe o que é um tal de ponto material?

**José:** Um corpo é chamado de ponto material ou partícula, quando suas dimensões são desprezíveis no fenômeno estudado. Exemplo: Um carro em movimento na estrada; Um navio no oceano.

**João:** Pois é, é isso aí, agora começa a confusão é trajetória, é referencial, é movimento, é repouso ... menino é coisa demais que tem nessa tal de cinemática

**José:** Huum... Acho que posso te ajudar, deixa eu te mostrar uma coisa... (procura olhando de um lado para outro) Tá ok, tá vendo aquele skatista! (entra alguém sobre um skate)

**José:** Ele está exatamente a sua frente e brinca com uma pequena bola (lançando-a para cima). Bem... Você estar a observar a brincadeira, agora diga-me... qual é a trajetória da bola?

**João:** Vixi menino, tu tá pegando pesado! Deixa eu pensar.. hummm pra cima e pra baixo, daqui vejo que a trajetória é uma reta!

**José:** Muito bem, mas para outro observador que em outra posição, de lado para o skatista, como será que vê a trajetória da bola? (você amigo, você sim. Qual é a trajetória que vê?)

Espera-se que o aluno da plateia diga que vê uma parábola, ou curva, a pergunta pode ser direcionada a dois ou mais estudantes da plateia



**José:** A trajetória da bola depende da posição em que se encontra o observador. a trajetória é então uma linha imaginária, determinada pelas diversas posições que um corpo ocupa no decorrer do tempo

**João:** Rapaz, até que num tá difícil não!

**José:** Agora que tal uma brincadeira? Imagine-se em pé em um ônibus...

**João:** Tô dentro!

**José:** Este ônibus mantém está chegando ao terminal, a uma velocidade constante em relação a plataforma

**João:** Ôooo, tá na mente!

**José:** Você me diria que está em repouso ou em movimento?

**João:** Tu tá de curtição comigo, ora se eu tô dentro do ônibus chegando no terminal..... tu num tá vendo que eu estou em movimento Sr Galileu?

**José:** Caro amigo essa não é a resposta certa, bem devagar, acompanhe meu raciocínio! Se você tomar como referência a plataforma, concordo, você está em movimento e por quê?

**João:** Por que ele tá indo pra frente, tá andando ora?

**José:** Rá, rá... não João dizemos que há movimento quando um corpo qualquer muda de posição em relação a um referencial no decorrer do tempo  
Você mudou de posição com relação ao ônibus?  
Não, estava aqui no meu lugarzinho e continuo aqui!

**José:** E em relação as pessoas que estão fora do ônibus você muda de posição?

**João:** Claro que sim, fico mais distante de umas e mais perto de outras

**José:** Muito bem, na Física um corpo A, neste caso você, está em movimento relativo a um corpo B, que é o ônibus, quando sua posição, medida com relação ao segundo corpo, varia no tempo. O tempo passou e você mudou de posição em relação às pessoas que estão na plataforma não foi?

**José:** Pois é, quando sua posição não varia com o tempo em relação a um dado referencial dizemos que o mesmo está em repouso. Portanto, repouso e movimento são conceitos relativos, isto é, dependem da escolha do corpo que serve como referência.

**José:** João?

**João:** Oi?

**José:** Já pode descer do ônibus!

**João:** Ô amigo num aguentava mais tanta trepidação! E tu sabe que depois dessa conversa até que eu num tô achando mais o meu professor maluco não?

### 5.2.2 Situação - Problema:

- Belinha está sentada dentro de um ônibus (que se movimenta sobre uma estrada) e Maria, está parada sobre a terra, uma terceira pessoa sentada à frente de Belinha, brinca com uma bola jogando-a para cima. Bárbara e Maria, cada uma em sua posição, observam a brincadeira.

### 5.2.3 Problematizações:

1. Sob que condições podemos dizer que a bola está em movimento; e em repouso?
2. Qual a trajetória da bola vista pelo observador a) Belinha; e pelo observador b) Maria
3. O que significa dizer que o movimento é relativo?
4. Um corpo pode estar ao mesmo tempo em repouso e movimento?
5. O que entendemos por trajetória?
6. O que entendemos por deslocamento?

### 5.2.4 Atividade Experimental – Sistema de Referência

#### a) Materiais

Fita crepe

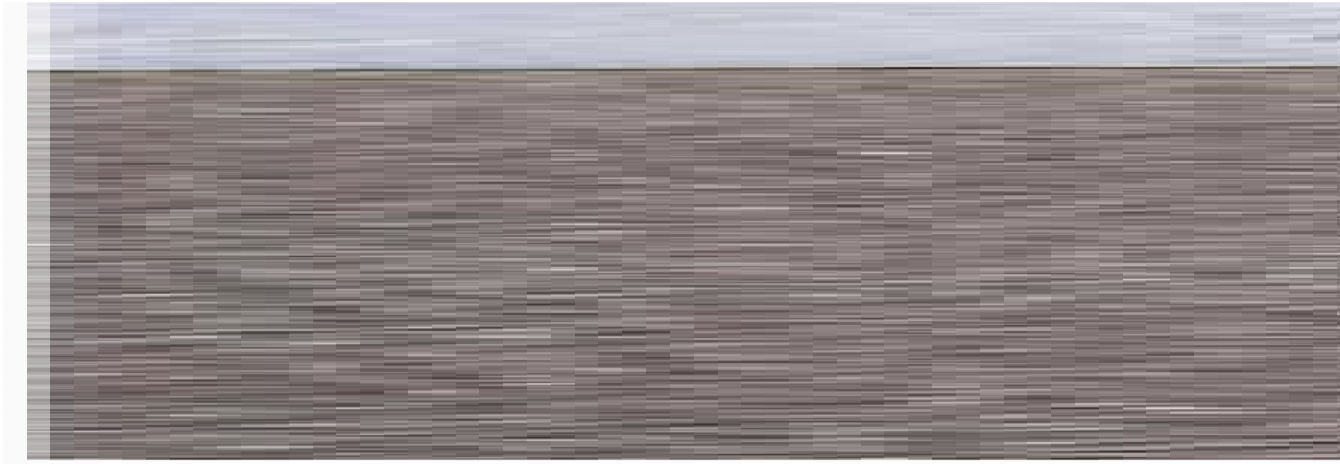
01 skate

01 cronômetro

#### b) Procedimento Experimental

1. Com a fita crepe trace duas retas no chão de forma que uma fita indique a posição de largada e a outra indique a linha de chegada
2. Solicite a dois estudantes que subam em um Skate e se posicionem na linha de largada
3. Em seguida, peça aos estudantes que sob os skates, percorram o espaço entre a linha de largada e a linha de chegada da seguinte forma: o estudante A percorrerá o

trajeto em linha reta e o estudante B fará o trajeto fazendo uma curva (como mostra na figura 1)



### c) Análise

1. verificar que para estudar o movimento, é necessário adotar um sistema de coordenadas para saber onde está o corpo (posição) e que essa informação depende de uma origem escolhida arbitrariamente.
2. Observe, posição, a posição de cada estudante em relação à sua origem em função do tempo
3. Determine a trajetória de A
4. Determine a trajetória de B
5. Determine a medida do espaço (s) percorrido por A
6. Determine a medida do espaço (s) percorrido por B
7. Determine a medida do deslocamento (x) de A
8. Determine a medida do deslocamento (x) de B
9. Determine e utilize de forma individual, as medidas de espaço percorrido e o tempo gasto, para calcular a velocidade de cada estudante.
10. Compare os resultados das medidas dos percursos de A e B
11. A medida que o tempo passa, a posição do estudante que está sob o skate muda com o passar do tempo em relação ao Skate?
12. A medida que o tempo passa, a posição do estudante que está sob o skate muda com o passar do tempo em relação ao chão?

### 5.3 Base Orientadora da Ação - BOA II

BASE ORIENTADORA DA AÇÃO							
Peça 02	Característica da BOA	Invariante Conceitual	Contexto da Situação problema	Tarefas	Invariante Procedimental	Categorias de Análise	
2 - O Movimento Segundo Aristóteles e Galileu	Específica	História da Física	A história da ciência mostra que as ideias de Aristóteles estão associadas ao pensamento intuitivo. É Galileu, cerca de 2000 anos depois que refuta o pensamento aristotélico e dá início a Física experimental e comprova conceitos-chaves para explicação do movimento.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analisar a forma como Aristóteles explicava o movimento</li> <li>2. Demonstrar a Física intuitiva de Aristóteles</li> <li>3. Apresentar o método experimental de Galileu</li> <li>4. Realizar o experimento do plano inclinado para demonstrar o MRU;</li> <li>5. Determinar o as unidades de medidas envolvidas;</li> <li>6. Identificar valores unidades (se for o caso);</li> <li>7. Verificar a(s) relação(ões) existente(s) entre as unidades: a) se proporcionalidade é direta ou inversa e; b) fazer a representação algébrica da relação, se possível.;</li> <li>8. Discutir conceitos de velocidade e aceleração</li> </ol>	Trabalhar problemas experimentais no contexto do TC, sob as orientações da ASPC:	Compreender o Problema	
	Completa	MRU			I. ler o roteiro do TC atentando-se as palavras para que se possa entender seu significado; Extrair as palavras desconhecidas e buscar compreendê-las; entender o objetivo da atividade experimental relacionando-o com os problemas;		Construir o Modelo Físico
	Preparada	MRUV				II. Explorar os objetos fornecidos para determinar as ideias e conceitos envolvidos;	
						III. Selecionar o meio/forma necessário para a solução e resolvê-lo(s);	Interpretar a Solução
				IV. Responder aos objetivos do(s) problema			

**Quadro 5** – Base Orientadora da Ação 2 (BOA 2) da Atividade de Situação Problema em Cinemática  
Fonte: Própria

#### 5.3.1 Roteiro II – O Movimento Segundo Aristóteles e Galileu

**Narrador:** Os gregos no séc. XVII defrontavam-se com uma dúvida estrutural: como algo que é pode deixar de ser? Como explicar o movimento? nesta peça o movimento é entendido como mais do que o simples deslocamento físico. Um conflito que muitos tentaram explicar. Entre outros que o fizemos lhes apresentamos

Aristóteles que viveu entre (384 – 322 a.C.) e em sua época foi um dos mais influentes filósofos. Nasceu em Estagira, no norte da Grécia. Foi discípulo de Platão em Atenas e mestre de Alexandre Magno, na Macedónia. Sua Física foi uma construção teórica complexa, que se integrou do pensamento filosófico, biológico, política entre outros. Uma física elaborada a partir de observações, intuições, elementos empíricos fornecidos pela vivência humana.

### **CENA 1: ARISTÓTELES**

**Cenário:** Uma sala, parecida com uma biblioteca. Sob uma mesa está o sistema de Ptolomeu. Em outra mesa mais ao centro da sala dispõem-se borrachas (escolar), pequenas pedras, ferros (podem ser pequenos pregos) e esferas (bolinhas de gude).

**Entra Aristóteles seguido de seu aluno Filon.**

**Aristóteles:** (zangado) Não, não e não! Não entendestes nada? O Mundo está dividido em duas partes, a que nós estamos agora – parte terrestre é o mundo sublunar.

E o céu, ora o céu...O céu é a parte supralunar! Não é meus meninos?

(dirige-se a plateia) Olhem ao seu redor, veem algo no solo para além da terra? Claro que não! A Terra está imóvel, no meio de todo o Universo, enquanto que todo o resto ronda à nossa volta.

**Filon** (discípulo de Aristóteles): Explique melhor Senhor

**Aristóteles:** (já um pouco mais calmo) Veja aqui: (sobre uma mesa o modelo geocêntrico de Ptolomeu).

olhe com atenção. A terra, é o centro do universo, e girando em torno dela, o sol e os cinco planetas: Mercúrio, Marte, Júpiter e Saturno.

Veja Filon, observe que a terra está dividida em dois mundos: O supralunar e o sublunar

**Filon:** Às vezes fico um pouco confuso quanto às ideias do Mestre sobre esses dois mundos.

**Aristóteles:** Acompanhe meu raciocínio. Nossa parte terrestre é o mundo sublunar, tudo abaixo da lua é constituída de apenas quatro elementos: Terra, água, fogo e ar.

**Filon:** E o mundo supralunar, que é a lua e os outros astros, é composto de éter, a quinta essência?

**Aristóteles:** Isso mesmo, por isso na terra, o movimento dos corpos é determinado pela tendência do elemento em maior quantidade, mas vou demonstrar: (demonstra com experiência - atirar pedras). Vira-se para a plateia e pede que um estudante lance uma pedra para cima. E pergunta: O que vês? (aguarda um instante)

Vira-se para Filon.



**Aristóteles:** O que Vês? Deixe que vos digo, a pedra volta ao solo, pois dela foi deslocado. Olhe de novo, borrachas...ferros...se soltos no ar ou jogados para cima todas descem, procuram seu lugar natural..

**Aristóteles:** Pensa um pouco... E depois continua: Você já viu uma pedra mover-se para o alto? Ora isso só é possível quando provocamos o movimento, uma força, o ar continua a empurrá-la e quando a força acaba (demonstra mais uma com atirando borrachas para cima), a pedra volta ao seu lugar natural

**Filon:** Então como explicar a queda de um corpo?

**Aristóteles:** Isso é muito fácil de responder. Os objetos celestes movem-se porque têm vida, alma e são conduzidos por entidades divinas! Em primeiro lugar, já disse que todos os corpos voltam ao seu lugar natural. Em segundo lugar, um corpo de maior massa cai muito mais rapidamente que um de massa inferior.

**Filon:** E os objetos terrenos? Quero dizer... Como se movimentam?

**Aristóteles:** Sim, existem outras forças que influenciam outros tipos de movimentos. Mas já falamos disso.

(Olha para um objeto e pergunta para a plateia) Então acaso este objeto tem movimento sozinho? Ora é claro que não, como veem, eu aplico uma força neste objeto e ele movimentam-se, quando a força é maior, o movimento também é. Quando deixo de exercer esta força, ele acaba por parar, logo, é necessária uma força para que um corpo se movimente.

**Aristóteles:** (voltando-se para o público) E então, alguém arrisca refutar minha teoria?

## **CENA 2: GALILEU GALILEI**

**Narrador:** Galileu foi um físico, matemático, astrônomo e filósofo italiano que teve um papel ímpar na revolução científica. Nasceu em 15 de fevereiro de 1564 e morreu em 1642. Na cidade de Pisa, Itália. Sua obra mais citada e uma das mais revolucionárias para a época na qual viveu é a proposição da teoria Heliocêntrica. Galileu foi responsável pelo desenvolvimento dos primeiros estudos consistentes do movimento uniformemente acelerado e do movimento do pêndulo. Entre seus feitos na Ciência, enunciou a lei dos corpos e o princípio da inércia e o conceito de referencial inercial, ideias precursoras da mecânica de Newton.

**Cenário:** continua no cenário a mesa com as esferas mesma da cena de Aristóteles; sob uma segunda mesa borrachas (escolar), pequenas pedras, Cubos de tamanhos diferentes, a tampa de uma caixa de papelão; folhas de papel A4 e esferas (bolinhas de gude).

**Galileu, entrando em cena acompanhado do seu discípulo Andrea Pergunta:** – Você acabou entendendo o que eu lhe expliquei ontem?

**Andrea:** O quê? Aquela história do Quipérnico e da rotação?

**Galileu:** É.

**Andrea:** Não. Porque o Senhor quer que eu entenda? É muito difícil!

**Galileu:** Mas eu quero que você também entenda. É para que se entendam essas coisas que eu trabalho e compro livros caros em lugar de pagar o leiteiro!

**Andrea:** Gostaria que o Mestre explicasse melhor sua teoria sobre o movimento dos corpos!

**Galileu:** Lembra da Esfera?

**Andrea:** Sim senhor

**Galileu:** Andrea, Aristóteles afirma que um objeto só pode ter movimento quando lhe aplicamos uma força. Mas olhe aqui (pega uma esfera), em relação a mim este objeto está sem movimento! Vamos dizer que está em repouso, se eu empurrá-la sobre essa superfície com certa força...

**Andrea:** Entra em Movimento, como afirma Aristóteles

**Galileu:** Isto! Mas eu não continuei a aplicar-lhe força alguma e ela continua a movimentar-se.

**Galileu:** Vou demonstrar para você! (Pega outra bolinha, dirige-se até o plano inclinado).

Experimento: plano inclinado e papel com areia (Galileu joga uma bolinha no plano inclinado, ela corre rapidamente, mas ao chegar no final do plano a bolinha pára ao passar pela areia)

**Galileu:** Viu Andrea, a bolinha ou qualquer objeto só param se algo, como uma força, lhe impedir de continuar, ou seja, se nada as impedir, continuará a movimentar-se infinitamente.

**Galileu:** (olhando alguns livros diz em voz alta) Também tenho sérias dúvidas que Aristóteles tenha alguma vez verificado experimentalmente que duas pedras deixadas cair de uma mesma altura, tendo uma delas dez vezes o peso da outra, adquirisse velocidades tão diferentes a ponto de que quando a mais pesada tocasse o solo, a mais leve tão longe ainda estaria dele.

**Andrea:** Mas Senhor, Aristóteles utilizou-se de um argumento curto e concludente que um corpo mais pesado que outro se move mais rapidamente que este. Mas, qual é sua dúvida, o que lhe aflige?

**Galileu:** O fato de não poder ter qualquer dúvida de que, um corpo movendo-se num meio simples tenha uma velocidade fixa determinada pela natureza, que não possa ser aumentada ou diminuída por alguma coisa..... lembra das esferas?

**Andrea:** Sim, continuaram-se a se mover!

**Galileu:** (Dirige-se para a plateia) façamos então com corpos em queda. Observem vou soltar dois objetos ambos com massas diferentes, O que acontece? (aguarda uma resposta)

**Andrea:** Vejo que caem em tempos muito parecidos, mas mesmo assim, dá pra perceber que o de maior massa caiu primeiro.

**Galileu:** Façamos de novo, agora com duas folhas de papel (um amassado e outro não). Viu, a amarrotada cai muito mais depressa que a outra, mas elas são iguais, tem a mesma massa!

**Galileu:** Agora veja isso aqui (pega a tampa de uma caixa de papelão coloca uma folha de papel amassada e uma folha sem amassar) Se realmente o peso influir, como afirmava Aristóteles, o mais leve vai cair depois do papel amassado. Joga a tampa

**Galileu:** Vês meu caro, caíram juntos porque a tampa impede que o ar exerça sua ação diretamente sobre os corpos. Não caem ao mesmo tempo por não terem diferentes massas, mas, diferentes formas, de forma que, são afetados de maneira diferente pela resistência do ar!

**Andrea:** Mas então, por que sempre vão para baixo?

**Galileu:** Não sei, mas acredito que haja uma força, uma força que puxe as coisas para baixo, como a força que influencia no movimento das coisas!

**Andrea:** Sabe Senhor, sinto que seus argumentos são realmente admiráveis, penso que talvez, logo chegará o dia que será provado a tua razão! (saem de cena)

### 5.3.2 Situação Problema:

- Tem-se sob uma mesa uma folha de papel de cerca de 0,05g e uma pedra de massa igual a 520g. Pretendemos deixar cair de uma mesma altura a folha de papel e a pedra.

### 5.3.3 Problematizações:

1. Como se explica na visão de Aristóteles e de Galileu o movimento de uma pedra arremessada mesmo após ela ter perdido contato com as nossas mãos?
2. Ao lançarmos verticalmente uma pedra para cima, o que acontece com a velocidade desta pedra durante a subida? e a descida?
3. Que fatores, em sua opinião, irão influenciar no tempo de queda de cada objeto?

4. Como poderíamos fazer para que ambos os objetos cheguem ao solo num mesmo instante de tempo?
5. Há algum ponto nesse tipo de movimento onde a velocidade da pedra é zero? Explique.
6. Há algum ponto nesse tipo de movimento onde a aceleração é zero? Explique.

### 5.3.4 Atividade Experimental – A Folha de papel e a Pedra

#### a) Material

- 01 pedra pequena
- 01 folha de papel sulfite
- 01 com areia
- 01 cronômetro
- 01 fita métrica

#### b) Procedimento

1. Em uma das mãos, segure a folha de papel sulfite aberta e na outra mão a pedra.
2. Solte, ao mesmo e da mesma altura, a pedra e a folha. A caixa de areia servirá para diminuir o impacto da pedra no chão
3. Recolha a folha de papel, amasse-a um pouco e em seguida, repita o procedimento 2;
4. Recolha novamente a folha de papel e a amasse novamente, tratando de fazer uma bolinha mais perfeita possível.
5. Repita o procedimento 2, com a folha bem amassada e a pedra.
6. Fixe a fita métrica na parede e determine uma altura (h),
7. Posicione a bolinha de papel na altura determinada e solte a bolinha.
8. Determine o tempo de queda da bolinha de papel

#### c) Análise

1. Verifique os três procedimentos envolvendo a folha de papel e a pedra e analise sobre o que acontece em cada situação;
2. Utilize as medidas do tempo e da altura e calcule a aceleração da pedra
3. Compare sua medida ao valor geralmente aceito de  $g$  (de um livro de texto ou de outra fonte qualquer). O valor aceito cabe dentro da escala de seus valores? Em caso afirmativo, sua experiência concorda com o valor aceito.



4. Expresse (na forma verbal ou escrita) a forma do gráfico da distância contra o tempo para a queda livre.

#### 5.4 Base Orientadora da Ação – BOA III

BASE ORIENTADORA DA AÇÃO						
Peça 03	Característica da BOA	Invariante conceitual	Contexto da Situação problema	Tarefas	Invariante Procedimental	Categorias de Análise
3 – A Queda é Livre... Sim Senhor!	Generalizada	Queda livre	Galileu e seus discípulos faz a discussão sobre leis e teorias que tratam sobre a queda livre dos corpos. Dialogam sobre tipos e formas de medição de tempo. Para mostrar bom desempenho ao seu mestre, os discípulos determinam experimentalmente por meio do plano inclinado a taxa de aceleração de um corpo e fazem a análise da velocidade e aceleração de um corpo em diferentes ângulos de inclinação do plano.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Observar o fenômeno de queda livre de diferentes corpos com diferentes massas;</li> <li>2. analisar o movimento de queda livre de corpos de massas e tamanhos diferentes, soltos de uma mesma altura, considerando e desprezando a resistência do ar;</li> <li>3. estabelecer medidas no plano inclinado para que se possam realizar registros de posição e tempo de queda de diferentes corpos</li> <li>5. Determinar o as unidades de medidas envolvidas;</li> <li>4. Identificar valores unidades;</li> <li>5. Verificar a(s) relação(ões) existente(s) entre as unidades;</li> <li>b) fazer a representação algébrica da relação;</li> <li>6. Discutir conceitos de velocidade e aceleração</li> <li>7. Calcular velocidade e aceleração a partir dos registros experimentais no plano inclinado</li> </ol>	<p>Trabalhar problemas experimentais no contexto do TC, sob as orientações da ASPC:</p> <p>I. ler o roteiro do TC atentando-se as palavras para que se possa entender seu significado; Extrair as palavras desconhecidas e buscar compreendê-las; entender o objetivo da atividade experimental relacionando-o com os problemas;</p> <p>II. Explorar os objetos fornecidos para determinar as ideias e conceitos envolvidos;</p> <p>III. Selecionar o meio/forma necessário para a solução e resolvê-lo(s);</p> <p>IV. Responder aos objetivos do(s) problema</p>	Compreender o Problema
	Completa	Velocidade				Construir o Modelo Físico
	Independente	Aceleração				Solucionar o Modelo Físico

**Quadro 6** – Base Orientadora da Ação 3 (BOA 3) da Atividade de Situação Problema em Cinemática  
 Fonte: Elaborada pelos estudantes sob orientação da pesquisadora



### 5.4.1 Roteiro III – A Queda é Livre... Sim Senhor!

**Cenário:** Uma sala, parecida com um laboratório. Sob uma mesa tem-se uma, uma folha de papel sulfite, uma esfera, um plano inclinado, um celular, um computador, uma pedra. No chão bem ao centro da sala encontra-se um plano inclinado e uma caixa com areia. Em um canto da sala uma mesa com computador e um projetor de imagens.

**Bianca (entra em cena e se dirige a plateia):** Oi pessoal, meu nome é Bianca e todos aqui nesta sala somos discípulos de Galileu... bem, em uma nova versão... já que os tempos são outros ...

**Rui:** Pois é ...alguns séculos se passaram e mesmo tendo nosso mestre se consolidado como um grande cientista, há quem duvide de sua arte experimental

**Galileu Galilei (Thais entra em cena)** Ora, ora meus discípulos há quanto tempo? Eu ouvi direito ... e tem quem afirme que eu, Galileu Galilei não realizei experiências para provar minhas teorias?

**Bianca:** Desculpe mestre, é que muito se ouve ser um exagero crer que o Senhor, tenha descoberto seus esquemas teóricos graças à observações e experiências. Como... o movimento de queda dos corpos!

**Galileu Galilei:** Meu caro discípulo, não dê ouvidos a essas coisas, é intriga da oposição, rs, rs... Sabe, Ciência não se constrói num estalar de dedos, leva tempo... (Galileu pega sua luneta, olha para um lado e para outro e conclui ) faz-se necessário observar ...observar ... observar!

Continua Galileu Galilei

**Galileu Galilei:** Veja como o tempo não apaga o que se comprova, Belinha ... Belinha responda-me : Que forças atuam num corpo em queda livre?

**Belinha:** Olá mestre ... huum, deixa eu pensar ... se desprezarmos a força de empuxo ... temos a força de atração da terra...

Galileu Galilei: ... que meus meninos conhecem como força peso...

**Bianca:** ...e a força de resistência do ar...certo?

**Galileu Galilei:** Isso mesmo ... essa pode ser maior ou menor dependendo da forma desse corpo. Quando lançamos um corpo verticalmente para cima o que vemos?? Cadê minha esfera?? Ah tá qui!!

**Galileu (joga a esfera para cima) :** Vejam... : notamos que ela sobe até uma certa altura e depois cai e porquê? Por que é atraído pela Terra, o mesmo acontece quando largamos um corpo de determinada altura . Os corpos são atraídos pala Terra porque em torno dela há uma região qu chamo campo gravitacional exercendo atração sobre eles.

**Andrea:** Professor Galileu, gostaríamos de explicar essa experiência

**Galileu Galilei:** Claro ... claro ... fiquem a vontade!

**Leon:** Mas para que nosso público entenda melhor, preferimos contar com ... digamos .. alguns efeitos que não são da sua época! Olhem bem, Elvis tem em mãos uma folha de papel e uma pedra, é óbvio que a massa da pedra é muito maior que da folha, mas... mostraremos de três formas. Vejam jogamos de uma mesma altura a folha de papel aberta e a pedra ...

**Todos os discípulos:** E aí?

**Andrea:** Olhem naquela tela! (um retroprojeter ao fundo do palco)

A ação de jogar a pedra e o papel é reproduzida na tela em câmera lenta!

**Andrea:** Viram, sem muita surpresa e obviamente a pedra caiu primeiro ... sabemos por quê?

Bem ... Elvis amasse um pouco a folha de papel por favor... Observem amigos que a massa da folha não é alterada, ela continua mais leve que a pedra apenas diminuimos sua área de contato com o ar. Vamos lá Leon, repita o procedimento!

Novamente se joga de uma mesma altura e a folha de papel (agora um pouco mais amassada) e a pedra

**Andrea:** Todos vocês, olhem de novo na tela e percebam o que de fato acontece

**Rui:** Bem dessa vez apenas por um curto espaço de tempo, a pedra caiu primeiro!

**Andrea:** Exatamente. Leon agora amasse a folha em sua totalidade, vejam pessoal, a área de contato com o ar agora é muito pequena ... então 1,2,3 e já... (novamente a pedra e a folha são jogadas da mesma altura)

**Andrea:** E em câmera lenta!

**Galileu Galilei:** Viram, isso comprova o que eu já havia dito!

**Belinha:** Sim, a diferença do tempo de queda dos corpos se deve a resistência do ar, se essa resistência puder ser eliminada, os corpos cairão ao mesmo tempo.

**Galileu Galilei:** (dirigindo-se para a plateia) Nossa, finalmente minhas dívidas com o leiteiro estão sendo honradas.. que orgulho meu meninos!

**Belinha:** legal, agora podemos destacar as características do movimento de um corpo em queda. primeira delas é que a velocidade desse corpo aumenta a medida que ele cai

**Bianca:** Nosso mestre também mostrou que esse aumento de velocidade é progressivo, mas sua aceleração permanece constante!

**Rui:** Ei.. para mostrar melhor essa afirmação que tal reproduzirmos o experimento do plano inclinado,?

**Galileu Galilei:** Oh meu plano inclinado, ainda me emociono quando o vejo...

**Leon:** Não apenas o plano inclinado caro mestre mas veja aqui ... o relógio d'água!

**Galileu Galilei:** Meus meninos assim vocês me deixam muito comovido ... quantas lembranças ...!

**Leon:** Veja mestre, fizemos um relógio d'água com uma garrafa plástica PET de 2 L, com um furo na parte inferior, por onde os pingos d'água caem, e um na parte superior, por onde entra o ar, muito prático ... e modesta parte ..inteligente!!

**Leon:** Vale lembrar que os pingos d'água saem da garrafa em um fluxo constante. Quem vai cuidar dessa parte é Andrea, que irá contar quantos pingos de água cairão desde o momento em que a bolinha é arremessado do alto do plano até percorrer metade do plano, 0,45m.

**Rui:** sim, e eu irei cronometrar o tempo!

**Galileu Galileu:** Crono o quê?

**Rui:** Cronometrar mestre , mas.. para sermos ágeis, vamos contar com uma ajuda mais moderna! (o discípulo mostra um celular para Galileu)

**Galileu Galileu:** O que é isso, um CELULAR!!!!

**Bianca:** Sim, sim ... com crônometro. A ideia é ajudar nos cálculos que faremos com o Relógio d'água, já fizemos e chegamos a proporção de 5 pingos d'água para cada 1 segundo. Acompanhem nossa demonstração, nosso plano tem uma distância de 1,80m, e dividimos em quatro partes iguais, ou seja, 0,45m cada parte  
Atenção, vamos ver quanto tempo leva para percorrer a primeira parte ... 1,2,3 vamos lá Leon, pode jogar ... (Joga-se a bolinha do alto do plano)

**Rui:** E então Andrea, quantos pingos foram?

**Andrea:** 1 ½ pingos

**belinha:** Em quanto tempo

**Rui:** 0,3 segundos

**Leon:** Vamos mudar agora. A bolinha percorrerá até o final do plano! Atenção, ... 1,2,3 e ... foi! ... E agora? O tempo foi de quanto?

**Rui:** 0,6 de segundos

**Galileu Galilei:** Afinal de contas a que raio de conclusão vocês chegaram?

**Andrea:** Olhe aqui meu Senhor que eu explicarei (na tela novamente) utilizaremos uma equação que não sei se é conhecida sua, rs, rs. Bem se  $S = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ , temos que quando a velocidade inicial for nula, ou seja, zero, então a distância será  $S = \frac{1}{2}at^2$ . Fazendo os cálculos concluímos que o movimento é uniforme e acelerado, sendo sua aceleração igual a g.

**Galileu Galilei:** Nossa, uma explicação quase tão perfeita quanto a minha!

**Belinha:** o plano inclinado reduz o efeito da gravidade, e mantém constante a taxa de aceleração de modo que o plano inclinado pode ser utilizado para determinar a taxa de aceleração.

**Leon:** Devemos lembrar que é possível observar no plano inclinado que a velocidade da bola no final deste é sempre a mesma. Mesmo que mudemos a sua inclinação!

**Galileu Galilei:** Diante de tudo que me disseram, agora tenho uma pergunta para vc (aponta para alguém na plateia) Um corpo, ao cair de uma certa altura, demora 5s para atingir o solo, responda-me querido, quanto tempo levará um outro corpo de massa dupla a cair na mesma altura?

O aluno da plateia (previamente selecionado) responde corretamente e todos os discípulos comemoram!

**Galileu:** Sabe queridos esse papo todo de tempo, espaço percorrido, velocidade...huuum... me faz lembrar que pesquisando no you tube...

**Discípulos:** ... you tube?!!!!!!!

**Galileu:** Sim meus caros, então não me mostraram como a ciência faz evoluir os instrumentos que a sociedade usa? Ou vcs acham que ainda se usa o relógio d'água ou o pulso cardíaco como medidor do tempo? E não me interrompam... Por que vou mostra pros meus amigos ali (aponta para a plateia), uma forma radical de aprender algumas das leis da cinemática. Som na cx DJ

**Apresenta-se uma sequência de leis da cinemática ao som de fank.**

#### 5.4.2 Situação Problema

- Galileu Galilei Físico, utilizou-se do método experimental para observar que uma esfera ao percorrer um plano inclinado, em tempos iguais quaisquer, adquire aumentos iguais de velocidade.



### 5.4.3 Problematizações:

1. O tipo de movimento da esfera caracterizado na situação problema
2. As relações entre o espaço percorrido e o tempo e entre o mesmo tempo e as diferentes inclinações do plano,

Outras situações problemas também foram exploradas no âmbito de realização dos ensaios, como por exemplo:

➤ Ao jogarmos uma esfera em linha reta para cima, verifica-se que, ela se move, muda o sentido, e cai de volta para baixo.

1. O que acontece com a velocidade de uma esfera que se move de maneira descrita acima?
2. Qual é a velocidade quando ela alcança seu ponto superior? O que acontece com a velocidade quando ela está caindo?
3. Sabemos identificar o tipo de movimento:
  - a) Na subida da esfera?
  - b) na descida da esfera?

### 5.4.4 Atividade Experimental – Plano inclinado

#### a) Materiais

- a) Plano inclinado (2 a 3 m de comprimento)
- b) Bola rígida
- c) Cronômetro

#### b) Procedimento

1. Ajuste o plano inclinado de modo que dê forma a um ângulo pequeno com a horizontal.

Obs: caso não tenha um plano inclinado, você pode fazer uma adaptação apoiando a um em uma rampa feita com livros (conforme a fig 2)

2. Meça o comprimento do plano inclinado,  $x$ , que está a uma distância entre os dois pontos de contacto da rampa. (Anote os valores na tabela dos dados)

3. Meça a altura,  $h$ , a altura dos livros. Estas últimas duas medidas serão usadas para determinar o ângulo do plano inclinado.

4. Coloque a esfera rígida no alto do plano inclinado, em seguida libere-a, calculando seu tempo de queda.

Obs: Ajuste e repita esta etapa até que você obtenha uma medida confiável do tempo de rolamento da esfera no plano (anote os valores)

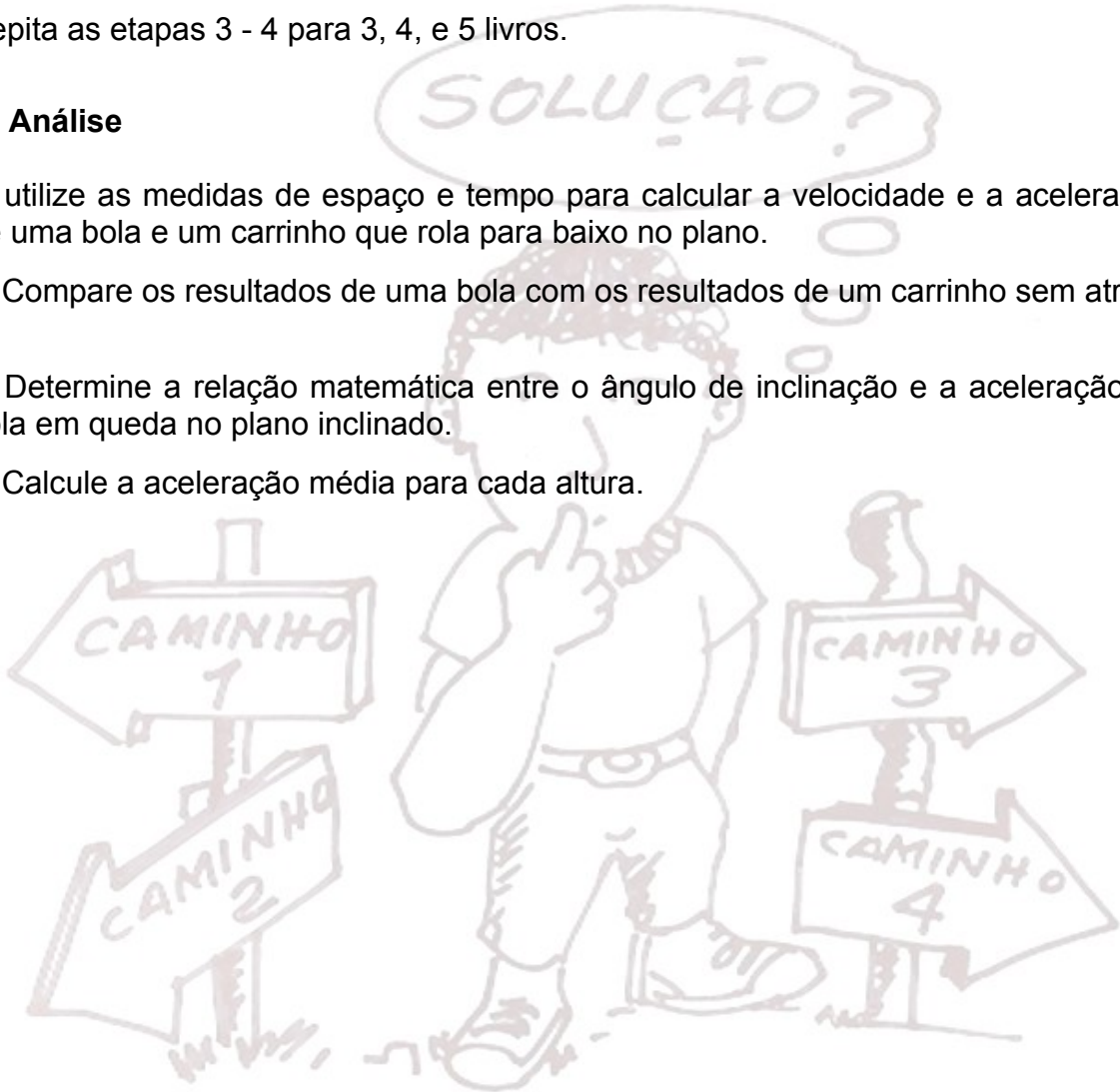
5. Levante o plano inclinado colocando um segundo livro sob a extremidade. Ajuste os livros de modo que a distância,  $x$ , seja a mesma que a leitura precedente.

Repita as etapas 3 - 4 para o novo plano inclinado.

Repita as etapas 3 - 4 para 3, 4, e 5 livros.

### C) Análise

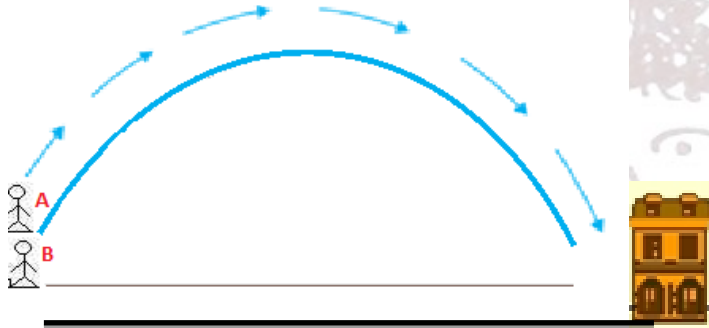
1. utilize as medidas de espaço e tempo para calcular a velocidade e a aceleração de uma bola e um carrinho que rola para baixo no plano.
2. Compare os resultados de uma bola com os resultados de um carrinho sem atrito.
3. Determine a relação matemática entre o ângulo de inclinação e a aceleração da bola em queda no plano inclinado.
4. Calcule a aceleração média para cada altura.



## 6 PROPOSTA PARA AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM SOBRE O MOVIMENTO

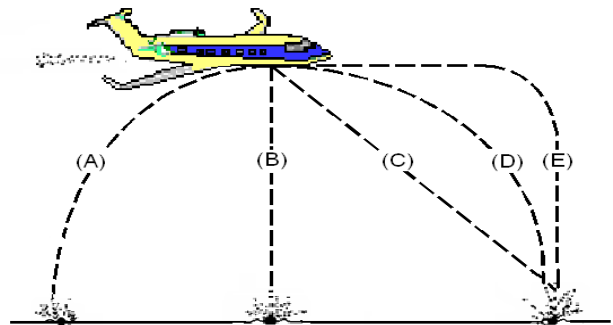
Apresenta-se nesta seção sugestões de problemas que poderão ser utilizados, de acordo com a estratégia do professor como diagnóstico inicial (pré-teste) ou como avaliação da aprendizagem dos estudantes sobre os conceitos de trajetória, deslocamento, aceleração e velocidade, relacionados ao conteúdo de Cinemática clássica.

1. Duas pessoas resolvem ir a uma igreja e partem juntas de uma mesma posição, seguindo trajetórias diferentes (**A** e **B**). As duas pessoas chegam à igreja ao mesmo tempo, conforme mostra a figura. Nestas condições:

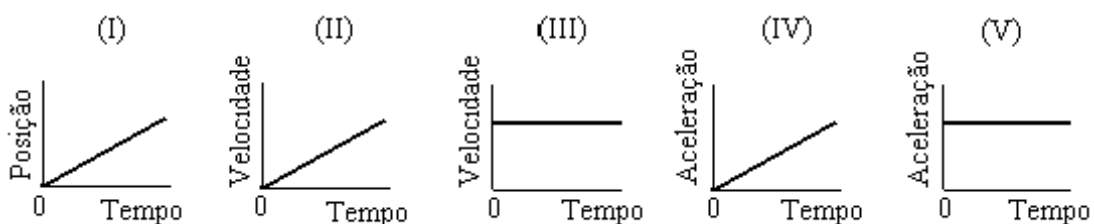


- (A) A velocidade de **A** foi maior que de **B**
- (B) A velocidade de **B** foi maior que de **A**
- (C) A velocidade de **A** e **B** foi a mesma
- (D) O deslocamento de **A** foi menor do que o deslocamento de **B**
- (E) O deslocamento de **B** foi menor do que o deslocamento de **A**

2. (FCI) Um objeto é largado por um avião em voo horizontal, como mostrado na figura. Qual trajetória, quando vista por um observador situado no chão, mais se aproxima daquela seguida pelo objeto depois de deixar o avião?



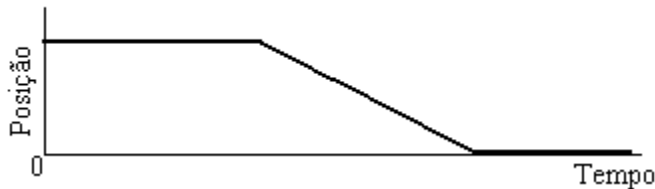
3. (ARAÚJO, 2002) Considere os gráficos seguintes, observe que o eixo das ordenadas pode representar diferentes grandezas:



Em Qual(is) destes gráficos tem-se a representação de um movimento com velocidade constante?

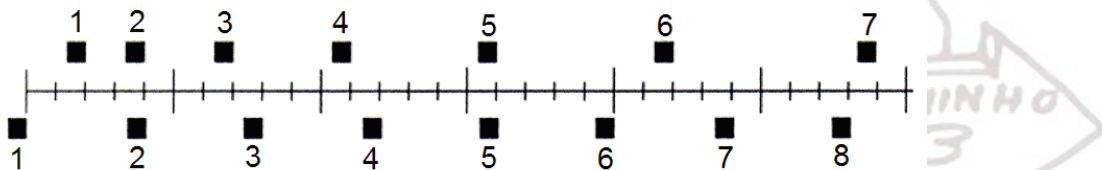
- (A) I, II e IV      (B) I e III      (C) II e V      (D) II e III      (E) Somente V

4. (ARAÚJO, 2002) O gráfico abaixo descreve o movimento de um objeto. Qual das sentenças abaixo você diria que representa uma interpretação correta desse movimento?



- (A) O objeto rola ao longo de uma superfície lisa. Então, ele desce um plano inclinado e finalmente para.  
 (B) O objeto inicialmente não se move. Então, ele desce um plano inclinado e finalmente para.  
 (C) O objeto está se movendo com velocidade constante. Então, ele diminui sua velocidade e para.  
 (D) O objeto inicialmente não se move. Então, ele se move e finalmente para.  
 (E) O objeto se move ao longo de uma área plana, movendo-se para trás na descida de um plano inclinado, e então, continua se movendo.

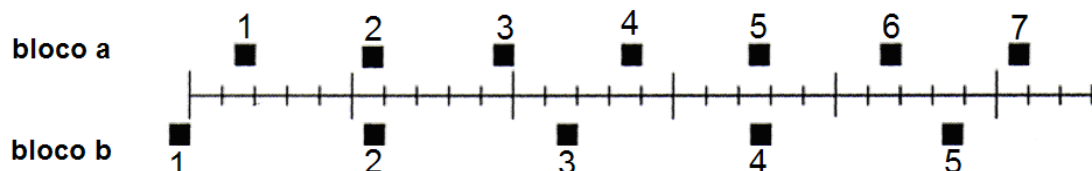
5. ( FCI) Na figura abaixo estão representadas as posições de dois blocos em intervalos sucessivos de 0.20 segundos. Os blocos estão se movendo para a direita.



Os blocos têm alguma vez a mesma velocidade?

- (A) Não.  
 (B) Sim, no instante 2.  
 (C) Sim, no instante 3.  
 (D) Sim, nos instantes 2 e 5.  
 (E) Sim, em algum instante durante o intervalo 3 e 4.

6. (FCI) Na figura abaixo estão representadas as posições de dois blocos em intervalos sucessivos de 0.20 segundos. Os blocos estão se movendo para a direita.

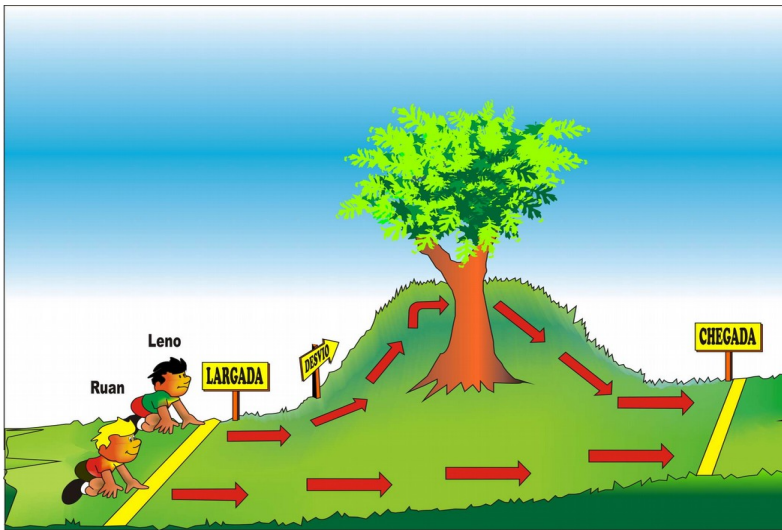


As acelerações dos blocos estão relacionadas da seguinte forma:

- (A) A aceleração de "a" é maior do que a aceleração de "b".  
 (B) A aceleração de "a" é igual à aceleração de "b". Ambas são maiores do que zero.  
 (C) A aceleração de "b" é maior do que a aceleração de "a".  
 (D) A aceleração de "a" é igual à aceleração de "b". Ambas são zero.  
 (E) Não há informação suficiente para responder à pergunta.



7. (Adaptado de Pereira 2000) Os competidores no desenho, Leno e Ruan, disputam uma corrida pelos caminhos mostrados. Tomando como base a linha de largada, para alcançar a linha de chegada, como você descreveria o movimento dos dois:



Fonte: Adaptado de Pereira (2000)

- (A) Leno percorre uma trajetória maior do que Ruan, mas com deslocamento maior.
- (B) Ruan percorre uma trajetória maior do que Leno, mas com deslocamento maior.
- (C) Ruan percorre uma trajetória maior do que Leno, mas com deslocamento menor.
- (D) Leno percorre uma trajetória maior do que Ruan, mas com deslocamento menor.
- (E) Leno percorre uma trajetória maior do que Ruan, mas com o mesmo deslocamento.

8. (ARAÚJO, 2002) O gráfico representa o movimento de um objeto. Qual das sentenças é a melhor interpretação desse movimento?



- (A) O objeto está se movendo com aceleração constante e diferente de zero.
- (B) O objeto não se move.
- (C) O objeto está se movendo com uma velocidade que aumenta uniformemente.
- (D) O objeto está se movendo com velocidade constante.
- (E) O objeto está se movendo com uma aceleração que aumenta uniformemente.

9. (PEREIRA, 2000) João e Maria caminham de mãos dadas. Eles andam lado a lado sem que um avance à frente do outro. Enquanto Maria dá 3 passos, João dá 1 passo apenas. Considere e marque apenas a alternativa que você considera CORRETA:

- (A) João é mais rápido do que Maria, mas sua velocidade é menor.
- (B) Maria e João têm a mesma velocidade.
- (C) João é tão rápido quanto Maria, mas sua velocidade é maior.
- (D) Maria tem maior velocidade que João.
- (E) Maria é mais rápida do que João, mas sua velocidade é menor.

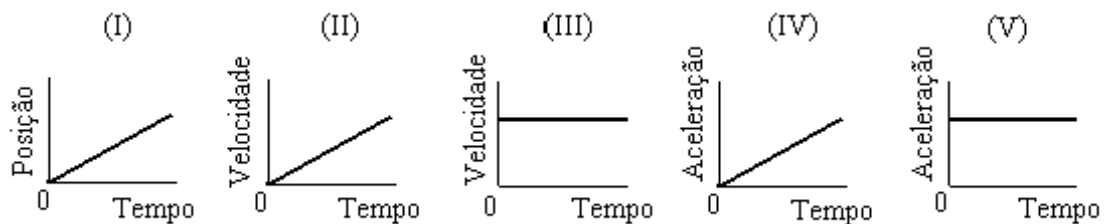


Adaptado de Pereira (2000)

10. (PEREIRA, 2000) Dois corpos de massas diferentes, um mais leve e outro mais pesado, são abandonados simultaneamente de uma mesma altura. Marque **verdadeiro (V)** ou **falso (F)** para cada uma das afirmações a seguir.

- ( ) O tempo gasto na queda é o mesmo para os dois corpos.
- ( ) A distância que eles percorrem é a mesma.
- ( ) Eles atingem o solo com a mesma velocidade.
- ( ) A velocidade do corpo mais pesado é sempre maior
- ( ) A aceleração dos dois corpos é a mesma.
- ( ) A aceleração do corpo mais pesado é sempre maior.

11. (ARAÚJO, 2002) Considere os gráficos seguintes observando que o eixo das ordenadas pode representar diferentes grandezas



Qual(is) deles representa(m) um movimento com aceleração constante diferente de zero?

- (A) I, II e IV
- (B) I e III
- (C) II e V
- (D) Somente IV
- (E) Somente V

**OBS: Para resolver as questões 12 e 13 é necessária a realização de procedimentos experimentais. Para tanto:**

**1 - Procedimento que envolvam medição devem ser realizados pelo menos três vezes**

**2 - Caso julgue necessário, podem-se utilizar as tabelas em anexo para organização dos dados**

12. Uma pedra é lançada de uma altura de 1,5m. A partir dessa informação, Pedro procurou investigar quanto tempo esse objeto levou para atingir o solo. Partido da curiosidade de Pedro:

a) Faça uma análise se velocidade inicial de um objeto tem qualquer coisa a ver com sua aceleração: Por exemplo, se ao invés de ser lançada para baixo, a bola acidentalmente tivesse caído dessa mesma altura, sua aceleração seria diferente após iniciada a queda? Justifique:

b) Calcule a velocidade com que essa pedra chega ao solo:

13. Paula é uma estudante bastante curiosa e convidou seus amigos para realizar algumas experiências no laboratório de Ciências de sua escola. Em posse de uma bola de isopor de massa 0,06g e de um carrinho de metal de massa 0,78g buscaram respostas para as seguintes questões:

a) O que podemos observar com o tempo de queda dos objetos quando colocados simultaneamente sobre o plano inclinado?

b) Fazendo a divisão em duas partes, do espaço total do plano inclinado: Podemos afirmar que ocorre variação na velocidade desses objetos entre a primeira e a segunda metade do espaço percorrido no plano? (Você pode utilizar apenas um dos objetos para fazer a experiência)

c) O movimento é uniforme ou variado? Por que?

d) Mudando o ângulo de inclinação do plano inclinado o que ocorre com a aceleração de cada objeto?

Dados utilizando a bolinha em queda :	tentativa	Altura (m)	Tempo (s)	$V_m$ (m/s)
	01			
	02			
	03			

Dados usando o plano inclinado (primeira metade)							
Altura do plano h (m)	Comprimento do plano inclinado (x) Valor da hipotenusa (m)	Seno de $\theta$	Ângulo de inclinação ( $^\circ$ )	Aceleração			Aceleração Média (m/s <sup>2</sup> )
				Tentativa 1 (m/s <sup>2</sup> )	Tentativa 2 (m/s <sup>2</sup> )	Tentativa 3 (m/s <sup>2</sup> )	

Dados usando o plano inclinado (segunda metade)							
Altura do plano h (m)	Comprimento do plano inclinado (x) Valor da hipotenusa (m)	Seno de $\theta$	Ângulo de inclinação ( $^\circ$ )	Aceleração			Aceleração Média (m/s <sup>2</sup> )
				Tentativa 1 (m/s <sup>2</sup> )	Tentativa 2 (m/s <sup>2</sup> )	Tentativa 3 (m/s <sup>2</sup> )	

## 7 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

A dicotomia entre Ciência e Arte, embora não caiba dentro das orientações educacionais vigente no Brasil, infelizmente, é um modelo que prepondera em meio a educação. Uma realidade que se configura como um desafio, para estabelecer a interação entre uma e outra, mas que pelo exposto nesta pesquisa não é uma impossibilidade.

No âmbito deste trabalho mostrou-se que estratégias de ensino de resolução de problemas e experimentações aliadas ao fazer artístico, que os desafios no ensino de Física, embora não sejam fáceis de vencer, podem ser minimizados.

Apresentamos uma Base Orientadora da Ação, conscientes de que não adianta apenas construir uma BOA, faz-se necessário saber direcionar a atividade e o estudante deve estar motivado para executar as tarefas.

Consideremos a Atividade de Situação Problema em Cinemática ASPC como uma ferramenta com potencial para estimular o conhecimento e a habilidade de resolver problemas. Vemos no entanto a necessidade de um estudo mais vasto e controlado sobre o impacto do Teatro Científico no Ensino de Física na escola Média.

Acrescentamos que a proposta apresentada precisa ser submetida a avaliação de outros professores para seja aprimorada pois, a forma de como avaliar os alunos depois deste tipo de trabalho, ainda nos parece representar um desafio.

Entendemos que como pesquisadores, nosso papel é promover a discussão para além do que parece possível, mesmo sem ter a obrigação de sempre acertar, por isso, expressamos publicamente o prazer que desfrutamos na realização deste trabalho, na companhia de estudantes tão leais, que fizeram brilhar não apenas os olhos de uma pesquisadora, mas também de uma educadora.

Acreditamos que as mudanças no ensino são possíveis e necessárias e o horizonte apresentado, configura-se como promissor. É nossa, a responsabilidade de aventurar-se por este caminho de pedreiras, quebrar as paredes que se formarem, com ousadia e incertezas, mas que com certeza, é um caminho repleto de satisfação.



## 8 REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. ; **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma perspectiva Cognitiva**, 1ª ed. Lisboa: Paralelo. LTDA, 2003

BASSAN, L. H.; **Teoria da Formação das Ações Mentais por Etapas, de P. Galperin, e o Processo de Humanização**. 2012. 113f. Tese (Doutorado em Educação) Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de Marília – UNESP, 2012.

CARDORNA, T. S., KARTZ, E.; ARAUJO-JORGE, T. C.; Oficinas de Teatro Científico. In **Tânia Araújo-Jorge (org.). Ciência e Arte – Encontros e Sintonias**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Senac- Rio, 2004. p. 126-136.

CARVALHO, S. H. M. Uma Viagem pela Física e Astronomia através do Teatro e da Dança. **Física na Escola**. São Paulo, v. 7, n. 1, p. 11-16, 2006.

JAPIASSÚ, R. **Metodologia de Ensino de Teatro**. 2. ed. Campinas: Papyrus, 2001.

MENDOZA, H. J. G.; DELGADO, O. T.; **Formación del Método de la Actividad de Situaciones Problema en Matemática**. 2009a. Disponível em: <<http://w3.dmat.ufr.br/~hector/Artigo4.pdf>>. Acesso em 03 out. 2012.

\_\_\_\_\_; DELGADO, O. T.; Sistema de Ações para Melhorar o Desempenho dos alunos na Atividade de Situações Problema em Matemática. In: Conferencia Interamericana de Educacion Matemática, n. XIII, 2011, Recife, **Anais**. 2009b. p.1-12. Disponível em: <<http://www.cimm.ucr.ac.cr>>. Acesso em 13 jul. 2012.

MORIN, E.; **O Método 4**, 5 ed. - Porto Alegre, Sulina, 2011.

NÚÑEZ, I. B. **A formação de habilidades no contexto escolar**: contribuições da teoria de P.Ya. Galperin. Natal: UFRN, 2013. (mimeo).

NÚÑEZ, I. B., PACHECO, O. G. **Formação de conceitos, segundo a Teoria da Assimilação de Galperin**, 1998. Disponível em: <[http://www.fcc.org.br/pesquisa/actions.actionsEdicoes.BuscaUnica.do?codigo=167&tp\\_caderno=0](http://www.fcc.org.br/pesquisa/actions.actionsEdicoes.BuscaUnica.do?codigo=167&tp_caderno=0)> acesso em 01 de nov. de 2012.

OSTERMANN, F. CAVALCANTI, C. J. H. **Leitura e Escrita em Física**. Disponível em <[http://www.redesinodal.com.br/rede/\\_files/texto\\_fisica.pdf](http://www.redesinodal.com.br/rede/_files/texto_fisica.pdf)> acesso em 10 jan. 2013.

PEIXOTO, M. I.; SCHLICHTA, C. A. B. D.; Arte, Humanização e o Ensino da Arte. In: Congresso Nacional de Educação – EDUCERE, XI, 2013, Curitiba – PR. **Anais**. p. 1-18. 2013.

PEREIRA, M. R. S.; **O Conceito de Energia na Visão do Senso Comum**. 2000, 98f. Dissertação (Mestrado em Física). Universidade Federal do Espírito Santo. 2000.

PEREIRA, J. E.; **Formação da Habilidade de Interpretar Gráficos Cartesianos em Licenciandos em Química Segundo a Teoria de P. Ya. Galperin**. 2013. 334 p. Tese (Doutorado em Educação) Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Natal - RN, 2013

POLYA, G.; **A Arte de Resolver Problemas**. Ed. Interciencias, 2006.

RAMALHO, B. L.; NUÑEZ, I. B. **Aprendendo com o ENEM**: reflexões para melhor se pensar o ensino e a aprendizagem das ciências naturais. Brasília: Editora Líber, 2011.

SOUZA, **A Atividade de Situações Problema no Teatro Científico como Estratégia de Aprendizagem da Cinemática no Ensino Médio na Proposta de P. Ya. Galperin** 2014. 159f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) Universidade Estadual de Roraima, – UERR, Boa Vista, 2014.

SOUZA, R.; FEITOSA, S. A.; DELGADO, O.T. **Teatro Científico como Estímulo Cognitivo: Perspectivas e Possibilidades no Ensino de Física**. In: Encontro Nacional em Pesquisa em Ensino de Ciências, VIII EMPEC, Águas de Lindóia - SP, **Anais**. ABRAPEC. 2013.

TALÍZINA, N.; **Psicologia de La enseñanza**. Moscú: Editorial Progreso, 1988.

ZANETIC, J. Física e Arte: Uma Ponte Entre Duas Culturas. **Pro-Posições: Unicamp**. v. 17, n. 1, p. 39-58. Campinas 2006.

