

ENGENHARIA DIDÁTICA DE FORMAÇÃO: UMA ANÁLISE DAS DIMENSÕES EPISTEMOLÓGICA E COGNITIVA DOS LICENCIANDOS DO CURSO DE FÍSICA DA REGIÃO DO CARIRI

Resumo: Este trabalho é um recorte da dissertação de Mestrado que foi desenvolvida no Programa de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, do Instituto Federal do Ceará (IFCE), e este visa apresentar um olhar sobre a metodologia de pesquisa a Engenharia Didática de Formação (EDF), atrelada ao uso e a produção da Sequência Didática como ferramenta de ensino e aprendizagem na formação inicial de professores de Física da Universidade Regional do Cariri (URCA). Realizando uma análise investigativa desse processo nas vertentes epistemológica e cognitiva, proporcionando uma análise dessa formação. Para esse trabalho, explanaremos evidências pontuais do material coletado na pesquisa, com a participação de 09 discentes do último semestre do curso de Licenciatura em Física. Para isto, realizou-se uma pesquisa qualitativa de caráter descritivo, tendo como metodologia norteadora a Engenharia Didática de segunda geração, que permitiu através de suas fases: (I) Análise preliminar, (II) Concepção e análise a priori das sequências didáticas, (III) Experimentação e (IV) Análise a posteriori e validação, e como metodologia de ensino nos referendamos nas sequências didáticas trabalhando o conceito de inércia balizados na História da Ciência (HC). Essa pesquisa objetiva-se descrever elementos de ordem, epistemológica e metodológica para professores de Física em formação inicial. Demonstrando os resultados sobre a falta de contato dos alunos com a HC, dificultando a interpretação dos textos trabalhados, como também, a perduração do senso comum sobre a inércia e as forças que atuam sobre um corpo em movimento.

Palavras-chave: Ensino. Formação Inicial. Engenharia Didática. Física.

DIDACTIC TRAINING ENGINEERING: AN ANALYSIS OF THE EPISTEMOLOGICAL AND CONGENITAL DIMENSIONS OF THE CARIRI REGION PHYSICS COURSE LICENSORS

Abstract: This work is a cut of the Master dissertation that was developed in the Master's Program in Science and Mathematics Teaching, Federal Institute of Ceará (IFCE), and this one aims to present a look on the methodology of research to Educational Training Didactics (EDF), linked to the use and production of the Didactic Sequence as a teaching and learning tool in the initial training of Physics teachers of the Regional University of Cariri (URCA). Performing an investigative analysis of this process in the epistemological and cognitive aspects, providing an analysis of this formation. For this work, we will provide anecdotal evidence of the material collected in the research, with the participation of 9 students from the last semester of the Licentiate degree in Physics. For this, a qualitative research of descriptive character was carried out, having as a guiding methodology the Second generation Teaching Engineering, which allowed through its phases: (I) Preliminary analysis, (II) Conception and analysis a priori of didactic sequences, (III) Experimentation and (IV) A posteriori analysis and validation, and as teaching methodology we refer to the didactic sequences working on the concept of inertia in the History of Science (HC). This research aims to describe elements of order, epistemological and methodological for teachers of physics in initial formation. Demonstrating the results on the lack of contact of the students with the HC, making difficult the interpretation of the texts worked, as well as the perduring of the common sense on the inertia and the forces that act on a body in movement.

Keywords: Teaching. Training. Didactic Engineering. Physic.

1 Introdução

A formação inicial dos professores de Física é um assunto de extrema relevância, isso se nota com os inúmeros trabalhos publicados como o de Nardi e Castiblanco (2014) e apresentados em Simpósios e Revistas Eletrônicas da área da educação. A disciplina de Física se torna uma matéria de difícil compreensão para os alunos do ensino médio e superior, pois existem alguns fatos que aportam essa situação. Devido ao número de licenciandos na área ser menor do que a demanda anual de 1,8 mil vagas, mais da metade dos professores que lecionam Física no país não possuem a licenciatura na área, dados do Instituto Nacional de Educação, Tecnologia e Pesquisa – INETEP 68,7% dos professores que ensinam Física não possuem formação na área, afetando assim de forma direta a qualidade do ensino. Fatores relevantes para uma formação inicial deficitária iniciando com uma necessidade latente de atualização do currículo, os cursos de Licenciatura em Física não possuem na sua matriz curricular uma disciplina de Didática da Física, sendo encontrada no currículo uma Didática Geral, outro fator importante é que as disciplinas científicas são estudadas dissociadas das disciplinas pedagógicas, criando assim um abismo entre a Ciência Física e a Ciência Pedagógica que fazem parte do curso.

Trazendo esses números para o estado do Ceará, conforme dados do Censo Escolar 2015, elaborados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) dos 18.741 professores do Ensino Médio do Ceará, 6.699 não possuem formação específica na área que atuam, isto é, 35,7%. O dado preocupante é maior nas disciplinas das Ciências Exatas como Física (21%) é a que possui maior disparidade e Matemática (15,5%). Em 2015, dos 2.381 professores da área de Física, somente 1.880 eram formados naquela disciplina. Já na disciplina de Educação Religiosa, há 56 professores atuando e 1.694 formados.

Comparando com os demais estados do Nordeste, o Ceará encontra-se em quarto quanto à porcentagem de professores formados atuando fora de suas áreas de formação. O estado fica à frente somente de Bahia (29%), Maranhão (43%) e Pernambuco (44%). Piauí é o estado da região com a maior taxa de docentes ensinando na sua área: 55%.

Uma outra questão sobre inovação curricular seria a introdução da História da Ciência na matriz curricular do curso de Física, tema que tem sido muito discutido em vários congressos e revistas especializadas na área, pois diante de trabalhos relevantes como Martins (2006), um dos principais resultados que emergem dessas discussões é que a sua inserção pode desencadear várias melhorias para o ensino de Ciências e em específico na Física. Dessa forma, entendemos que a inserção da História da Ciência tanto possa vir promover melhorias do entendimento de

conceitos científicos, como também inserir estudos sobre a natureza do conhecimento científico, tornando assim a ciência um produto social e cultural da humanidade.

Diante da literatura existem vários trabalhos publicados sobre formação inicial dos professores de Física com estudos sobre novas metodologias de ensino e de pesquisa. O projeto desenvolvido para o curso de mestrado terá um impacto relevante na literatura, será utilizado a Engenharia Didática de Formação também conhecida como Engenharia Didática de 2º geração desenvolvida por Artigue (1989) para criar, analisar e validar as sequências didáticas, esta metodologia foi desenvolvida por matemáticos e é bastante aplicada à Educação Matemática, será um trabalho com uma temática nova diante da literatura, pois se comprovou inexistente diante de uma revisão bibliográfica trabalhos apresentados ou publicados utilizando a Engenharia Didática de Formação como metodologia de pesquisa para a formação inicial dos professores do curso de Física. Destacando que esse artigo é uma parte da dissertação do mestrado em Ensino de Ciências e Matemática e será abordada a análise epistemológica e cognitiva dos licenciandos que se encontram no último semestre do curso de Física da Universidade Regional do Cariri.

2 Sequência Didática

Neste tópico vamos abordar a respeito da Sequência Didática e como é possível aplicar essa metodologia de ensino na construção de conhecimentos sobre a inércia. Apresentaremos elementos teóricos que nos darão sustentação a nossa proposta, subsidiando ideias e ações para chegarmos aos caminhos que nos conduzirão à elaboração da Sequência Didática norteadora para o ensino e a aprendizagem da inércia.

De acordo com Oliveira (2013), a utilização da sequência didática se inicia na França na década de 1980 e tinha o objetivo de aprimorar o ensino da língua materna, como proposta inovadora para inserir um ensino integrado e interconectado. No princípio existiu um pouco de resistência, mas em seguida vários estudiosos da didática do ensino começaram a analisar tal procedimento e implementar pesquisas sobre os resultados produzidos com a utilização de Sequências Didáticas no ensino da língua francesa.

Um procedimento simples que compreende um conjunto de atividades conectadas entre si, e prescinde de um planejamento para delimitação de cada etapa e/ou atividade para trabalhar os conteúdos disciplinares de forma integrada para uma melhor dinâmica no processo ensino aprendizagem. (OLIVEIRA, 2013, p. 39).

Uma sequência didática necessita de um planejamento prévio, com um conteúdo escolhido de forma proposital, para assim analisar de forma mais concreta tanto a metodologia do pesquisador, quanto a aprendizagem dos alunos.

Uma sequência didática é formada por um certo número de aulas planejadas e analisadas previamente com a finalidade de observar situações de aprendizagem, envolvendo os conceitos previstos na pesquisa didática. Essas aulas são denominadas de sessões, tendo em vista o seu caráter específico para a pesquisa. Em outros termos, não são aulas comuns no sentido da rotina de sala de aula. (PAIS, 2008, p. 102).

Fica evidenciado diante das citações acima que a sequência didática é utilizada de forma direcionada e planejada para coleta de dados, portanto, é específica para área da pesquisa científica, permite que os professores possam problematizar conhecimentos científicos em poucas aulas, a definição apresentada por Méheut e Psillos (2004) para a caracterização de sequências de ensino e aprendizagem é descrita como uma atividade de pesquisa intervencionista e um produto, em que se adapta o trabalho pedagógico resultante de pesquisas empíricas ao raciocínio dos estudantes.

Há um consenso entre os pesquisadores de que sequências didáticas podem contemplar duas frentes, uma da pesquisa e a outra da melhoria no processo ensino-aprendizagem, sendo usadas, então, como ferramentas de pesquisas e/ou inovações nas abordagens tematizadas de ensino Leach & Scott (2002); Lijnse, (1995); Méheut e Psillos, (2004); Méheut, (2005). Os pesquisadores Méheut e Psillos (2004) argumentam que essas abordagens permitem levar em consideração questões de cunhos epistêmicos e pedagógicos. Nas quais destacam-se aspectos sobre o papel do professor, as formas de interações professor/aluno, métodos científicos adotados, processos de elaboração e validação de conhecimentos científicos e etc. Considerando a dimensão epistêmica da Sequência Didática, pode-se inferir uma relação com algumas tendências discutidas no âmbito do Ensino de Ciências como a contextualização, a experimentação, o uso da História da Ciência, a Interdisciplinaridade, entre outras.

A elaboração de Sequências Didáticas pode permitir o planejamento de aulas utilizando diversas estratégias e recursos didáticos, tais como, aulas expositivas, demonstrações, sessões de questionamento, solução de problemas, experimentos em laboratório com o auxílio de materiais alternativos, etc., possibilitando assim uma maior integração entre teoria e prática, podendo também desenvolver as capacidades de expressão oral e escrita dos alunos.

3 Percurso Metodológico

Nesta pesquisa foi realizado um estudo qualitativo de cunho descritivo, investigando as percepções dos licenciandos do curso de física em período de formação inicial,

onde se encontravam no último semestre do referido curso, sobre a utilização pedagógica da Sequência Didática, para o estudo da evolução do conceito de inércia, balizados na História da Ciência, em que as técnicas de pesquisa utilizadas durante a coleta de dados foram: questionários investigativos, roteiro de elaboração da Sequência Didática, textos, diários de campo e entrevistas semiestruturadas.

[...] o qualitativo engloba a ideia do subjetivo, passível de expor sensações e opiniões. O significado atribuído a essa concepção de pesquisa também engloba noções a respeito de percepções de diferenças e semelhanças de aspectos comparáveis de experiências. Segundo Borba e Araújo (2004, p. 106).

Dessa maneira, regulamos a SD de acordo com a visão qualitativa de cunho descritivo, pois investigamos as percepções dos discentes participantes, descrevendo o que foi coletado e observado durante as 4 aulas previamente elaboradas. Ademais, fizemos uso de algumas ferramentas digitais, que beneficiaram a coleta de dados e a produção da SD durante a pesquisa, que foram: filmagens, gravação de áudios, fotos.

Esse estudo se deu através do curso de licenciatura em física da URCA dividido em 4 aulas com duração de carga horária de 8h/a, em que os sujeitos da pesquisa, foram licenciandos em processo de formação inicial de Física. Em relação a preparo do percurso metodológico da pesquisa, foi utilizada a metodologia de pesquisa a Engenharia Didática de Formação, que propicia a investigação de situações da microengenharia e da macroengenharia, permitindo o estudo de sequências didáticas de caráter pontual e geral.

A Engenharia Didática caracteriza uma forma particular de organização dos procedimentos metodológicos da pesquisa em didática da matemática. O interesse pelo seu estudo justifica-se pelo fato de se tratar de uma concepção que contempla tanto a dimensão teórica como experimental da pesquisa em didática. (PAIS, 2008, p. 99).

A EDF agrega algumas das características da pesquisa ação já que são desenvolvidas situações que ocorrem em sala de aula nas quais o pesquisador é levado a descrever e analisar os resultados de sua aplicação, tomando os devidos cuidados em relação ao grau de generalidade dos resultados, ou seja, observar os problemas para em seguida produzir estratégias didáticas, como por exemplo utilizando a transposição didática para elaborar e estudar propostas de ensino. Que tem como objetivo a produção de recursos didáticos, que podem ser utilizados pelo professor na sua sala de aula, (geralmente esses recursos foram produzidos pelas pesquisas da ED de primeira geração), ou para a formação continuada ou inicial de professores.

A engenharia didática como metodologia de pesquisa possui 4 fases na qual delinearemos neste processo: fase 1 análises prévias, fase 2 da concepção e análise a priori da

situações didáticas de engenharia, fase 3 de experimentação e a fase 4 de análise a posteriori e validação.

Uma pesquisa, seguindo os princípios de uma Engenharia Didática, perpassa pelas fases seguintes: 1. Análises preliminares: considerações sobre o quadro teórico didático geral e os conhecimentos já adquiridos sobre o assunto em questão, incluem a análise epistemológica do ensino atual e seus efeitos, das concepções dos alunos, dificuldades e obstáculos, e análise do campo das restrições e exigências no qual vai se situar a efetiva realização didática. 2. Concepção e análise a priori das situações didáticas: o pesquisador, orientado pelas análises preliminares, delimita certo número de variáveis pertinentes ao sistema sobre os quais o ensino pode atuar chamadas de variáveis de comando (microdidáticas ou macrodidáticas). 3. Experimentação: consiste na aplicação da sequência didática, tendo como pressupostos apresentar os objetivos e condições da realização da pesquisa, estabelecer o contrato didático e registrar as observações feitas durante a experimentação. 4. Análise a posteriori e validação: A análise a posteriori consiste em uma análise de um conjunto de dados colhidos ao longo da experimentação, como por exemplo, produção dos alunos, registros de observadores e registro em vídeo. (ALMOULOU E SILVA, 2012 p. 26).

Para realizar a análise, se torna imprescindível a confrontação dos dados obtidos nas etapas a priori e a posteriori, para assim ocorrer o processo de validação ou não das hipóteses formuladas.

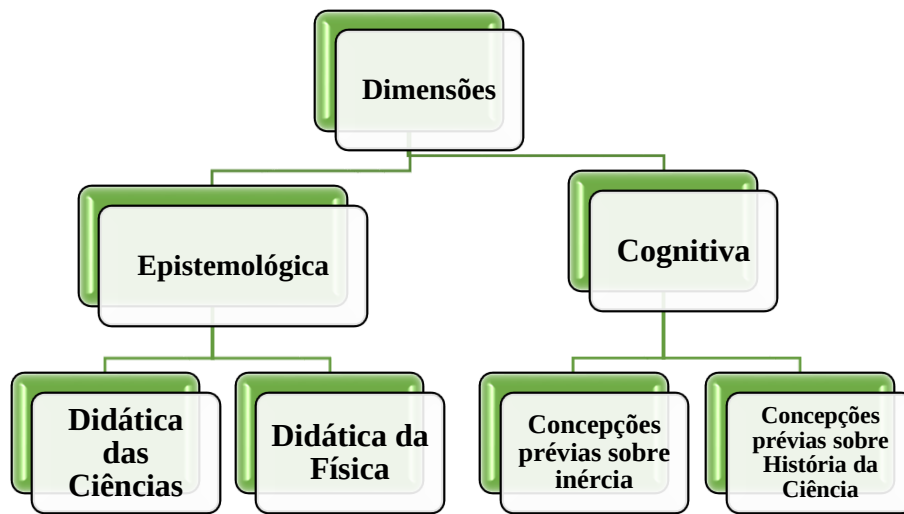
A EDF auxiliou a idealização, elaboração, execução e avaliação da SD, trabalhada com os licenciandos de Física, que desejavam conhecer e estudar o processo de evolução do conceito de inércia utilizando a História da Ciência. E assim, as etapas da pesquisa se organizaram da seguinte maneira:

4 Análise Prévia

Nesta etapa, como destaca a ED, devemos realizar a análise do conteúdo de estudo em três dimensões: a epistemológica, a didática e a cognitiva. Vale destacarmos que na análise constituída nesta etapa, focaremos apenas nas dimensões epistemológica e cognitiva.

Sendo que a dimensão epistemológica foram analisadas a didática das ciências e a didática da física, e na dimensão cognitiva foram analisadas as concepções prévias dos alunos sobre o conceito de inércia, como também as concepções prévias dos alunos sobre a História da Ciência. Como demonstrado no diagrama abaixo.

Figura 1- Diagrama das dimensões epistemológica e cognitiva



Fonte: Elaborado pela autora

Assim, preliminarmente realizamos um levantamento bibliográfico em livros de HC e artigos que trouxessem elementos relativos à evolução histórica, epistemológica e didático-metodológica sobre a formação inicial de professores de física.

Desse levantamento, destacamos como referências iniciais, obras que discutem a formação inicial dos professores de física utilizando o ensino de História da Ciência em uma didática da física, numa perspectiva histórica, epistemológica e didático-metodológica, donde destacamos os estudos de: Nardi (2009), Bachelard (1938), Saito (2014), Martins (2009), Moreira (2007), Brousseau (1986), Matthews (1995), Vannucchi (1996), Silva; Martins (2009), Nardi e Almeida (2007); dentre outros.

Sobre o estudo realizado, salientamos que este nos permitiu a caracterização dos aspectos historiográficos e epistemológicos. Além de realizarmos, numa perspectiva de complementar a abordagem histórica, uma discussão de elementos, com caráter mais específico, que nos permitissem a caracterização da formação inicial dos professores de física e como os aspectos relevantes de cada artigo nos trouxe um norte para analisarmos nossa proposta.

Ainda, do levantamento realizado, vale destacarmos que tratamos da Sequência Didática e da História da Ciência nessa formação inicial, e que tal estudo nos permitiu suscitar uma gama de relações entre a História da Ciência sendo utilizada em outras áreas do conhecimento como, Biologia, Química e Matemática, desse levantamento feito pela autora percebeu-se uma heterogeneidade de como a HC estava sendo utilizada.

5 Concepção e Análise a priori

Nesta segunda etapa foi elaborada a SD composta de dois textos e 4 questionários, baseados na análise prévia e que foram utilizados durante o processo da pesquisa, foi realizado o planejamento das quatro aulas com duração de 1h e 50 minutos cada aula.

Como aponta a EDF, para a construção das sequências didáticas temos que realizar uma ação descritiva e preditiva, ou seja, realizarmos uma análise cognitiva prévia dos alunos, determinando seus possíveis comportamentos, procedimentos e resultados, a serem estabelecidos durante a resolução das sequências didáticas propostas. Ainda, sobre a elaboração das sequências didáticas, destacamos que durante a construção das atividades levantamos algumas hipóteses didáticas que servirão de referência a uma análise a posteriori e validação do estudo. Sobre as hipóteses constituídas, estas são apresentadas a seguir, referendadas em suas respectivas atividades. Vejamos:

Na atividade 1, temos como hipótese que a maioria dos alunos não tiveram contato com a história da ciência, e irão confundir as forças que agem em um corpo com o seu movimento.

Na segunda parte da atividade 1, temos como hipótese que os alunos devem acertar o somatório das forças e confundir com a força aplicada com o movimento do corpo.

Na atividade 2, temos a hipótese que os alunos depois de lidos e debatidos os dois textos sobre a evolução do conceito da inércia, tenham dificuldades de identificar algumas características da Ndc. Podendo apresentar possíveis problemas de interpretação, por apresentarem novas informações.

Na atividade 3, temos a hipótese que os alunos resolverão o questionário final com um número menor de erros do que o questionário aplicado inicialmente, por conta da sequência didática.

6 Experimentação

A etapa da experimentação, é a terceira fase da ED, caracteriza-se pela execução e aplicação da sequência didática que se estruturou à partir das coletas de dados (questionários e lista de atividade) da pesquisa. Assim, a investigação teve como local e público alvo, a Universidade Regional do Cariri, durante a disciplina de Estágio Supervisionado, referente ao 8º semestre do curso de Licenciatura em Física, sendo a turma composta por 12 (doze) alunos regularmente matriculados, em 2018.

Os instrumentais de coleta de dados, foram considerados: as observações realizadas durante os momentos de aplicação, a sequência didática planejada; as respostas aos questionários e lista de exercício dos alunos, nos protocolos de aplicação; as falas dos alunos sobre os textos I e II que foram lidos, estudados e debatidos, bem como filmagens de vídeo e os registros fotográficos. As aplicações foram executadas em quatro encontros, de uma hora e cinquenta minutos cada, tendo os alunos trabalhado em equipes. Como metodologia de ensino nos momentos de aplicação foi escolhida a sequência didática para trabalhar o conceito de inércia. Sendo a coleta de dados realizada durante a mediação nestas fases.

7 Análise a posteriori e validação

Na última fase da EDF, foi feita a análise dos dados obtidos durante as quatro aulas planejadas, em seguida os dados obtidos no pré-teste e pós-teste foram confrontados para ocorrer o processo de validação.

Fundamentados no conjunto de observações e resultados constituídos, realizarmos o confronto entre as hipóteses levantadas e a atividade prática, a fim de realizarmos uma análise sobre a reprodutividade ou não da engenharia proposta. Recordamos que Brousseau (1986) forneceu a indicação de elementos essenciais a práxis do professor, ao mencionar que é necessário “poder comparar, não apenas os resultados, mas também as condições nas quais eles foram obtidos e de modo que tais condições sejam reprodutíveis.” (BROUSSEAU, 1986, p. 3). Podendo levantar futuras hipóteses para futuras pesquisas.

Tal processo ocorre mediante a verificação, reformulação ou mesmo refutação da(s) hipótese (s) levantadas, e dos argumentos construídos durante o processo de validação interna da engenharia. “Na Engenharia Didática, a validação é essencialmente interna, fundada no confronto entre a análise a priori e a análise a posteriori.” (ARTIGUE, 1996, p. 197). Ainda concernente com Laborde (1997) “uma descrição genérica da classe ou das condutas e tipos de produção majoritárias na classe, estudo de sua evolução e verificação de sua adequação no que concerne ao esperado dos estudantes.” Diante disso, restringir-nos-emos a uma validação interna da sequência estruturada das atividades desenvolvidas, com o amparo da sequência didática.

8 Discussão dos Dados

Iremos apresentar tabelas e gráficos (quando necessário) com os dados do questionário final, comparando-os com os resultado do questionário inicial ou pré-teste¹ (representado

¹ Antes da aplicação da SD

abaixo do percentual atual e com o fundo preto), com os resultados do pós-teste² (representados pelos dados da segunda linha) para que seja possível perceber a mudança ou não, que ocorreu em relação às respostas. Sendo que, a resposta correta possui um asterisco.

Apresentaremos o primeiro bloco de questões (Bloco I) que compreende as questões 1 a 4 que envolve o lançamento vertical para cima.

Questão 1 – Questionário final (Trata da atuação de forças em um corpo no ato da subida)
Tabela 1-Respostas referentes a questão 1 (quest. final)

	A) 	B) 	C) 	D) 	E) Iguais 
Quantidade	0 (0%)	3 (33,3%)	2* (22,2%)	4 (44,5%)	0 (0%)
	0 (0%)	1 (11,1%)	7 * (77,8%)	1 (11,1%)	0 (0%)

Fonte: Dados da pesquisa.

No pré-teste é visível maior número de licenciandos fazer uma correlação da ação da força que age no sentido do deslocamento com a trajetória em si do movimento. Na alternativa D pode-se ver uma força atuando de forma ascendente maior em módulo, do que a força para que atua no sentido descendente, justificando assim o erro, o movimento ascendente. O mesmo aspecto se repete na alternativa B, que somando com a alternativa D obtêm-se um total de 77,8% do total de licenciandos. Segundo Martins (2007) o senso de que há força resultante no sentido contrário do movimento é contra intuitivo, sendo esta uma justificativa plausível para o grande número de respostas erradas.

No pós-teste percebe-se um aumento no número de respostas corretas, e a desvinculação do senso comum sobre a atuação de forças, quando não se trabalha a História da Ciência.

Questão 2 – Questionário Final (trata da atuação de forças em um corpo quando este atinge a altura máxima)

Tabela 2- Respostas referentes a questão II (quest. final)

	A) 	B) Iguais 	C) 	D) 	E) Nula 
Quantidade	0 (0%)	2 (22,2%)	0 (0%)	3* (33,3%)	4 (44,5%)

² Depois da aplicação da SD

	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	8*(88,8)	1 (11,2%)
--	--------	--------	--------	-----------------	-----------

Fonte: Dados da pesquisa.

Analisando as respostas do pré-teste percebe-se que a mais da metade dos alunos assinalaram a alternativa E, onde as forças que atuam sobre o corpo é nula, mais uma vez fica evidente a ligação do movimento do corpo com a atuação das forças. Dois alunos marcaram a alternativa B, tendo a possibilidade que o somatório vetorial das forças tenha sido confundido com a velocidade, que na posição mais alta da trajetória é nula. Os dados do pós-teste já evidenciam um aumento de respostas corretas sobre essa questão, evidenciando o entendimento da não ligação do movimento do corpo com a atuação das forças.

Questão 3 – (trata da atuação de forças em um corpo no ato da descida)

Tabela 3-Respostas referentes a questão III (quest. final)

	A) 	B) 	C) 	D) Nula 	E) 
Quantidade	7 *(77,8%)	0 (0%)	2 (22,2%)	0 (0%)	0 (0%)
	8* (88,9%)	0 (0%)	1 (11,1%)	0 (0%)	0 (0%)

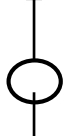
Fonte: Dados da pesquisa.

No pré-teste nota-se que mais da metade dos alunos acertaram a questão, levaram em consideração apenas o vetor força, porém, dois alunos o que equivale a 22,2% da turma, responderam escolhendo a alternativa C, aparentemente os alunos estão levando em consideração além da ação da força peso, uma força que age na direção do movimento; é uma ideia que se assemelha ao que chamamos de senso comum, e de se certa forma se apresentou com uma certa frequência nas respostas dos alunos.

No pós-teste tivemos uma melhoria bem tímida mas considerativa em relação a atuação da SD trabalhada com os discentes.

Questão 4 – (Representação da velocidade quando a esfera atinge a altura máxima)

Tabela 4-Respostas referentes a questão IV (quest. final)

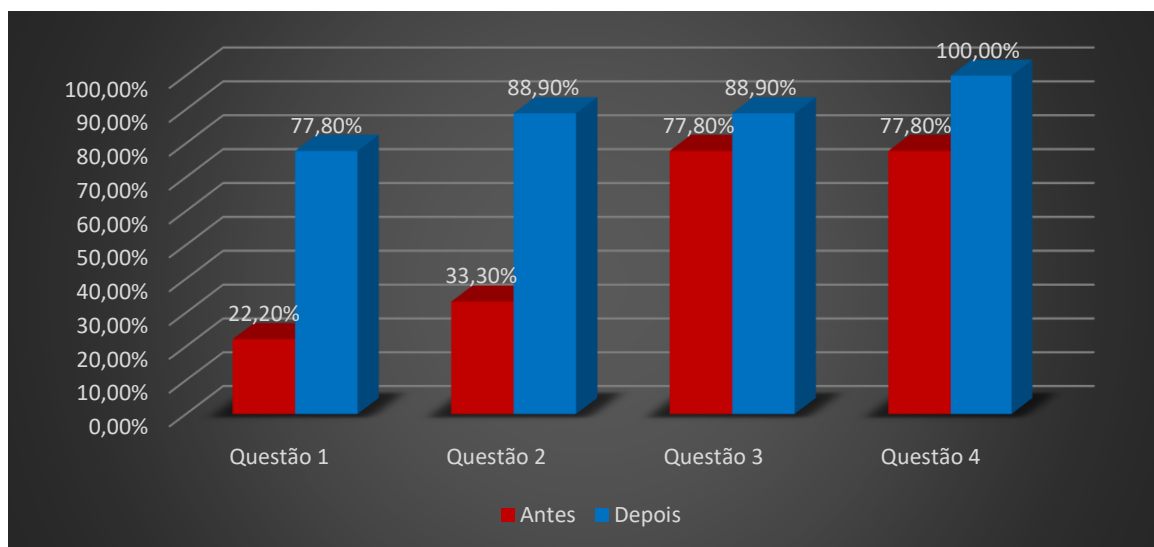
	A) 	B) 	C) 	D) 	E) Nula 
Quantidade	1 (11,1%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (11,1%)	7 *(77,8%)
	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	9* (100%)

Fonte: Dados da pesquisa.

A questão 4 tem algumas peculiaridades, pois aqui solicita-se ao aluno que identifique o vetor velocidade no ponto da trajetória que a esfera atinge sua altura máxima, uma boa parcela percentual dos alunos conseguiu identificar de forma correta, que nessa posição a velocidade sobre o corpo é nula. Acredita-se que o elevado número de acertos desta questão dá-se por serem bastante trabalhadas, assim, tornando-se comuns no ensino básico.

Realizando a análise desse primeiro bloco de questões, percebe-se que os alunos tem a compreensão da força da gravidade como também de uma força atuando sobre a esfera que tem a mesma direção do movimento. Analisando as respostas do questionário final, percebe-se um aumento no índice de acertos, principalmente quando analisamos a questão 1(que inicialmente apresentou um alto índice de erro). Abaixo está representado em um gráfico o total de respostas certas, apresentando os valores totais comparando o percentual de respostas corretas para o questionário inicial e final, para a bloco de questões I.

Gráfico 1-Respostas corretas antes e depois do bloco de questões



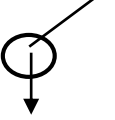
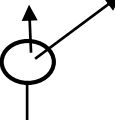
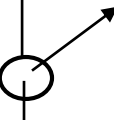
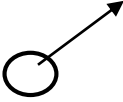
Fonte: Dados da pesquisa.

Apesar do número de acertos ter aumentado consideravelmente, ainda existe uma pequena parcela de dos alunos ainda estão pensando em ação de força na direção do deslocamento, se pegarmos por exemplo, a primeira questão onde é mais fácil identificar essa situação, temos que 22,2% dos alunos escolheram a alternativa onde atua uma força para baixo (que possivelmente os alunos atribuem a força gravitacional) e uma força de maior módulo para cima.

O bloco II de questões que se referem as perguntas 5,6 e 7, fazem parte de um bloco em que os alunos deveriam identificar as forças em três posições distintas, agora em um movimento de lançamento (uma bola sendo chutada e percorrendo uma trajetória de parábola).

Questão 5 – (representação da(s) força(s) na subida)

Tabela 5-Respostas referentes a questão V (quest. final)

	A) 	B) 	C) 	D) 	E) 
	3 (33,3%)	1 (11,2%)	3 (33,3%)	2 *(22,2%)	0 (0%)
Quantidade	1 (11,2%)	0 (0%)	1 (11,1%)	7*(77,8%)	0 (0%)

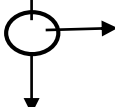
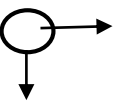
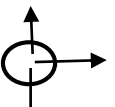
Fonte: Dados da pesquisa.

Essa questão no pré-teste trouxe um empate em duas alternativas, um total de 66,6% dos alunos assinalaram as alternativas A e C, nas duas situações existe de fato uma força que age no sentido do movimento, na alternativa A, porém não há uma força para cima. Se somarmos o percentual de alunos que marcaram as alternativas que demonstram uma força pra cima, obteremos um total de 44,5%, e apenas 22,2 % marcaram a letra certa. A quantidade de respostas incorretas nessa questão é ainda superior do que o encontrado para o lançamento vertical para cima, trabalhado no grupo de questões anteriores (1 a 4). Isso revela uma maior dificuldade na compreensão desse movimento.

Já no pós-teste obtivemos um número bem considerável de respostas corretas, totalizando 77,8% das repostas, mostrando que quando se estuda a evolução do conceito, se consegue fazer essa diferenciação do movimento do corpo com a ação das forças.

Questão 6 – (representação da(s) força(s) que atuam na bola no ponto mais alto da trajetória)

Tabela 6-Respostas referentes a questão 6 (quest. final)

	A) 	B) Iguais 	C) 	D) 	E) 
	3* (33,3%)	1 (11,2%)	0 (0%)	4 (44,4%)	1 (11,2%)
Quantidade	6*(66,7%)	0 (0%)	0 (0%)	3 (33,3%)	0 (0%)

Fonte: Dados da pesquisa.

Diante dos dados do pré-teste pode-se perceber um cenário parecido com a questão anterior, (44,4%) dos licenciandos assinalaram a letra D, onde atuam tanto uma força horizontal quanto a força peso, talvez pela questão do movimento dar continuidade nessa direção. Existe uma certa coerência com a ideia de que neste ponto a velocidade é nula, se repete assim a confusão entre os conceitos de velocidade e força. E 33,3% dos alunos responderam de forma correta. Houve também alunos que marcaram as alternativas B e E, somando um total de 22,4 %. Nota-se o entrelaçamento dos conceitos de força e movimento. Nos dados do pós-teste houve um aumento significativo com o número de respostas corretas, que foi de 66,7%, demonstrando um entendimento maior sobre esse movimento de parábola.

Questão 7 – (representação da(s) força(s) que atuam na bola que está descendo)

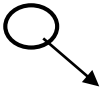
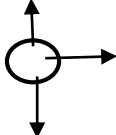
	A)	B)	C)	D)	E)
					
Quantidade	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	5 (55,6%)	4*(44,4%)
	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (11,1%)	8*(88,9%)

Tabela 7-Respostas referentes a questão 7 (quest. final)

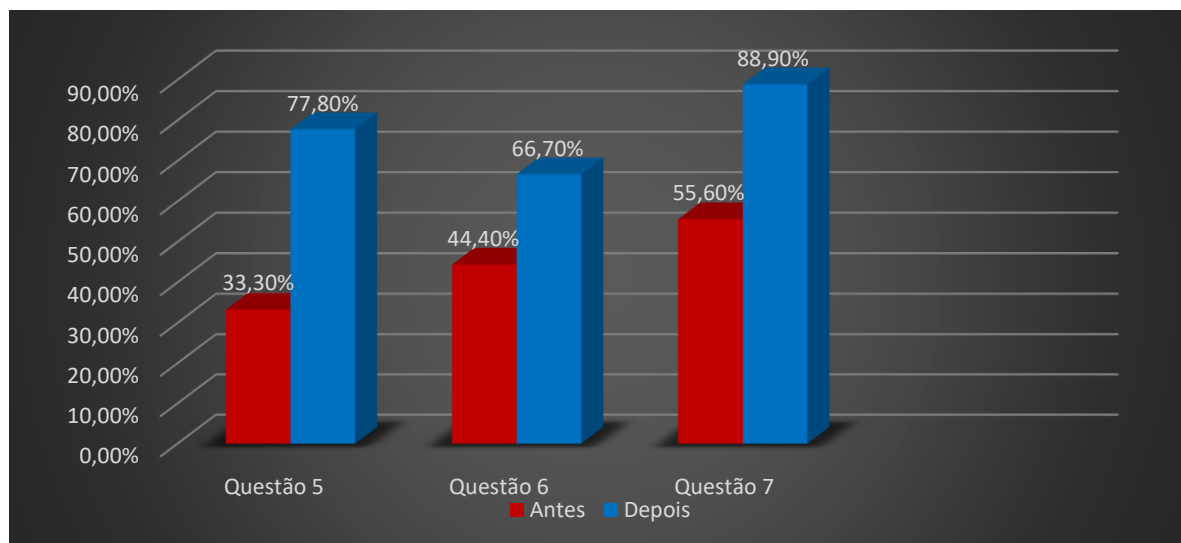
Fonte: Dados da pesquisa.

A tabela acima reforça a ideia de que os alunos no pré-teste tendem a associar a força ao sentido do movimento. Um total de 55,6% dos alunos apontou a ação de uma força na direção do deslocamento, reforçando a ideia dos resultados das questões anteriores. Um total de 44,4% acertaram a opção correta.

No pós-teste houve uma aumento de respostas corretas de 88,9%, reforçando a premissa de que estudar o assunto de inércia balizada na História da Ciência, consegue-se distinguir o movimento de um corpo com as forças que atuam no mesmo.

Abaixo está representado em um gráfico o total de respostas certas, apresentando os valores totais comparando o percentual de respostas corretas para o questionário inicial e final, para a bloco II de questões.

Gráfico 1-Respostas corretas antes e depois do bloco II de questões



Fonte: Dados da pesquisa.

O conteúdo de lançamento oblíquo se torna de mais difícil compreensão, pela questão do conjunto de movimentos. Neste segundo bloco de questões, ficou mais perceptível que os alunos façam a associação do movimento à ação de uma força externa (a quantidade erros nesse bloco ainda foi superior a do bloco anterior).

Assim como ocorrido no bloco anterior, o gráfico nos traz uma visão panorâmica sobre o aumento das respostas corretas. É possível que os alunos tenham sido influenciados pelas aulas e que estejam compreendendo melhor a relação força e movimento. Embora a melhora tenha sido perceptível, ainda é considerado um alto o índice de erros nesse bloco.

Questão 8 – Sobre plano inclinado

Essa pergunta ela é composta de 3 subitens, sendo representados pelas letras A, B e C, essa questão traz a ideia do movimento no plano inclinado, no subitem A é solicitado ao aluno para identificar a altura máxima atingida pela bola. No subitem B é solicitado ao aluno que com a modificação da inclinação indicasse a altura que bolinha atingiria, e finalmente no último subitem, representado pela letra C, retira-se a inclinação do plano e é solicitado ao aluno que indique até que ponto a esfera atingiria.

Tabela 8-Respostas à questão 8 subitem a (quest. final)

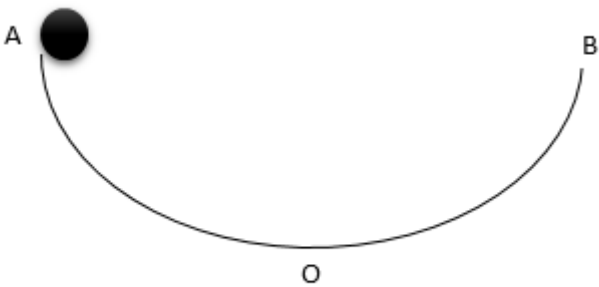


Fig. A

Localização	Igual	Acima	Abaixo
Quantidade	9* (100%)	0 (0%)	0 (0%)
	9* (100%)	0 (0%)	0 (0%)

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 9-Respostas referentes a questão 8 Subitem B (quest. final)

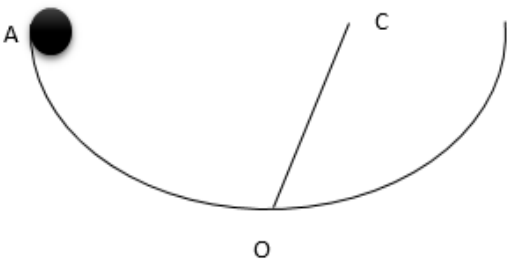


Fig. B

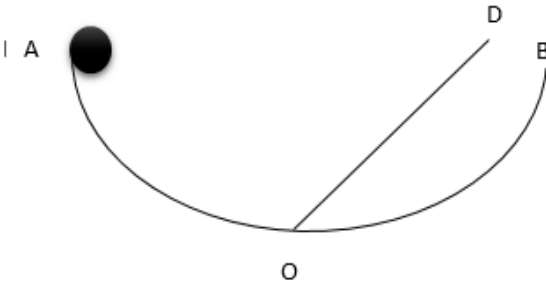


Fig. C

Localização	Igual	Acima	Abaixo
Quantidade Fig. B	*4 (44,4%)	0 (0%)	5 (55,6%)
	7* (77,8%)	0 (0%)	2 (22,2%)
Quantidade Fig. C	*2 (22,2%)	2 (22,2%)	5 (55,6%)
	6* (66,7%)	1 (11,1%)	2 (22,2%)
Total	5 (55,6%)	2 (11,2%)	10 (55,5%)
	13* (72,2%)	1 (5,6%)	4 (22,2%)

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 10-Respostas referentes a questão 8 Subitem C (quest. final)

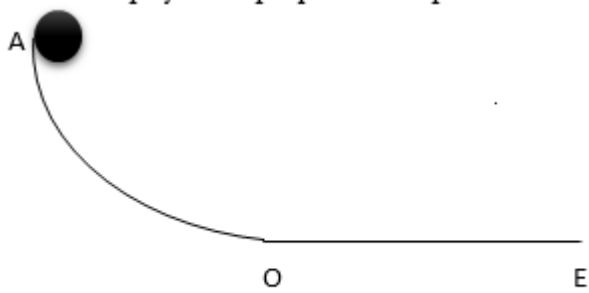


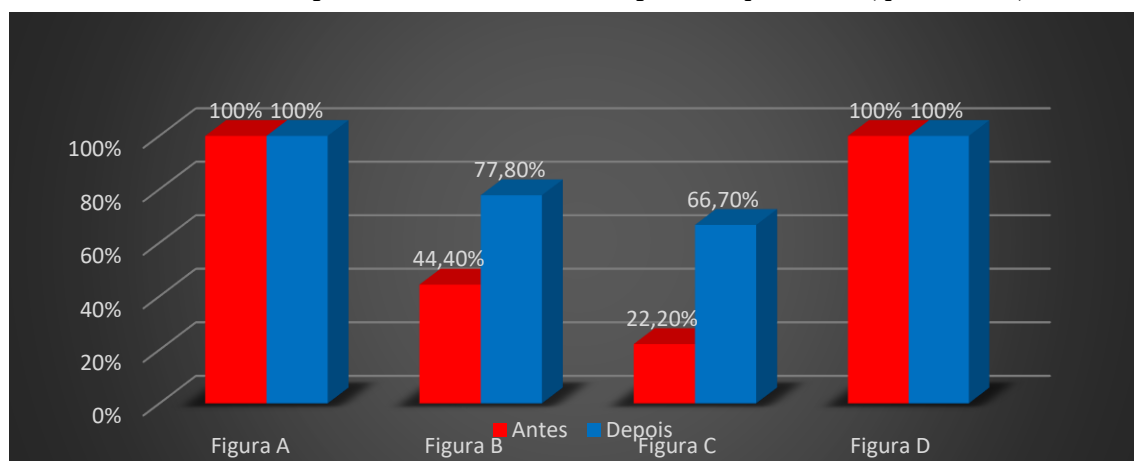
Fig. D

Localização	Igual	Acima	Abaixo
Quantidade	9* (100%)	0 (0%)	0 (0%)
	9* (100%)	0 (0%)	0 (0%)

Fonte: Dados da pesquisa.

O gráfico abaixo mostra de forma mais panorâmica as respostas corretas no questionário inicial (antes) e no questionário final (depois), relativos a questão 8.

Gráfico 2-Respostas corretas antes e depois da questão 8 (quest. final)



Fonte: Dados da pesquisa.

Diante da análise do gráfico, fica nítido o aumento de respostas corretas em relação ao questionário inicial, como também em relação aos blocos anteriores de questões. Entretanto algumas justificativas das respostas (questionário inicial), uma boa parte ressaltou a conservação de energia e atrito, como também a questão do ângulo formado para o movimento da esfera. Já no questionário final a maioria das justificativas é a inércia, Esse fato é um indicativo de que os alunos podem ter sido influenciados pelas aulas.

Conquanto, a inércia seja um conteúdo visto tanto no Ensino Fundamental (9ºano), logo em seguida é trabalhado no Ensino Médio, no 1º ano, de forma mais completa, o questionário inicial demonstrou que os alunos mesmo finalizando o curso de Licenciatura em Física, ainda traziam elementos de concepções alternativas (senso comum), como embasa Martins (2001).

Mostrando que a inércia é um conteúdo mais complexo e de mais difícil compreensão. Ficou claro o aumento do número de acertos, em todas as questões, inclusive nas justificativas apresentadas pelos alunos, que devem ter sido influenciados pela sequência didática aplicada.

9 Considerações Finais

A análise das respostas do questionário cognitivo permitiu concluir sobre a importância da intervenção e delinear objetivos cognitivos claros, assim como levou a buscar mais bibliografia a respeito do tema. Como também traçou um panorama sobre como a dimensão cognitiva dos alunos se apresenta de forma mais limitada quando se trata do conceito de inércia, mostrando alguns erros de senso comum que se torna algo preocupante para um aluno que se encontra no último semestre da licenciatura. E que essa visão limitada da ciência será transferida para seus alunos, dificultando assim o desenvolvimento crítico e questionador dos discentes. Diante das análises das respostas do questionário epistemológico pode-se concluir que a visão desses futuros docentes sobre a educação ainda é uma replicação dos métodos dos professores que passaram por esses alunos durante sua vida escolar, como a tendência a aula tradicional expositiva, resolução de lista de exercícios, aplicação da prova como diagnóstico cognitivo.

Desta forma, vale destacarmos do conjunto de resultados anteriores, que todos foram condizentes com as hipóteses levantadas previamente no momento da concepção da sequência didática. Tais hipóteses foram satisfatoriamente validadas ao final da análise e avaliação dos resultados.

Doravante as etapas de estruturação da pesquisa: fundamentação histórica e epistemológica da física, concepção e elaboração da sequência didática, experimentação, análise e validação dos resultados, nos deram subsídios a considerarmos que conseguimos com a pesquisa:

- Ampliar a discussão sobre uma didática da física, como também sobre a formação inicial dos professores de física.
- Fazer uma relação da História da Ciência com o conceito de inércia, e mostrar que esse tipo de metodologia pode melhorar a formação dos professores de física.
- Utilizar a ED de formação que foi criada para o uso na didática da matemática, mostrar que esta metodologia é interdisciplinar e que pode ser utilizada em qualquer área.

- Evidenciar que distintamente das concepções que costumam dominar o locus acadêmico, dando conta de episódios da História da Física, exploramos ideias e concepções que retratam e evidenciam a evolução progressiva de um conceito até os dias atuais.
- Modificar a concepção dos licenciandos de uma ciência linear, e que esta não sofre influência de fatores externos.
- Criar uma sequência didática com base na História da Ciência e mostrar que esta pode ser utilizada tanto no locus acadêmico, quanto na educação básica, com as adaptações concernentes a cada nível escolar.
- Proporcionar aos licenciandos uma visão diferente e alternativa do uso de ferramentas metodológicas, para ensinar os conceitos de uma forma mais crítica e verdadeira.

Fundamentados nas considerações anteriores, destacamos que estas apresentam elementos suficientes à caracterização do alcance do objetivo geral da pesquisa na medida em que conseguimos aplicar a ED na formação inicial dos professores de física, embasados na História da Ciência para elaborar uma sequência didática para a compreensão do conceito de inércia.

A finalidade foi também de contribuir para o ensino de física aspecto conceitual e fazer essa análise na formação inicial de professores de física, como também, permitir a inserção da História da Ciência, além de contribuir com a produção de material para o aluno, abordando o desenvolvimento histórico do conceito de inércia.

Referências

- ALMOULOU, S. A; SILVA, M. J. F. **Engenharia Didática: Evolução e Diversidade**; Florianópolis, v. 7, n.2, p. 26 –27, 2012
- ARTIGUE, M. **Engenharia Didática**. In: BRUN, J. (Org.). Didática das matemáticas. Tradução de M. J. Figueiredo. Lisboa: Instituto Piaget, 1996. p. 193-217.
- BELTRAN; SAITO; TRINDADE. **História da Ciência para Formação Inicial de Professores**. Ed. Livraria da Física, São Paulo, 2014.
- BORBA, M. de C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. 3ª edição. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.
- BROUSSEAU, G. **Introdução ao estudo das situações didáticas: conteúdos e métodos de ensino**. São Paulo: Ática, 2008.
- CHEVALLARD, Y. **La transposicion didactique, du savoir savant au savoir enseigné**, Grenoble: La pensée sauvage Éditions. 1991.
- INETEP. **INETEP - Instituto Nacional de Educação, Tecnologia e Pesquisa**, 2017. Disponível em: <<http://inetep.org.br/inetep/noticia-04.php>>. Acesso em: 25 dez. 2017.
- LABORDE, C. **Affronter la complexité des situations didactiques d'apprentissage des mathématiques en classe: défis et tentatives**. DIDASKALIA, 10(1), p. 97 – 112, 1997.

OLIVEIRA, Maria Marly de. **Sequência Didática Interativa no Processo de Formação de Professores**. Cidade: Vozes, 2013.

PAIS, L. C. **Didática da Matemática: uma análise da influência francesa**. Belo Horizonte: Autêntica, 2002

PAIS. **Didática da Matemática: Uma análise da influência francesa**. Ed. Autêntica, ed. 2ª. Belo Horizonte, 2008.

ROCHA, JFM. org. **Origens e evolução das idéias da física** [online]. Salvador: EDUFBA, 2002. ISBN 978-85-232-0878-3. Disponível em SciELO Books <<http://books.scielo.org>>.

