

# PARADIGMAS E ANOMALIAS NO ENSINO: NOÇÕES KUHNIANAS SUBSIDIANDO A COMPREENSÃO DA INTERAÇÃO ENTRE OS CORPOS POR ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS

## PARADIGMS AND ANOMALIES IN EDUCATION: CONCEPTS KUHNIAN SUPPORT THE UNDERSTANDING OF THE INTERATION BETWEEN BODIES FOR COLLEGE

*Moacir Pereira de Souza Filho<sup>1</sup>, Donizete Aparecido Buscatti Junior<sup>2</sup>, Allan Victor Ribeiro<sup>3</sup>, Sergio Luiz Bragatto Boss<sup>4</sup>, Antonio Albérico de Oliveira Andrade<sup>5</sup>*

<sup>1,2</sup>Unesp - P. Prudente, Universidade Estadual Paulista - Presidente Prudente/SP, <sup>3</sup>Unesp -Bauru, Universidade Estadual Paulista – Bauru/SP, <sup>4,5</sup>UFRB - Amargosa, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – Amargosa/BA

<sup>1</sup>*moacir@fct.unesp.br*, <sup>2</sup>*djrbuscatti@hotmail.com*, <sup>3</sup>*allan\_vr@fc.unesp.br*, <sup>4</sup>*serginho@fc.unesp.br*, <sup>5</sup>*albericoandrade@gmail.com*

### Resumo

A forma dogmática que caracteriza o ensino de física é certamente um dos fatores que mais desmotiva os estudantes. Partindo do pressuposto que a utilização adequada de história e filosofia da ciência no ensino pode mudar esse quadro, fizemos um estudo de caso envolvendo os ingressantes e os concluintes de um curso de licenciatura em Física. Os dados foram coletados na forma de respostas abertas, que buscaram avaliar a forma pela qual esses estudantes compreendiam as interações entre corpos, que podemos considerar baseada em duas teorias que teve um embate ao longo do processo histórico: *ação à distância* e *noção ou teoria de campo*. A primeira defende que não é necessário haver matéria entre dois corpos que interagem mutuamente, e a segunda, diz que a presença de matéria é uma condição fundamental. Os dados foram analisados a luz da epistemologia de Thomas Kuhn. O filósofo considera que no progresso científico surgem algumas anomalias; caso a ciência normal não consiga solucionar esses problemas, o paradigma vigente entra em crise. Essas crises provocam rupturas e revoluções podendo emergir um novo paradigma. Os resultados revelam algumas concepções referentes noção de campo, embora a maioria dos concluintes se mostrasse adeptos do modelo da ação a distância. Porém, pôde-se observar que os estudantes defendem suas posições de forma confusa. Ademais, ficou evidente nos dados, uma falta de clareza no que se refere à definição e a natureza dos campos elétrico e magnético. Provavelmente, esse fato que não teria ocorrido, caso os estudantes tivessem tido contato com o pano de fundo histórico relacionado a esta temática.

**Palavras-chave:** Ensino de Física, Eletromagnetismo, Thomas Kuhn.

### Abstract

The way that characterizes the dogmatic teaching of physics is certainly one of the factors that discourage students. Assuming that the appropriate use of history and philosophy of science in education can change that, we did a case study involving the entering and graduating from a degree course in Physics. Data were collected in the form of open questions that investigated the way in which these students understand the interactions between bodies, which can be considered based on two theories that had a clash over the historical process: action at a distance and concept or theory field. The first argues that there need be no issue between two bodies interacts, and the second says that the presence of matter is a fundamental condition. The data were analyzed in light of the epistemology of Thomas Kuhn. The philosopher believes that scientific progress in some anomalies arises, if the normal science can not solve these problems, the current paradigm is in crisis. These disruptive crises and revolutions may emerge a new paradigm. The results reveal some ideas regarding the notion of field, although most graduates proved adept model of action at a distance. However, it was observed that students defend their positions in a confused manner. Moreover, it was evident in the data, a lack of clarity regarding the definition and nature of electric and magnetic fields. Probably, this fact would not have occurred if students had been in contact with the historical background related to this issue.

**Key words:** Physics education, Electromagnetism, Thomas Kuhn

## Introdução

Uma série de fatores tem sido responsáveis pelos problemas educacionais existentes no País. Além, é claro, da precariedade na infra-estrutura física das escolas, pesquisas revelam que a culpa pela crise educacional tem recaído sobre o professor e, mais especificadamente sobre o problema de formação do professor. Além disso, outros problemas ordem política, econômica, social e cultural são responsáveis por esse quadro precário (PIMENTA, 2006).

Em relação ao ensino de ciências, o problema de formação e de atuação profissional docente, se faz presente: pedagogia tradicional “giz e lousa”; material didático desatualizado; falta de didática e interação com os estudantes e; particularmente, em relação à Física, expressões e equações sem relação com o cotidiano do aluno. A metodologia de ensino desse modelo clássico de professor pode ser resumida na frase: *substitua os valores!* As consequências deste ensino propedêutico são evidentes: o aluno resolve tudo mecanicamente, acreditando que a aplicação se dará num momento futuro.

Matthews (1995) acredita que recursos históricos e epistemológicos devem ser discutidos entre professores e alunos para que seja possível ministrar uma aula mais motivadora e de forma não dogmática. Neste sentido, consideramos adequada a reconstrução de episódios históricos a fim de que o aluno possa compreender as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade; mostrando que a ciência não é estanque, mas sim, faz parte de um desenvolvimento histórico, de uma cultura, de um mundo humano, sofrendo influências e influenciando muitos aspectos da sociedade.

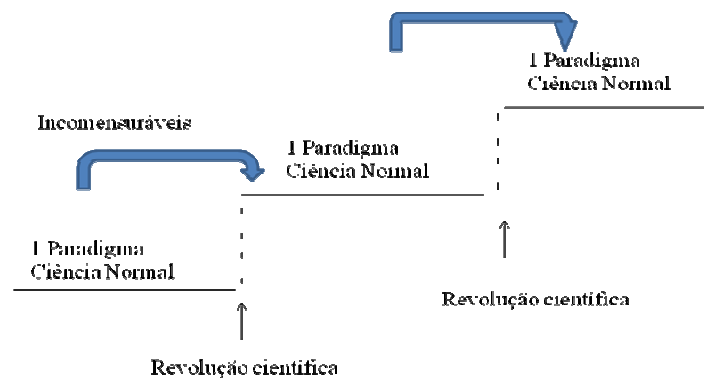
Martins (2006) enfatiza que a história das ciências apresenta uma visão a respeito da natureza da pesquisa e do desenvolvimento científico que não costumamos encontrar nos livros-texto. Assim, aceitamos a teoria do conhecimento científico sem questionar aspectos, tais como: de que maneira as teorias e os conceitos se desenvolvem? Como os cientistas trabalham? Quais idéias que aceitamos atualmente e quais foram aceitas em uma determinada época? Qual a relação entre o desenvolvimento científico e seu contexto histórico?

Tendo em vista as discussões apresentadas, nossa pesquisa teve como objetivo analisar a concepção dos estudantes acerca de um tema relevante em Física: a discussão de como

ocorre à interação entre os corpos. Houve um acirrado debate histórico entre as duas concepções, a saber: defensores da ação a distância, que afirma que corpos podem agir mutuamente na ausência de matéria e, da teoria de campo - sendo entendido como região do espaço - que sugere a presença de um meio de propagação dessa ação. O referencial epistemológico do trabalho foi a obra de Thomas Kuhn (KUHN, 1982), que nos possibilitou a análise dos dados coletados em um curso universitário, com alunos ingressantes e concluintes de um curso de licenciatura em Física.

## Elementos da epistemologia de Kuhn

Para Kuhn (1982), o progresso científico não é linear e cumulativo como aceito por algumas vertentes, ou seja, a construção da ciência não é análoga a construção de uma residência onde o conhecimento, assim como os tijolos, é acrescentado um a um, sequencialmente. A *Figura 1* ilustra como o autor considera o avanço científico.



**Figura 1** - esquema do progresso proposto por Thomas Kuhn

Para o filósofo, a *ciência normal* é caracterizada por um *paradigma* vigente, ou seja, um conjunto de crenças e valores, segundo os quais uma dada comunidade científica trabalha e acredita. O período de ciência normal caracteriza-se por essa unanimidade entre os cientistas. No entanto, podem ocorrer fatos novos. Esses fatos, sendo compatíveis com o paradigma vigente, passam a fazer parte do repertório da ciência normal. Caso contrário, os cientistas passam a trabalhar na tentativa de adequar o fato com a teoria. Essas *anomalias*, trazidas por essa nova evidência, geram uma espécie de *crise* na ciência, que o paradigma vigente tenta explicar. Essa tentativa, na maioria das vezes desesperada, de solucionar esse problema, Kuhn intitula de *quebra-cabeça*. Caso não se encontre uma explicação plausível e se esgotem todas as possibilidades da resolução dos problemas encontrados, esta crise pode culminar numa *ruptura* com o modelo ou paradigma aceito. Essa nova visão, segundo Kuhn, é geralmente apresentada por cientistas jovens, que não estão comprometidos com a ciência normal, e costumam ocorrer “da noite para o dia”. Portanto, essa mudança caracteriza-se por aquilo que Kuhn denomina *transição paradigmática* de *revolução científica*. Assim, enquanto alguns cientistas migram para o novo paradigma, outros resistem a essa mudança. É assim que, resumidamente, Kuhn considera o desenvolvimento científico.

Kuhn exemplifica alguns episódios, que segundo ele, ilustra esse desenvolvimento revolucionário: a astronomia aristotélica e ptolomaica para copernicana; a mecânica newtoniana para a einsteiniana, etc. Segundo o filósofo, é necessário abandonar certas idéias e, segundo suas palavras, “*viver em mundos diferentes*”. Ai está o conceito de incomensurabilidade, no qual, uma noção não pode ser comparada. Por exemplo, a noção de

massa é distinta entre os paradigmas newtoniano e einsteiniano: para a mecânica de Newton, a massa é absoluta; para a relatividade de Einstein, ela depende da velocidade do corpo.

A análise será baseada na ideia de *anomalias*, conceito fundamental na epistemologia kuhniana. O trabalho empírico realizado em sala de aula esteve centrado na discussão da concepção envolvendo o mecanismo de interação entre os corpos, que esteve presente no desenvolvimento científico e que discutiremos a seguir.

## Contextualização histórica referente ação entre os corpos

Uma questão que sempre intrigou os cientistas se refere à transmissão da força entre dois corpos. Pelas leis de Newton, sabemos que ao empurrarmos ou puxarmos um corpo ele se movimenta no sentido da força aplicada, onde as forças de ação e a de reação se encontram nos corpos distintos. Um exemplo corresponde ao choque das bolas de bilhar que ocorre pelo contato direto. Mas, e quando esses corpos não se tocam? Existe um meio entre eles? Maxwell questionou se haveria algum agente intermediário ou se essa intervenção ocorria num espaço vazio, sem a presença de matéria e se essa ação ocorria de maneira imediata (KRAPAS e SILVA 2007, p. 472; MAXWELL, *apud* TORT *et al.*, p. 274; SOUZA FILHO, 2009, p. 92).

Em um concerto musical, por exemplo, as vibrações mecânicas dos instrumentos musicais são transmitidas pelo ar até a platéia, com uma velocidade finita, fazendo com que vibrem os órgãos sensoriais do espectador e, ele possa apreciar a obra musical (ASSIS, 2006, p.92). Mas, a luz do sol, que corresponde a uma onda eletromagnética, precisa de um meio para se propagar, antes dessa onda luminosa atingir a Terra? Esta “viagem” ocorre instantaneamente, ou demora um tempo para se propagar?

Se colocarmos um rádio em um tubo de vácuo, podemos perceber que com a retirada do ar do interior da campânula, deixaremos de ouvir o som. Porém, se colocarmos um telefone celular, na mesma situação, ele continua sendo capaz de receber ligações, o que mostra que o som precisa de um meio para se propagar, e as ondas eletromagnéticas não.

A *ação à distância* mais famosa é a força eletrostática entre duas cargas em repouso. Ampère também explicou a interação entre dois condutores, por meio da força direta à distância, ao longo da reta que une os dois elementos de corrente (*Ibid.*, p. 99). Por outro lado, a ação da corrente elétrica sobre a agulha imantada de uma bússola, foi explicada por Oersted por meio do “conflito elétrico”, por Faraday e Maxwell por meio de “linhas físicas de força” e, pelos físicos atuais, por meio do *campo magnético* (SOUZA FILHO, 2009).

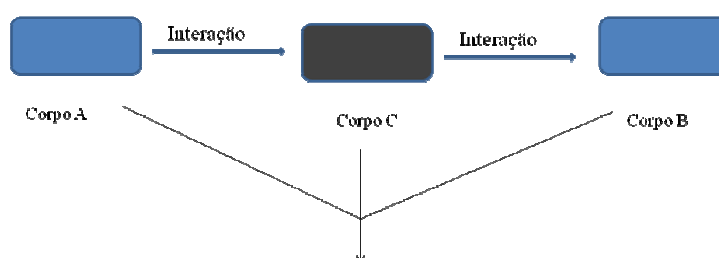
A *ação à distância* e a *noção de campo* são teorias distintas que tiveram um grande sucesso na explicação dos principais fenômenos. Maxwell considerou importante comparar esses dois métodos, para ele, radicalmente diferentes (ASSIS, 2006, p. 96; GARDELLI, 2004, p. 83). No entanto, ele foi um defensor da idéia da ação intermediada.

Segundo Assis (2006, p. 96) e Gardelli (2004, p. 23-32) Newton, durante sua vida, oscilou entre as duas opções e durante uma época foi contrário a ação a distância. Porém, no *Principia*, ele apresentou sua conhecida expressão mostrando que a matéria atrai matéria na razão direta das massas e na razão inversa do quadrado da distância, sendo essa que essa ação ocorre na linha reta que une as partículas materiais, sem a intermediação de qualquer outro agente. Posteriormente, Coulomb generalizou essa expressão para forças elétricas e magnéticas. A Figura 2 esquematiza a *ação à distância*.



**Figura 2** - diagrama da ação à distância

No entanto, Faraday sugeriu que o método da ação a distância era inadequado para explicar o experimento de Oersted e visualizou um campo de força, que podia ser demonstrado ao espalhar limalhas em torno dos corpos inter-agentes (FURIÓ; GUIASOLA, 1998, p. 514). A Figura 3 ilustra o *modelo de campo*.



**Interação mediada. sempre é necessária a presença de um meio (outro corpo) entre os que se interagem. por isso esta concepção também é conhecida como "Interação por contato"**

**Figura 3** - diagrama esquemático da teoria de campo

**Quadro 1** – Caracterização geral do modelo da ação a distância e do modelo de campo.

<b>Modelo coulombiano</b>	<b>Modelo maxwelliano</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cosmologia newtoniana – A carga é concebida como situada na própria matéria.</li> <li>• Forças elétricas e magnéticas são análogas a força gravitacional.</li> <li>• A interação elétrica entre cargas separadas é transmitida instantaneamente através do espaço onde elas estão situadas, sem a existência de um meio entre elas.</li> <li>• Estas interações elétricas são diferentes, em natureza, das forças magnéticas exercidas por ímãs. Portanto, entre elas, não é apropriado tentar relacioná-las.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cosmologia kantiana ou cartesiana – A interação elétrica ou magnética não está limitada à sua localização no substrato material, mas se estende por todo o espaço ao redor.</li> <li>• A “irradiação” da interação no espaço requer a introdução de um novo conceito: o “campo”. A associação de todos os pontos do espaço com a intensidade de campo.</li> <li>• É impossível interpretar o relacionamento entre corpos carregados sem considerar o “meio” em que a ação é transmitida. A ação não é instantânea.</li> <li>• Abre o processo de unificação de todas as interações naturais conhecidas. Interações elétricas estão relacionadas a interações magnéticas e vice-versa.</li> </ul>

A *teoria de campo*, contrariamente ao que diz a idéia de ação a distância, afirma que, para dois objetos que interage entre si, é sempre necessária a presença de um terceiro corpo entre os inter-agentes. Logo, a interação se dá exclusivamente por mediação, por isso, esse tipo de interação também pode ser denominado como *mediado* ou *por contato* (ASSIS, 2006, KRAPAS e SILVA 2007, SOUZA FILHO, 2009). Essa interação ocorre passo a passo e, portanto, não é instantânea.

Furió e Guisasola (1998) atribuem a ação a distância e a noção de campo aos cientistas Coulomb e Maxwell, respectivamente. O Quadro 1, caracteriza cada modelo.

Este trabalho tem por objetivo central, mostrar que um assunto fundamental em física, que neste caso é o de interação, pode ser trabalhado em sala de aula de uma forma não dogmática e a estimular o senso crítico e o gosto por debates, mediante os recursos históricos e epistemológicos já apresentados.

## Metodologia

A metodologia consistiu num estudo de caso, envolvendo (15) quinze alunos do ensino universitário, que cursavam o primeiro e, coincidentemente, (15) quinze que cursavam último ano do curso de Licenciatura em Física da Unesp de Presidente Prudente. O instrumento de análise foi um questionário contendo três (3) questões abertas, e que deveriam ser respondidas pelos participantes. Os questionários foram precedidos por experimentos simples (Figura 4). Os experimentos foram: empurrar e puxar uma mesa, aproximar um bastão eletrizado de bolinhas de isopor e o clássico experimento de Oersted.

O objetivo foi identificar as anomalias que surgem no pensamento do sujeito, tendo por base as anomalias que surgem nas revoluções paradigmáticas.



**Figura 4** - experimentos realizados em sala de aula

A seguir, apresentamos nosso instrumento de análise:

- 1) *Para você movimentar um objeto, é necessário você empurrar ou puxar esse objeto, ou seja, agir sobre ele. Você concorda com essa afirmação? Por quê? O objeto sempre se deslocará no sentido em que você agiu sobre ele?*
- 2) *No experimento de atração da caneta sobre as bolinhas de isopor, as bolinhas sofrem a ação antes da caneta ter encostado sobre nelas. Você considera que existe alguma coisa entre o bastão e o objeto atraído? O quê?*
- 3) *No experimento do fio e da bússola, o que existe entre eles para fazer com que a força exercida pela corrente elétrica desloque a agulha magnética da bússola? Por que a agulha da bússola se desloca perpendicular ao fio?*

O experimento de puxar ou empurrar um objeto teve por objetivo reforçar o paradigma da *ação por contato direto*. Posteriormente, realizou-se o experimento de eletrização. As

bolinhas de isopor foram atraídas antes que houvesse contato. Há neste caso, uma concepção sobre a *ação a distância*. Por fim, executou-se o experimento de Oersted, que se baseia na ideia que existe um campo ao redor do fio condutor que atua sobre a agulha magnética.

## **Análise dos resultados**

A Tabela 1 apresenta os dados referentes às respostas dos alunos ingressantes e concluintes do curso de licenciatura em Física. Ela apresenta o resultado das questões, enquadradas nas categorias que elaboramos. Foram elaboradas três categorias para cada questão, que são expressas na tabela que segue. As categorias são: corretas; incorretas, mas consistente e; incorretas e inconsistente. Para enquadrarmos as respostas nas respectivas categorias, analisamos os dados e verificamos que alguns alunos responderam as questões conforme o modelo aceito pela comunidade científica; outros, que apesar de suas respostas estarem incoerentes, havia certa consistência e; por fim, encontramos algumas respostas que não faziam sentido e que por isso foram enquadrados com incorretas e inconsistentes.

Somente para exemplificar, apresentaremos alguns exemplos:

### Questão 1

Corretas: *Sim. (...) se o corpo for móvel como uma mesa ou cadeira ele se deslocará no sentido da força aplicada. (...) se for imóvel como uma parede, não haverá deslocamento.*

Incorretas, mas consistente: *Para que um objeto se desloque é necessário que se aplique uma força maior que a força peso (...) ele pode atingir o local que queremos por trajetórias diferentes. Há outras maneiras de deslocar o objeto sem tocá-lo.*

Incorretas e inconsistente: Não houve, nem para alunos ingressantes, nem para os concluintes.

### Questão 2

Corretas: *Não há necessidade da existência de algo material. Apenas o espaço. Neste caso, a força elétrica prevê a existência de cargas elétricas em ambos os objetos.*

Incorretas, mas consistente: *Sim. O ar.*

Incorretas e inconsistente: *Sim. Considero que haja uma atração magnética para [os corpos] se atraírem.*

### Questão 3

Corretas: *A agulha magnética da bússola é inicialmente orientada pelo campo magnético da Terra. Mas, quando ela se aproxima do fio eletrizado, ela é reorientada pelo campo magnético do fio.*

Incorretas, mas consistente: *Porque o vetor campo magnético é perpendicular ao vetor velocidade e a corrente elétrica.*

Incorretas e inconsistente: *O ponteiro da bússola se move no sentido da corrente por causa do campo liberado pelo fio.*

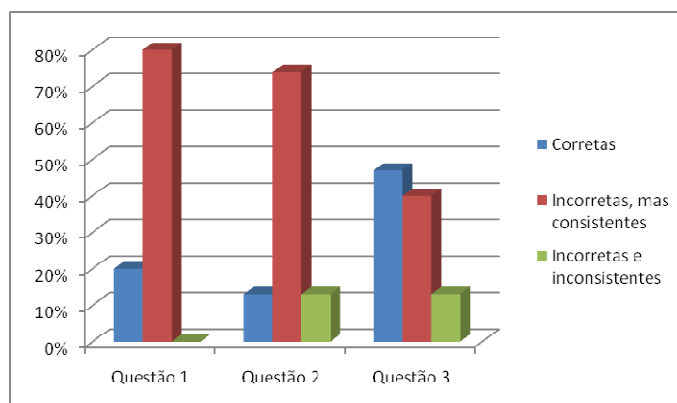
No Gráfico 1 e 2 não foram observadas respostas totalmente equivocadas para a questão 1. Partindo do pressuposto de que esses alunos já estudaram em algum momento as forças gravitacionais, era de se esperar que ao menos esses alunos considerassem que a ato de movimentar objetos implica em contato direto (empurrar/puxar). Embora esses estudantes tiveram alguma dificuldade de explicar corretamente esta questão, trata-se de uma experiência vivenciada no cotidiano. Mesmo assim, os alunos concluintes tiveram um maior número de acerto e, talvez o curso tenha contribuído para isso.

**Tabela 1** – Número de alunos (questão x categorias)

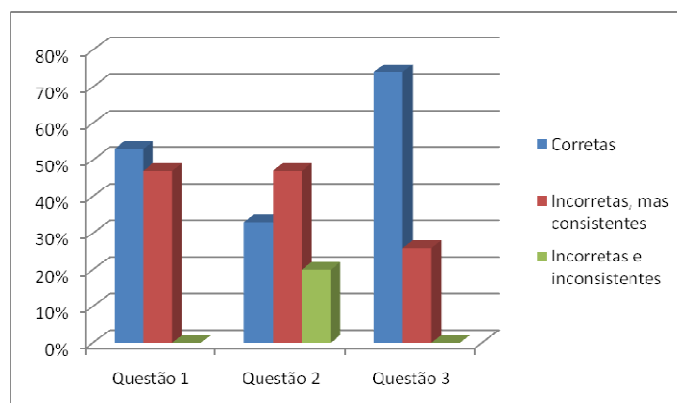
Questão	Alunos ingressantes			Alunos concluintes		
	Corretas	Incorretas, mas consistente	Incorretas e inconsistente	Corretas	Incorretas, mas consistente	Incorretas e inconsistente
1	3	12	-	8	7	-
2	2	11	2	5	7	3
3	7	6	2	11	4	-

Em relação à questão 2, não há uma diferença visível entre os alunos ingressantes e os concluintes, pois embora o número de questões corretas seja maior para os concluintes, as respostas inconsistente também são. A análise das respostas mostrou alto índice de inconsistência e confusão, o que evidencia a carência de um entendimento pleno do conceito. Nesse sentido, os alunos são capazes, naturalmente, de resolver problemas de diversos tipos. Contudo, esses alunos possuem baixa clareza no que se refere à natureza do campo elétrico, inclusive com respeito a sua própria definição e condição de existência, o que é essencial para uma pessoa que irá lecionar esse assunto. A maneira como ocorre a atração elétrica ainda é meio confusa para esses alunos. Muitos ficam divididos entre as duas concepções: a *ação a distância* e a *noção de campo*.

**Gráfico 1** – Alunos ingressantes



**Gráfico 2** – Alunos concluintes



Pôde observar que a ideia de que existe um campo magnético ao redor do fio esteve bastante presente nas respostas dos licenciandos. Neste sentido os estudantes concluintes se sobressaíram com as respostas mais coerentes. A análise das respostas dadas para a *questão 3*, forneceram fortes evidências de uma mudança paradigmática com respeito a compreensão das interação.

Os dados apresentados revelam que a concepção por contato direto (questão 1) está presente nos alunos universitários. Não foram observadas respostas inconsistentes. Entre os alunos ingressantes e concluintes verificamos um aumento de respostas corretas e uma consequente diminuição das respostas incorretas, mas consistentes. Em relação à ação a distância (questão 2) começa a haver algumas anomalias verificada pela presença de respostas incorretas e inconsistente, e também pela diminuição das respostas corretas. A noção de campo (questão 3) está fortemente presente principalmente nos estudantes concluintes, fato que pode ser inferido pela maior porcentagem de respostas corretas.

Outro ponto a se ressaltar foi o fato de que nenhum aluno teve conhecimento do debate histórico acerca das interações, o que muito provavelmente, influenciaria de forma positiva na compreensão do assunto.

## Considerações Finais

Grande parte dos estudantes, em especial os calouros, incorpora a concepção de que toda força é mediada de forma direta (ciência normal). Trata-se de um paradigma vigente, pois os outros experimentos (bastão/bolinhas de isopor e o fio/bússola) não foram capazes de afetar por completo a sua validade. Termos sobre a *ação a distância e concepção de campo* fazem parte do vocabulário dos sujeitos, mas, não existe por parte deles um pleno entendimento, como evidenciaram os dados coletados. Enfatizamos que os referidos estudantes são, provavelmente, capazes de resolver vários problemas de livros técnicos envolvendo campo elétrico e magnético, entretanto foi detectada uma ausência de consistência na forma pela qual os mesmos compreendem o modo que se dá uma interação, empecilho que não existiria se, em algum momento eles tivessem conhecimento do contexto histórico que gerou as concepções em torno destes conceitos.

Com os experimentos realizados e as questões que serviram como ponto de reflexão, o conceito “força” ganhou um novo significado, tanto no que se refere ao espaço entre os corpos, quanto à direção em que esta força atua. Essa nova visão certamente se mostrará relevante quando os sujeitos forem lecionar este assunto nas escolas.

## Referências

ASSIS, A. K. T. Interações na Física – Ação à distância versus ação por contato. In: *Estudos de História e Filosofia das Ciências: Subsídios para Aplicação no Ensino*, C. C. Silva (Org.), (Editora Livraria da Física, São Paulo, 2006), pp. 87-102.

FURIÓ, C.; GUIASOLA, J. Difficulties in Learning the Concept of Electric Field. *Science Education*, v. 82, n. 4, p. 511-526, 1998.

GARDELLI, D. *Concepções de interação física: subsídios para uma abordagem do assunto no ensino médio*. 2004. 127f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Faculdade de Educação – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

KUHN, T. *As estruturas da revolução científicas*, Perspectiva: São Paulo, 1982.

MARTINS, R. A. Introdução: a História das Ciências e seus usos na educação. In: SILVA, C. C. (Org.). *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

MATTEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*. v.12, n. 3, p. 164-214, 1995.

PIMENTA, S. G. Professor reflexivo: construindo uma crítica. In: *Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito*. Selma Garrido Pimenta e Evandro Ghedin (ORG), 4<sup>a</sup>. ed., São Paulo: Cortez, 2006.

SILVA, M. C.; KRAPAS, S. Controvérsia ação a distancia/ação mediada: abordagens didáticas para o ensino da interações físicas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 3, p. 471-479, 2007.

SOUZA FILHO, M. P. *O erro em sala de aula: subsídios para o ensino do eletromagnetismo*. 2009. 229f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2009.

TORT A. C.; CUNHA, M. C.; ASSIS, A. K. T., Uma tradução comentada de um texto de Maxwell sobre a ação a distancia. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 26, n. 3, p. 273-282, 2004.