

**O CICLO DA EXPERIÊNCIA KELLYANA COMO NOVO PROCESSO
METODOLÓGICO PARA O ENSINO DAS RELAÇÕES ENTRE FORÇA E MOVIMENTO
RETILÍNEO UNIFORME**
(Kelly's Experience Cycle as a new methodological process to teach the relationships between
force and uniform rectilinear motion)

Laurentino Gonçalves da Rocha

Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências
Universidade Federal Rural de Pernambuco
rentino@ig.com.br

Alexandro Cardoso Tenório

Helaine Sivini Ferreira

Heloisa Flora Brasil Nóbrega Bastos

Departamento de Educação-Universidade Federal Rural de Pernambuco

Resumo

Este trabalho apresenta os resultados de uma investigação sobre a contribuição do Ciclo da Experiência Kellyana, parte integrante da Teoria dos Construtos Pessoais de George Kelly, como instrumento metodológico para minimizar a dificuldade de alunos do 1º ano do Ensino Médio, de compreender a existência de movimento sem a ação de uma força.

Palavras-chave: ciclo da experiência kellyana; teoria dos construtos pessoais; força e movimento

Abstract

This work show the results of investigation to the contribution of the kelly's experience cicle (KEC) that is a part of George Kelly's Personal Constructs Theory (PCT), as a methodology instrument to minimize the difficulties of students high school to understand the existence of motion without an action.

Keywords: kelly's experience cicle; personal constructs; force and motion

Introdução

No nosso dia-a-dia e, em nossa prática educacional, nos relatos científicos temos observado que as pessoas estão habituadas ao movimento de objetos, somente quando existe algo, alguma força que as estejam empurrando, lançando ou puxando. Essa idéia, do sábio grego Aristóteles (382-322 a.C), predominou desde a Antiguidade até o início do século XVII (MORAES, 2000), quando foi modificada por Galileu Galilei (1564-1642), que em suas experiências concretas e idealizadas mentalmente deduziu a existência do Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), sem a ação de uma força motora (NUSSENZVEIG, 1981). No entanto, a idéia de Aristóteles tem permanecido até hoje no senso comum, sendo observada entre alunos do ensino médio (EM).

Neste trabalho apresentamos os resultados de uma investigação sobre as contribuições do Ciclo da Experiência Kellyana (CEK), como instrumento metodológico, para promover uma revisão construtiva, na estrutura cognitiva dos estudantes, da relação entre existência de força e concepção de MRU, na direção de uma visão galilaica. A compreensão das mudanças requeridas para passar de uma visão aristotélica para uma visão galilaica, entre alunos do do 1º ano do EM, é relevante para que os alunos saibam que o conhecimento físico se processa num contexto histórico-evolutivo

de paradigmas e rupturas; para compreenderem novos conhecimentos físicos, especialmente a Mecânica Relativística e a Quântica e, para se inserirem nos mundos do trabalho, tecnológico e sócio-cultural. Para o professor, também é importante compreender a maneira como essa revisão de concepção se processa a fim de que possa desenvolver metodologia que facilite a aprendizagem dos alunos sobre o tema (BRASIL, 2002).

A teoria dos construtos pessoais e o ciclo da experiência kellyana.

A TCP é uma teoria psicológica que considera as pessoas como construtoras do seu conhecimento, através de um processo denominado *Alternativismo Construtivo* (BASTOS, 1992), segundo o qual “as pessoas compreendem a si mesmas, seus arredores e antecipam eventualidades futuras, construindo modelos tentativos e avaliando-os em relação a critérios pessoais, quanto à predição com sucesso e controle de eventos baseados nestes modelos” (POPE, 1985 apud BASTOS, 1992, p.4). Assim, segundo Kelly, as pessoas se comportam como cientistas, utilizando modelos para prever e controlar os eventos bem como modificando-os quando eles não conseguem se ajustar à realidade (MOREIRA, 1999).

Esses modelos ou teorias pessoais devem ser vistos, segundo Kelly, como hipóteses abertas à reconstrução, que se processa através do Ciclo da Experiência (CEK), que contém cinco fases: antecipação, investimento, encontro, confirmação ou desconfirmação e revisão construtiva (CLONNINGER, 1999).

Concepção aristotélica e galilaica do movimento

Acerca do movimento, Aristóteles concluiu que ele só é possível quando, necessariamente, associado a uma força (PEDUZZI, 1996). Para Aristóteles, todo movimento é uma mudança e como tal, não pode ocorrer sem a ação de uma força motora. Dessa maneira, distinguiu dois tipos de movimentos: o “natural”, resultante da tendência dos elementos que compõem um corpo de atingir seu lugar natural e o “violento”, resultante da ação de forças externas. No século XVII, Galileu, em sua obra “Duas Novas Ciências”, escreveu que “qualquer velocidade, uma vez imprimida a um corpo em movimento, será rigidamente mantida enquanto estiverem removidas as causas externas de aceleração ou retardamento, condição essa que só é encontrada nos planos horizontais; segue-se daí que o movimento em um plano horizontal é perpétuo” (GALILEI, 1998). Galileu concluiu que, sendo possível eliminar completamente o atrito, o corpo se movimentaria indefinidamente sem a ação de uma força, em MRU. Exemplos de tal fato são as viagens espaciais, o hovercraft¹ e numa situação quase ideal, a patinação no gelo.

Metodologia

A pesquisa foi realizada inicialmente, com uma turma de 30 alunos do 1º ano do EM, do período noturno, de uma escola da rede pública estadual localizada em Recife-PE. No final do trabalho, restaram apenas 18 estudantes. Eles foram selecionados mediante a aplicação do pré-teste cujo instrumento de coleta de dados, tanto para o pré como para o pós-teste, foi um questionário com 6 questões tipo múltipla escolha (Anexo A) nas quais os estudantes expuseram suas idéias e justificaram as respostas. O objetivo desse instrumento era identificar os alunos que possuíam um pensamento aristotélico ou galileano sobre o MRU, descobrir os pontos em que eles apresentavam maiores dificuldades de compreensão do MRU e fornecer subsídios para o planejamento das

¹ Veículo que se eleva e se movimenta sobre um colchão de ar (PARANÁ, 2000, p.65).

atividades da intervenção didática (ID), baseadas no CEK que possibilitassem uma revisão de concepção.

Anteriormente ao pré-teste, foi feito um levantamento do perfil sócio-econômico através de um questionário que abordou dados pessoais, situação sócio-econômica e educacional. Estes dados foram importantes porque nos permitiram verificar o contexto ambiental, os aspectos sócio-econômicos e culturais dos alunos que influenciaram na pesquisa. Também foi realizado um estudo-piloto com uma turma semelhante no contexto ensino público para testar as atividades da seqüência didática.

Em seguida à aplicação do pré-teste, foi realizada a intervenção didática, baseada nos momentos do CEK, seguida da reaplicação do questionário, como um pós-teste. A comparação do pré com o pós-teste nos permitiu avaliar as mudanças que ocorreram nas concepções dos alunos. As contribuições das diversas etapas do CEK foram avaliadas através de questionários específicos ou registros (Anexo B), que foram preenchidos pelos alunos ao final de cada momento ou no início da etapa seguinte.

Os momentos do CEK na sala de aula

Como vimos, segundo Kelly, a experiência da aprendizagem se processa num ciclo constituído de cinco momentos: antecipação dos acontecimentos, investimento no resultado, encontro com o acontecimento, confirmação ou refutação e revisão construtiva.

A antecipação do acontecimento é o momento de pensar e antecipar dos alunos, é a arrumação dos conhecimentos em suas cabeças. Por exemplo, o aluno foi informado que no dia “x” haverá uma aula cujo tema é o “Movimento com ou sem ação de uma força, segunda as concepções de Aristóteles e Galileu”. Começariam a se questionar sobre seus conhecimentos. Por exemplo: quem é Aristóteles? E Galileu? O professor faria os alunos refletirem sobre os eventos futuros, de modo a compreender o momento do Encontro. Fariam um “balanço cognitivo”, levantariam os conhecimentos que tem e os que não sabem, iriam buscar informações para desenvolver esses conhecimentos para o momento do investimento.

Essa busca de informações que faltam para que o estudante possa se fundamentar para o próximo momento é o investimento que poderá ser feito através de pesquisa na mídia, na internet, em bibliotecas, na comunidade, no trabalho, nas conversas com professores, colegas e outras pessoas, como formas de preparação para o momento do Encontro.

O encontro com o acontecimento é o evento para o qual os alunos se prepararam. Atividades pedagógicas, tais como experimentos abertos, como o do disco de vinil e um balão de festa que possibilita um movimento com pouco atrito, poderiam ser desenvolvidas de modo que provoquem um conflito cognitivo, um choque de idéias entre os conhecimentos científicos do professor com os conhecimentos dos alunos, conhecimentos esses desenvolvidos no seu cotidiano mais aqueles que conseguiram, por ocasião do investimento.

A confirmação ou refutação da hipótese é o momento caracterizado por uma tomada de decisão e suas conseqüências sobre a aceitação ou não dos resultados obtidos durante o Encontro. Nesse momento, o aluno validará ou não a sua antecipação ou hipótese sobre o evento. Ocorre concomitantemente ou após o Encontro, podendo ser observado, quando o estudante começa a fazer colocações, tais como: Professor, pode repetir, por favor? Professor, não foi isso o que eu pensei. O que é isso professor? Desse modo, o aluno vai confirmando ou refutando as hipóteses e teorias que considerar válidas ou não acerca do evento estudado.

No momento da revisão construtiva os alunos sedimentam seus conhecimentos. Poderão ser desenvolvidas atividades que levem os alunos a refletirem, compararem suas idéias e reverem suas concepções. Por exemplo, vídeos educativos sobre inércia e a segurança no cotidiano ou encenação dialógica sobre o tema que possam provocar o estabelecimento de novas hipóteses ou a realização de novas experiências propostas e conduzidas pelo professor ou pelos alunos. Essas atividades permitiriam aos alunos responderem às perguntas introspectivas: Será que é isso mesmo? Realmente, é ou não é o conceito certo? Ao final da aula, os alunos fariam redações, relatórios, painéis, exposição referentes ao tema da questão, para uma posterior análise.

Análise dos resultados

Os resultados devidos à aplicação do CEK foram obtidos através de diversos instrumentos: questionário e registro. Inicialmente, através do questionário, foram feitos levantamentos antes e após a intervenção didática, para saber que porcentagem de alunos pensava segundo a concepção de Galileu e qual a porcentagem de alunos que pensava segundo a concepção aristotélica. Isso nos permitiu verificar a variação em termos percentuais de alunos que revisaram suas concepções e de alunos que permaneceram com as mesmas idéias.

Em seguida, buscamos identificar e entender os fatores pedagógicos e/ou metodológicos que influenciaram a revisão ou a permanência desses alunos em suas concepções. As medições foram iniciadas através da aplicação do pré-teste cujo resultado nos permitiu determinar a temperatura média e dividir a turma em dois conjuntos, assim denominados: Aristóteles e Galileu. O conjunto Aristóteles era constituído de alunos que pensavam segundo a concepção aristotélica e o conjunto Galileu, de alunos que pensavam segundo as concepções galileanas, diante do problema da ação da força no MRU.

A nossa expectativa quanto aos resultados era que a análise do pré-teste nos indicasse que a maioria dos alunos pensava segundo a concepção de Aristóteles (MORAES, 2000). Essa expectativa era justificável pelo fato de que o movimento sob a ação de uma força é fruto da nossa observação sensorial e de fácil exemplificação concreta, enquanto que o movimento sem a ação da força é de difícil visualização e exemplificação, visto que este último ocorre somente em condições laboratoriais de alta complexidade ou quando mentalmente idealizadas. E, quanto à surpresa da metade da turma com concepções próximas de Galileu? Será que a concepção aristotélica já não seria um obstáculo mais difícil de transpor ou mais ultrapassada, como argumentou o aluno XIII, no registro da Antecipação, quando fez a seguinte reflexão: “porque ainda nos ensinam a teoria aristotélica se já foi superada por Galileu”? Ou será que a concepção galileana é fruto da forte educação informal dos estudantes a que estão submetidos pelos meios de comunicação, meios esses, atualmente, de fácil acesso e aquisição, comprovados através do levantamento do perfil sócio-econômico, em que 100% dos alunos dispõem de pelo menos um aparelho de TV ou rádio ou, ainda, de acesso à Internet?

Dando prosseguimento à análise, uma semana após a intervenção didática aplicamos o pós-teste. Mais uma vez, tentamos visualizar, por meio das respostas dos alunos, os dois conjuntos: Aristóteles e Galileu. Depois, comparamos o pós-teste com o pré-teste com a finalidade de verificar se houve revisão na estrutura cognitiva ou variação numérica desses conjuntos. Essa comparação nos permitiu identificar a variação nas concepções aristotélicas e galileanas nos grupos e classificar os alunos em segmentos que revisaram construtivamente suas concepções de Aristóteles para Galileu (Progressão-P) e que permaneceram com suas concepções originais (Fixos ou Resistentes-F).

Esperava-se o surgimento de alunos que revisassem suas concepções de galilaicas para aristotélicas que faziam parte do segmento Regressão-R. Isso não ocorreu, o que nos deixou surpresos. Tal fato, provavelmente ocorreu pela influência do CEK na intervenção didática e pelos conhecimentos que os alunos já possuíam. Conhecimentos esses advindos, possivelmente, da educação informal proporcionada pela mídia eletrônica que, diuturnamente, veicula notícias sobre eventos científicos ligados à Física. Além disso, imagino que essa dificuldade de regressão de Galileu para Aristóteles deriva do fato de que o conceito galileano é um dos princípios que compõe a estrutura conceitual do paradigma galilaico, que veio para substituir o velho paradigma aristotélico. Afinal, a regressão de Galileu para Aristóteles era até possível, mas se isso ocorresse, era um indicativo que a intervenção didática apresentou problemas, ou então quem sabe, se o conceito de Galileu não estava ainda bem apreendido pelos alunos.

A seguir, procuramos saber quantos alunos passaram de uma classificação para outra e acompanhamos essa movimentação. Nesse acompanhamento buscamos, inicialmente, identificar os fatores pedagógicos ou metodológicos que influenciaram a revisão construtiva dos alunos, através das respostas contidas no questionário. Depois, fizemos o estudo dos registros dos momentos do CEK para também visualizar os fatores citados acima, que de uma forma ou de outra, influenciaram as revisões cognitivas dos estudantes, enfatizando os momentos do CEK em que houve a progressão ou a permanência das concepções e avaliar a contribuição desses momentos como um novo processo metodológico na revisão do conceito de MRU de sem a ação da força para sob a ação da força.

Resultados e discussão

Os principais resultados foram oriundos das respostas dos alunos obtidas no pré-teste e no pós-teste.

Classificação das respostas e descrição dos parâmetros

À semelhança de HARRES (2005), as respostas dos alunos no pré-teste e registros foram enquadradas nas seguintes categorias conforme quadro abaixo:

Categorias	Descrição dos parâmetros
Pensamento aristotélico(PA)	Respostas que indicam a compreensão clara e explicitamente da existência do movimento somente sob a ação de uma força. Nesse caso, o repouso é o estado natural dos corpos e a gravidade ou o atrito faz o corpo parar.
Tendência ao pensamento aristotélico (TPA)	Respostas que indicam a compreensão da existência de movimento sob a ação de uma força. Nesse caso, o impulso que mantém o movimento diminui naturalmente ou é diminuído pelo atrito.
Pensamento galilaico (PG)	Respostas que indicam a compreensão clara e explicitamente a possibilidade de existência de movimento sem ação de uma força. Nesse caso, o corpo pára porque uma força atua.
Tendência ao pensamento galilaico (TPG)	Respostas que indicam a compreensão da possibilidade de existência de movimento sem a ação de uma força. Nesse caso, o impulso mantenedor do movimento e o atrito atuam, conjuntamente.
Indefinido (I)	Respostas em branco ou desconexas do contexto do tema.

Quadro nº 01 - Descrição dos parâmetros das respostas dos pré e pós-testes para categorização dos alunos

Assemelhando as respostas dos alunos aos pólos de um construto, imaginamos uma régua numérica que recebeu valores numéricos positivos e negativos cujos valores foram -1,0, -0,5, 0,

+0,5 e +1,0. Assim, as respostas dos alunos foram valoradas conforme a régua da figura 11, e estariam associadas à classificação dos alunos definidas no quadro 1.

Exemplificando, a resposta do aluno classificada como do pensamento aristotélico (PA) receberia o valor -1,0. A classificada como tendência ao pensamento aristotélico (TPA) seria atribuída -0,5. O pensamento galilaico (PG), +1,0 e a tendência ao pensamento galilaico (TPG), +0,5. A resposta considerada como indefinida teria o valor 0. Como o questionário tinha 6 questões, o somatório das mesmas fluiria num eixo contínuo bipolar com valores máximos de -6 e +6.

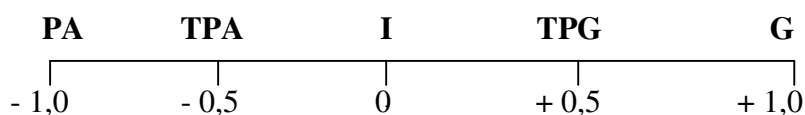


Figura 01: Régua numérica com valores associados à classificação das respostas dos alunos.

Os intervalos de valores ou, como poderíamos chamá-los, faixas de conveniência para classificação e categorização em aristotélico (A), tendência á Aristóteles (TA), galilaico (G), tendência à Galileu (TG) e indefinido (I) para os pré e pós-testes seriam as seguintes:

	Classificação e Categorização				
	A	TA	I	TG	G
Faixas de valores	[-6 a]-3	[-3 a]0	0]0 a [+3	+3[a +6]

Quadro 1: Faixas de valores numéricos para classificação das respostas dos alunos.

Para um melhor entendimento desse processo, veja como exemplo, as seis respostas do aluno XVII no pré-teste (Anexo C), para podermos classificá-lo. As respostas das 1ª e 3ª questões foram enquadradas como pensamento aristotélico (PA) e receberam o valor -1,0, conforme estabelecido na régua numérica da figura 01. As 2ª e 6ª questões, enquadradas como TPA, receberam o valor -0,5. A resposta da 4ª questão, enquadrada com PG, recebeu +1. A 5ª questão, no parâmetro da TPG, ficou com +0,5. Calculando o somatório dos valores das respostas dos alunos (-1,0 - 0,5 -1,0 + 1,0 + 0,5 - 0,5 = -1,5) obtivemos -1,5. Levando esse valor para o quadro 1, pudemos observar que o aluno XVII ficou classificado como possuindo tendência a Aristóteles (TA). Dessa maneira desenvolvemos todo o processo de classificação para o pré-teste bem como para o pós-teste.

Classificação e categorização dos alunos no pré-teste e no pós-teste

A classificação das respostas dos alunos no pré-teste e no pós-teste é apresentada no gráfico 1, abaixo:

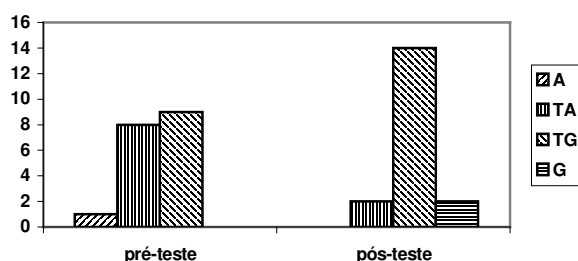


Gráfico 01: Classificação das respostas

O que se observou do pré-teste foi o surgimento de dois conjuntos, um denominado Aristóteles, de concepção aristotélica, constituído por 9 (nove) alunos classificados tanto em A quanto em TA, e outro conjunto, Galileu, com tendências à concepção galilaica, (TG), também com 9 (nove) alunos. Ambos espelhavam um equilíbrio, com um percentual de 50% cada um. Assim como uma régua termométrica mede a temperatura de uma pessoa, esperava-se que a “temperatura” da maioria da turma fosse dentro do contexto da visão aristotélica (PCN+, 2002). Isso não ocorreu, quebrando nossa expectativa.

Verificou-se também o não surgimento de alunos classificados em G. Isso era esperado porque as idéias aristotélicas são de fácil constatação no cotidiano dos alunos enquanto que as idéias de Galileu sobre o MRU requerem um raciocínio mais abstrato, contrário às observações práticas do dia-a-dia.

Quanto ao pós-teste, comparando os dados do mesmo com os do pré-teste, verificamos que o grupo TA reduziu de 8 para 2 alunos perfazendo um percentual de 33% de redução, o grupo TG aumentou de 9 para 14 alunos, num percentual de 28% de ampliação e o grupo G, que não existia antes, surgiu com 02 alunos, correspondendo a 11% do total.

Prosseguindo na comparação, observamos que o conjunto Aristóteles formado anteriormente pela soma de A com TA, passou a ser constituído por apenas alunos na categoria TA. Ele reduziu de 9 para 2 alunos, numa queda de 39%, sendo que o grupo A deixou de existir, provavelmente influenciado pela intervenção didática, na qual os alunos revisaram seus conceitos. Por outro lado, o conjunto Galileu, formado apenas por TG no pré-teste, passou a ser constituído também de G. Ele foi de 9 para 16 alunos, perfazendo um aumento de 39% do total.

A queda de 39% no conjunto Aristóteles e o aumento de 39% no conjunto Galileu não é coincidência, pois tendo apenas dois conjuntos, o percentual de queda em um conjunto equivale ao aumento no outro.

Comparação dos conjuntos Aristóteles e Galileu

Na comparação do pré com o pós-teste dos conjuntos Aristóteles e Galileu, obtivemos os seguintes resultados os quais são apresentados no gráfico 2.

Essa comparação nos possibilitou identificar uma variação considerável nas concepções aristotélicas e galileanas dos conjuntos (78%) bem como quantificar e classificar os alunos conforme suas movimentações em:

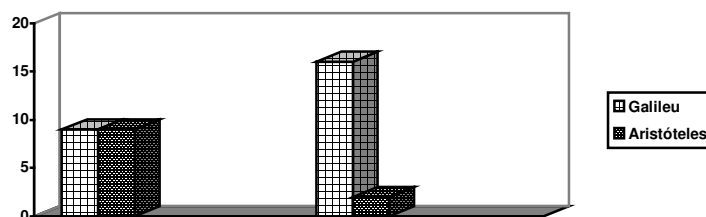


Gráfico 02: Comparação do pré com o pós-teste

a) Segmento de alunos que revisaram construtivamente suas concepções de Aristóteles para Galileu (Progressão-P) e, b) Segmento de alunos que permaneceram com suas concepções originais (Fixos-F).

O segmento de alunos que revisaram construtivamente suas concepções de Aristóteles para Galileu (Progressão-P) apresentou a seguinte movimentação: a) 06 (seis) alunos passaram de TA para TG, perfazendo um percentual de 33%; b) 02 (dois) alunos foram de TG para G, representando 11% e, c) 01 (um) aluno passou de A para TG, perfazendo um percentual de 6%.

O segmento de alunos que permaneceram com suas concepções originais (Fixos-F) teve a seguinte movimentação: a) 07 (sete) alunos permaneceram fixos em TG, perfazendo um percentual de 39% e, b) 02 (dois) alunos permaneceram fixos em TA, representando um percentual de 11%.

Essas diversas movimentações são apresentadas no gráfico 3, conforme enquadramento das respostas em segmentos de alunos que progrediram positivamente (P) e que permaneceram fixos (F), com seus respectivos percentuais.

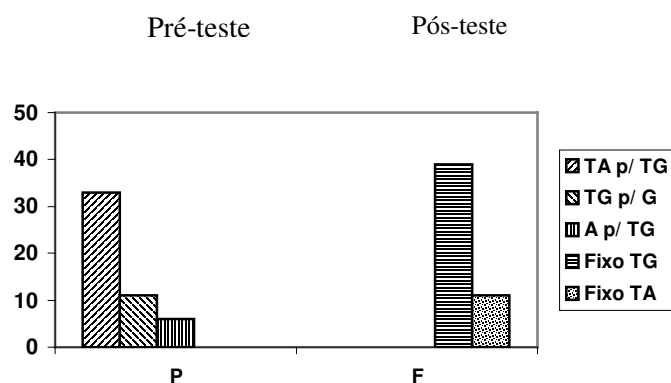


Gráfico 3: Segmentos de alunos fixos e que progrediram durante a intervenção didática.

Pode-se concluir desses dados, que 16 alunos formam o conjunto Galileu e totalizam um percentual de 89%. Apenas dois alunos permaneceram com suas idéias aristotélicas, num percentual de 11%.

Análise dos momentos do CEK

A análise foi feita para avaliar a contribuição do CEK como um novo processo metodológico.

Antecipação

O momento da antecipação do acontecimento teve a participação de 16 (dezesseis) alunos de um total de 18 (dezoito). Desses 16 (dezesseis) estudantes, 9 (nove) eram alunos do segmento que progrediram e 7 (sete), do segmento fixos. A antecipação, como momento de pensar e antecipar dos estudantes, pode ser observado pelo registro das respostas dos questionários, em que se denota conhecimento apreendido na 8ª série do ensino fundamental, como escreve o aluno VII quando é indagado sobre o que já sabe acerca do tema da pesquisa, responde que “até agora o que já sei é sobre o impulso que a pessoa tem que dar em qualquer objeto para ser movimentado”. Nota-se que o aluno VII confunde impulso com força. O aluno XIII, na resposta do que sabe, diz que no “movimento uniforme, a velocidade varia com o tempo”. São respostas oriundas de livros didáticos²

² GOWDAK, Demétrio. Ciências natureza e vida. São Paulo: FTD, 1996.

da 8ª série do ensino fundamental, cujo conteúdo programático se subdivide em conhecimentos de Química e de Física.

Outros conhecimentos dos aprendizes, presume-se que os tenham apreendidos no contexto da educação informal, visto que, segundo dados do levantamento do perfil sócio-econômico, a totalidade dos estudantes dispõe de aparelhos de TV ou rádio, que veiculam notícias de eventos científicos. O despertar da curiosidade, a expectativa e a motivação para participação contribuíram para esse momento, como se observa a resposta do aluno XI quando instado a responder o que já sabe ou vai que vai ser útil para o projeto, diz que “acho que vai ser de muita importância para nos deixar mais atualizados e até aprender o que nunca vimos, saber a diferença entre os pensamentos dos grandes gênios” ou , então, quando o aluno VI escreve que “ eu não sei o que vai precisar para esse projeto mas espero que ele traga bons frutos”. São indicativos que os alunos estavam motivados, com expectativas para participação na pesquisa e possuíam conhecimentos aprendidos de séries anteriores ou então, originados da educação informal, que arrumados em suas cabeças, os embasariam para o momento do Encontro. Os conhecimentos que faltaram, os alunos foram buscar no próximo momento do Investimento.

Investimento

O momento do investimento que consiste na busca de conhecimentos que não sabem, teve a participação de 14 alunos, sendo 08 (sete) estudantes do segmento que progrediram e 06 (seis), do segmento fixos. Dos registros dos 06 (seis) alunos do segmento fixos verificou-se que o item 3 do questionário:”Que informações, conhecimentos ou algo novo você descobriu até agora, a respeito dos tópicos abordados no tema da pesquisa?”, foi respondido por apenas 02 (dois) estudantes. Quatro deixaram em branco, demonstrando desinteresse ou desmotivação, provocados possivelmente, pela carência de livros e revistas na biblioteca ou mesmo, pela dificuldade de acesso à mesma. Essa dificuldade era consequência do seu fechamento, devido à ausência da responsável pela sua abertura, fato esse obtido em conversas com os estudantes ou mesmo, comprovado pelo pesquisador, em muitas vezes. Isso prejudicou um pouco a procura pelas informações que faltavam, para a preparação do Encontro.

Dos alunos do segmento que progrediram, 05 (cinco) responderam e 03 (três) deixaram em branco o item 3 que, ao contrário do segmento fixos, indicou maior interesse e motivação para a procura dos conhecimentos que faltavam, conforme se depreende da resposta do estudante I:” Entendi que a atuação da força é necessária para passar um corpo do estado de repouso ao de movimento uniforme.” O aluno II escreve que “o principal foi a que pode haver movimento sem ação de uma força”. O aluno VI diz que “ficou sabendo que todo corpo tende a continuar seu estado de repouso ou de movimento uniforme caso nenhum agente externo atue sobre ele”.Essas respostas evidenciaram, de certo modo, o interesse pela procura e demonstraram o aprendizado sobre o que foi pesquisado.

Quando perguntado se fez alguma pesquisa, dos 14 alunos, apenas sete responderam que sim, sendo 06 (seis) do segmento que progrediram, e 01 do segmento fixos. Mais uma vez, o segmento fixos demonstrou o desinteresse para a busca do conhecimento, o que implicaria, provavelmente, na permanência em sua cabeça dos conhecimentos que já tinha. Quanto aos alunos do segmento que progrediram, esse fato veio apenas sedimentar mais seus conhecimentos, propiciando melhores condições para a respectiva progressão.

As opções do tipo e locais de atividades da pesquisa mais selecionadas pelos alunos foram as conversa com entre colegas, conversa com professores e pesquisa na biblioteca. Apesar de existir o item Internet não houve nenhuma opção para o mesmo. Em conversa com os alunos, os mesmos falaram que o acesso a Internet era difícil e precário, consequência da falta corriqueira do responsável pela sala dos computadores. Outro fator que teve implicações na busca dos conhecimentos pelos alunos, além dos citados, como o acesso à biblioteca ou à Internet, foi a sua condição e seu papel de trabalhador durante o dia e de estudante à noite, o que demandava um esforço e tempo para se dedicar à pesquisa. Segundo dados do perfil sócio-econômico do total de estudantes pesquisados, 60% de alunos trabalham, 65%, tem pelo menos 01 (um) filho, o que implica responsabilidades para manutenção da família ou do lar. Isso faz com que o aluno se esforce e se preocupe, inicialmente, para sua sobrevivência e da família, para depois, se possível, se dedicar aos estudos com esperança de melhoria de padrão de vida. Esse fator provoca uma reflexão e uma indagação: *como se desenvolveria o CEK metodologicamente quando aplicado numa turma de estudantes do período matutino os quais, normalmente, não trabalham, não têm filhos e não têm obrigações de manutenção do lar?* Munidos dos conhecimentos que já possuíam, adicionados àqueles que buscaram, os alunos foram para o momento do Encontro.

Encontro com o Acontecimento

Foi o momento da aula propriamente dita para o qual os estudantes se prepararam. Participaram desse evento 14 (quatorze) alunos, sendo 07(sete) aprendizes do segmento dos que progrediram e 07(sete), do segmento fixos. No momento do encontro foram desenvolvidas atividades com participação dos alunos, com ênfase no experimento do disco de vinil. Os alunos demonstraram descontração e vontade de aprender na participação da experiência, ouvindo-se comentários interessantes e que atestam a motivação, o envolvimento e a construção do conhecimento, conforme se deduz do registro do momento da confirmação ou refutação do aluno IV, acerca da pergunta: “Que idéias você têm agora depois do momento do encontro?”. Ele respondeu: “que foi possível fazer um objeto andar ou se movimentar sem a ação de uma força”. Além disso, pelas respostas do registro do momento do encontro, no que tange à 1ª questão, obtivemos 93% de acertos. Essa questão dizia respeito ao conceito da inércia galileana. Na 2ª questão, em que procurava saber quem defendia a idéia da teoria heliocêntrica, 10 (dez) alunos assinalaram Galileu e 04 (quatro) marcaram Aristóteles. Outro exemplo foi o que escreveu o aluno II no registro do momento da confirmação ou refutação quando diz que “tenho uma idéia real que o atrito diminui a ação da força e que no vácuo pode haver movimento sem a ação de uma constante”.

Pelas respostas acima, observa-se que os alunos assimilaram e aprenderam os ensinamentos propostos que foram mediados pelo professor, no momento do encontro. Concomitantemente a esse ou logo após, se processava o momento da confirmação ou da refutação dos conhecimentos.

Confirmação ou refutação dos conhecimentos

Foi o momento do CEK ocorrido, concomitantemente ou logo após o Encontro, caracterizado como uma tomada de decisões e suas consequências sobre a aceitação ou não dos resultados obtidos durante o encontro. Doze alunos responderam as perguntas do questionário do respectivo momento. Essa tomada de decisão pode ser observada nas respostas do aluno II referentes às questões do questionário do momento da confirmação ou refutação, assim descritas: 1ª) Que idéias você tinha sobre o tema ou o assunto da pesquisa, antes de participar do momento do encontro? Resposta: “Tinha a idéia que realmente necessitava da ação constante de força para um movimento”. 2ª) Que idéias você têm agora depois do momento do encontro? Resposta: “Tenho uma idéia real que o atrito diminui a ação da força e que no vácuo pode haver movimento sem a ação de uma força”. 3ª)

O que é que você acha que já tem certeza ou que já sabe sobre o tema ou o assunto da pesquisa?. Resposta: “Tenho certeza que existe movimento sem ação de uma força; tenho certeza que o atrito diminui a ação de uma força”. O aluno IV dizia que antes do encontro “só existia movimento através da ação de uma força” e que após o momento verificou “que foi possível fazer um objeto andar ou movimentar-se sem a ação de uma força”. Outro exemplo interessante é o do aluno XI quando escreve que, antes do encontro, “nunca tinha parado para pensar porque nós éramos ensinados só com as noções já prontas e não nos mostravam como chegávamos a tais conclusões” e, logo após o encontro, fala que “hoje sei que pode existir movimento sem força em alguns casos”. O aluno XIII, antes do momento do encontro escreveu que “só pode existir movimento se tiver uma força” e após esse momento, disse que “há movimento sem força, mas que ficava meio chateado por sabermos muito pouco”.

Essas respostas dos alunos evidenciam uma tomada decisão por parte deles, bem como, a confirmação ou refutação de suas idéias, as quais poderão ser sedimentadas ou não no próximo momento, da revisão construtiva.

Revisão construtiva

A revisão construtiva foi um momento pedagógico, parte expositiva e parte experimental em que foi mostrada a experiência do plano inclinado, com realce para o movimento do carrinho numa pista com atrito representada pela areia e numa pista sem a areia, sem o atrito. Quinze alunos responderam ao questionário do registro do momento da revisão construtiva, sendo 08 (oito) estudantes do segmento que progrediram e 07 (sete), do segmento fixos. As respostas nos mostram evidências que os alunos sedimentaram seus conhecimentos e que a revisão construtiva prevista para o momento foi alcançada, como se observa a resposta do aluno XIII à seguinte pergunta: “Prezado aluno, por gentileza, escreva abaixo o que aprendeu sobre o tema da pesquisa?”. Resposta: “Aprendi que os conceitos de movimento são muitos complexos, mais evolui bastante ao saber que não é necessária força para existir movimento como afirmava Galileu. Pois no vácuo se jogamos uma pedra ela vai em movimento para sempre”. O aluno IV respondeu que “Aristóteles dizia que só existia movimento com a ação de uma força e que para Galileu, o movimento era sem a ação da força”. A sedimentação do conhecimento também pode ser evidenciada pelo aluno II no registro da confirmação ou refutação, quando diz que “tinha uma idéia que realmente necessitava da ação constante da força para um movimento mas que agora tenho uma idéia real que o atrito diminui a ação da força e que no vácuo pode haver movimento sem a ação de uma força constante”. Essa divagação foi consolidada na revisão construtiva quando ele escreve que “aprendeu um pouco mais sobre MRU, a lei da Inércia, deslocamento com e sem força constante e, principalmente que pode existir deslocamento infinito se não existisse nenhum tipo de atrito”.

Momentos do CEK

Assim como uma corrente é composta de elos, o CEK é constituído pelos momentos da antecipação, investimento, encontro, confirmação ou refutação e revisão construtiva. Esses momentos são partes relevantes e importantes dessa corrente que podemos denominar de processo ensino-aprendizagem. Todos os elos precisam ser fortes para que a corrente não se rompa, não se quebre, pois caso ocorresse, certamente, teria implicações negativas na aprendizagem do aluno, como objetivo final da educação. O balanço cognitivo, a busca de conhecimentos para o embasamento para o encontro, com suas experiências utilizadas nas aulas, foram importantes para que os alunos revisassem e sedimentassem seus conhecimentos, contribuindo para as mudanças nas formas de pensar dos aprendizes. Todos os momentos foram relevantes e contribuíram de modo considerável para revisão cognitiva dos alunos, mas o momento do Encontro, com sua aula

construtiva e participação individual dos estudantes, com realce para a experiência do disco de vinil, pode ser considerado como a fase do CEK que mais despertou o interesse dos estudantes.

Conclusões

Avaliar a contribuição do CEK, como instrumento metodológico, para revisar construtivamente, na estrutura cognitiva de estudantes, a relação da existência da força e a concepção de MRU, numa visão galilaica, foi a temática do presente trabalho.

Para possibilitar alcançar o nosso objetivo, inicialmente, procuramos identificar as concepções dos alunos através da aplicação de um pré-teste. Em seguida, fizemos a intervenção didática fundamentada no CEK e, logo após, aplicamos o pós-teste. Feito isto, o nosso estudo sobre o problema começa por compararmos o pré-teste com o pós-teste para saber, se houve a revisão ou não das concepções dos alunos. Simultaneamente, avaliamos o CEK, como uma nova ferramenta metodológica, parte essencial desse trabalho, buscando dados de relevância para essa finalidade, mediante os registros dos momentos do Ciclo.

No pós-teste, aplicado logo depois da intervenção didática, pudemos verificar uma mudança significativa da concepção de Aristóteles para a de Galileu em que, do equilíbrio observado no pré-teste (nove alunos com idéias aristotélicas e nove com idéias galilaicas), 07 (sete) alunos do conjunto Aristóteles passaram a apresentar concepções próximas ao pensamento galileano, representando um percentual de 39%. Um número significativo que demonstra a otimização e a funcionalidade do CEK, como instrumento metodológico no processo da aprendizagem.

Dessa forma, ao final do trabalho, em termos numéricos, o conjunto Aristóteles ficou com 02 (dois) alunos e o conjunto Galileu, com 16 (dezesseis) alunos, uma variação de 14 aprendizes que representa um percentual de 78%. Isso demonstra que a revisão foi considerável e que o CEK atuou de maneira eficaz como ferramenta pedagógica para atingir os objetivos propostos da pesquisa.

Do que foi exposto no presente trabalho podemos concluir que:

- Após a intervenção didática, houve revisão na estrutura cognitiva dos estudantes, em que 07 (sete) alunos que, anteriormente, pensavam aristotelicamente passaram a pensar, segundo as idéias de Galileu, que em termos percentuais equivale a 39%, número esse bastante considerável e indicativo de que o CEK contribuiu em muito para que tal fato ocorresse.
- Todos os momentos do CEK foram importantes e contribuíram de modo eficiente para que o objetivo fosse alcançado, ressaltando que a fase que mais despertou a atenção dos alunos foi o Encontro, por causa da participação individual dos estudantes na construção, manipulação e demonstração do experimento.
- O CEK, como ferramenta metodológica, mostrou-se eficaz e contribuiu, de maneira relevante para que o objetivo da pesquisa fosse alcançado, tornando-se, dessa maneira, viável para revisar conceitos, sendo aplicável à Física e a outras disciplinas, tais como a Química, Biologia, Matemática, desde que seus respectivos conteúdos programáticos possam ser desenvolvidos segundo as atividades específicas de cada momento do Ciclo, e se identificados os construtos básicos dos alunos.
- A revisão construtiva, na estrutura cognitiva dos alunos, do pensamento aristotélico para o pensamento galilaico foi alcançada, devido em muito, às atividades desenvolvidas nos momentos do Ciclo da Experiência Kellyana.

Referências

BASTOS, H. F. B. N. *Changing teachers' practice: towards a constructivist methodology of physics teaching*. Tese de Doutorado. University of Surrey, Inglaterra, 1992.

CLONNINGER, Susan C. *Teorias da personalidade*. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

GALILEI, G. *Duas novas ciências*. São Paulo: Nova Stella Editorial, 1998.

GOWDAK, Demétrio. *Ciências:natureza e vida/ Demétrio Gowdak, Eduardo Martins.-São Paulo: FTD, 1996.*

HARRES, J.B.S. *La física de la fuerza impresa como referente para la revolución de las ideas de los alumnos. Enseñanza de las Ciências, número extra. VII Congreso, 2005*

KELLY, G. A. *The psychology of personal constructs*. Vols. 1 e 2. New York: Norton, 1955.

MORAES, Arthur M e MORAES, Itamar J. *A avaliação conceitual de força e movimento. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol 22, junho, 2000.*

MOREIRA, Marcos Antonio. *Teorias da aprendizagem / Marcos Antonio Moreira.- São Paulo: EPU, 1999.*

NUSSENZVEIG, Herch Moisés. *Curso de Física Básica*. São Paulo: Edgar Blücher, 1981.

PCN+Ensino Médio. *Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais*. Brasília: Ministério da Educação, 2002

PARANÁ, Djalma Nunes. *Física. Série novo ensino médio*. São Paulo: Editora Ática, 2000.

PEDUZZI, Luiz O. Q. *Física aristotélica: por que não considerá-la no ensino da Mecânica*. Caderno Catarinense de Ensino de Física. vol 13, nº 1, abril, 1996.

POPE, M. *Constructivist goggles: implications for process in teaching and learning*. Paper apresentado na BERA Conference, Sheffield, UK, Agosto, 1985.

SILVA JÚNIOR, César da. *Ciências: entendendo a natureza: a matéria e a energia: 8ª série.-15. ed.- São Paulo: Saraiva, 1998.*

Anexo A

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS

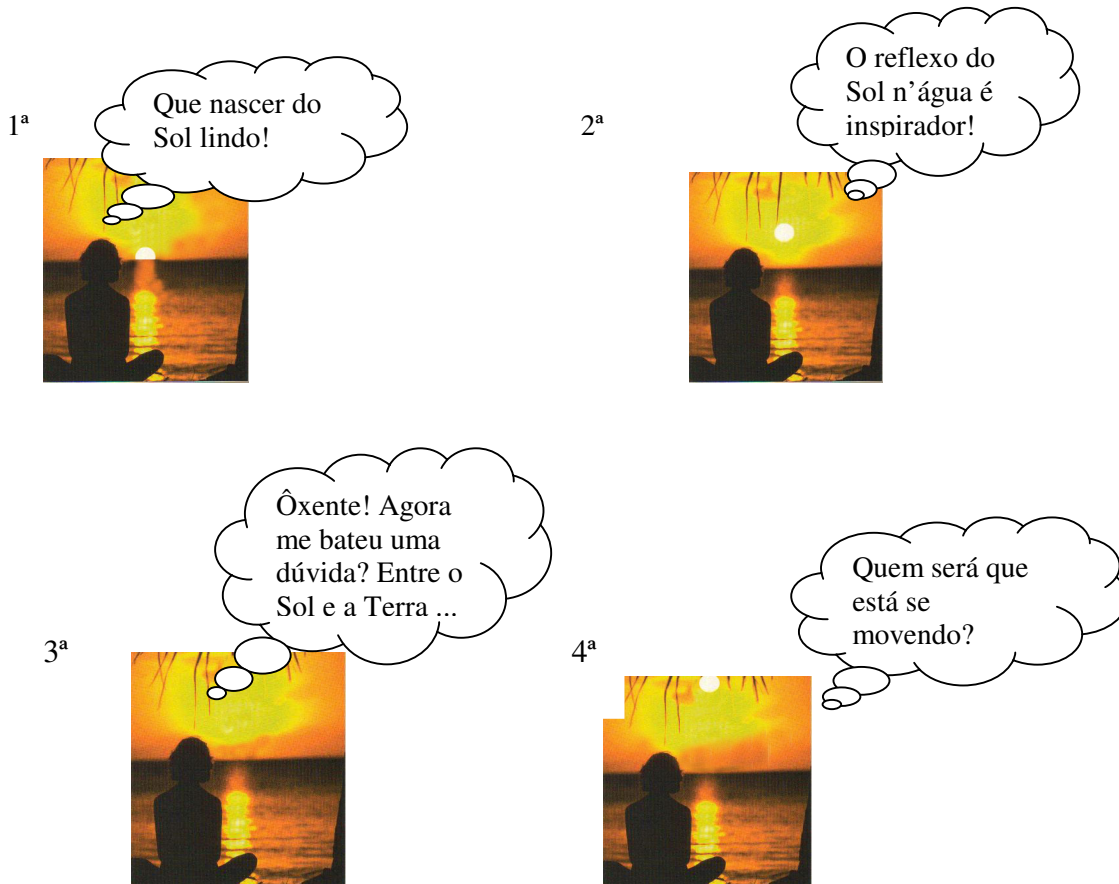
Escola: _____ Data: ____/____/____

Nome do aluno(a): _____ Tu: _____

Questionário: Pré-teste e Pós-teste

1ª questão

As figuras seqüenciadas abaixo representam o cenário de uma pessoa sentada na sua casa de raia observando o nascer do Sol. A pessoa na casa de praia representa a Terra.



Seria correto a pessoa afirmar que a Terra está parada e o Sol em movimento? Marque com um X a resposta correta:

- a. Sim b. Não

Explique o porquê da sua resposta.

2ª Questão

Uma pessoa está andando de bicicleta numa estrada reta horizontal. Depois de um certo tempo, ela pára de pedalar a bicicleta. Pergunta: O que acontece com a bicicleta, após a pessoa parar de pedalar? Marque com um X a resposta correta.

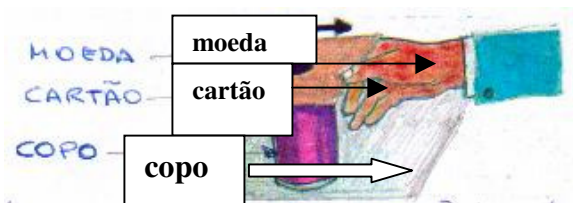
- a. a bicicleta continua se movimentando durante um certo tempo.

b. a bicicleta pára imediatamente.

Explique o porquê da sua resposta:

3ª Questão

A figura abaixo é a de uma moeda em cima de um cartão, que por sua vez, está sobre o copo.



Vejamos duas situações:

1ª) Puxando lentamente o cartão, o que acontecerá com a moeda? Marque abaixo com um X, a resposta que você achar correta:

- a. A moeda cairá no copo.
 b. A moeda vem junto com o cartão.

Explique o porquê da sua resposta:

4ª questão

Um ônibus se movimenta com velocidade constante numa estrada reta e horizontal, quando, de repente, o motorista freia bruscamente. Em relação ao ônibus, o que acontece com um passageiro que está em pé, lendo um jornal. Marque com um X a resposta correta.

- a. O passageiro tem a tendência de ser lançado para trás.
 b. O passageiro tem a tendência de ser lançado para frente.
 c. O passageiro continua em pé lendo o jornal.

Explique o porquê da sua resposta.

5ª Questão

Um motorista com cinto de segurança encontra-se num carro parado, aguardando o sinal abrir. De repente, um outro veículo vem por trás e lhe dá uma violenta batida. Dentro deste contexto, assinale abaixo, qual dispositivo de segurança é o único indicado para proteger o motorista, imediatamente após o choque:

- () cinto de segurança.
 () encosto de cabeça

Explique o porquê da sua resposta:

6ª Questão

Com a ponta do dedo, você põe um livro em movimento, empurrando-o sobre uma mesa plana e nivelada. O livro percorre uma certa distância e pára. Ai faz-se um polimento mais acurado do tampo da mesa e você empurra, novamente, o livro. Observa que o livro vai percorrer uma distância maior que a anterior. São feitas diversas tentativas, sempre polindo mais. E, cada vez mais, as distâncias vão aumentando. Suponha uma

superfície do tampo da mesa perfeitamente lisa, sem atrito e de tamanho infinito. Dentro deste contexto, ao empurrarmos o livro, o que acontecerá com o mesmo? Marque com um X a resposta que você acha correta.

a. O livro irá se movimentar infinitamente.

b. O livro novamente irá parar.

Explique o porquê da sua resposta

A educação não muda o mundo. A educação muda as pessoas e as pessoas mudam o mundo (PAULO FREIRE).

Muito obrigado pela colaboração e felicidades!!

Anexo B
Registro dos momentos do CEK

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS

Escola Estadual: Governador Carlos de Lima Cavalcante

Nome: _____

Série: _____ Ensino: _____ Turno: _____

Registro do momento da **ANTECIPAÇÃO**

1) Diante das informações que você já ouviu, escreva abaixo, o que é que você já sabe e acha que vai ser útil para esse Projeto de Pesquisa.

2) Escreva abaixo, o que é que você acha que vai precisar e que você, ainda não sabe para esse Projeto.

Respostas:

Registro do Momento do **INVESTIMENTO**

1. Você se interessou pelo tema da pesquisa que aborda informações sobre Galileu e Aristóteles e que descreve conhecimentos sobre o movimento retilíneo uniforme (MRU) sob a ação ou não de uma força e sob

Sim

Mais ou menos

Não

2. Entre o nosso último contato e o de hoje, você fez alguma pesquisa?

Sim

Não

Em caso de Sim, que tipo e local de atividade foi realizada a pesquisa:

(1) Conversa entre colegas

(2) Conversa com familiares

(3) Conversa com professores

(4) Biblioteca

(5) TV

(6) Rádio

(7) Internet

(8) Livros ou Revistas

3. Que informações, conhecimentos ou algo novo você descobriu até agora, a respeito dos tópicos abordados no tema da pesquisa? _____

Registro do momento do **ENCONTRO**

Assinale com um X nos quadrados abaixo, a resposta que você achar conveniente.

3º) O que é que você acha que ainda precisa mudar ou que precisa saber? _____

4º) O que é que você acha que já tem certeza ou que já sabe sobre o tema ou o assunto da pesquisa? _____

Registro do momento da REVISÃO CONSTRUTIVA

Prezado (a) Aluno (a), por gentileza, escreva abaixo o que aprendeu sobre o tema da pesquisa que diz respeito à mudança de concepção de movimento retilíneo uniforme, de pensamento aristotélico para o pensamento de Galileu.

Anexo C Respostas do aluno XVII

1ª questão

Seria correto a pessoa afirmar que a Terra está parada e o Sol em movimento? Marque com um X a resposta correta:

- a. Sim b. Não

Explique o porquê da sua resposta.

Porque a pessoa não muda em relação ao Sol, mas o Sol se move em relação ao Sol

2ª questão

- a. a bicicleta continua se movimentando durante um certo tempo.

- b. a bicicleta pára imediatamente.

Explique o porquê da sua resposta:

Após para de pedalar a bicicleta continua em movimento

3ª questão

1º) Puxando lentamente o cartão, o que acontecerá com a moeda? Marque abaixo com um X, a resposta que você achar correta:

- a. A moeda cairá no copo.
b. A moeda vem junto com o cartão.

Explique o porquê da sua resposta:

Porque ela continua em repouso em cima do cartão

4ª questão

- a. O passageiro tem a tendência de ser lançado para trás.
 b. O passageiro tem a tendência de ser lançado para frente.
 c. O passageiro continua em pé lendo o jornal.

Explique o porquê da sua resposta.

Após o momento que ele está em pé no ônibus o seu corpo está em repouso. Quando o ônibus freia e ele é lançado para frente o seu corpo tem um movimento

5ª questão

- a. O caderno pára.
 b. O caderno continua se movimentando podendo até cair da mesa.

Explique o porquê da sua resposta: Porque o objeto só permanece em movimento se tiver uma força atuando sobre ele.

6ª questão

- a. O livro irá se movimentar infinitamente.
 b. O livro novamente irá parar.

Explique o porquê da sua resposta

O livro não vai uma velocidade constante