

CONCEPTUAL PROFILE OF FORCE: AN ANALYSIS OF DISCURSIVE INTERACTIONS IN THE CLASSROOM USING ACTIVE METHODOLOGIES

M. D. M. SOUSA, M. N. COELHO*

Programa de Pós-Graduação em Ensino, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0324-4126>
marcelo.coelho@ifrn.edu.br*

Submetido 14/01/2023 - Aceito 17/08/2023

DOI: 10.15628/holos.2023.15539

ABSTRACT

This research analyzes the evolution of the conceptual profile of force of high school students at the Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN, campus Mossoró, when submitted to a didactic sequence based on active methodology. We integrated the Conceptual Profile Theory to a discourse analytical structure tool, allowing to follow the interactions and dynamics of the conceptual profile of the students throughout the production and dialogic

exchange of meanings. Data were collected through: two questionnaires, which were categorized according to the zones of a conceptual profile model of force; logbook; and video recordings of the classes. We selected and analyzed some teaching episodes. With the results achieved, we infer that the teaching proposal based on active methodology favored interactions and the evolution of the conceptual profile of the physical concept of force in the classroom.

KEYWORDS: Conceptual Profile of Force, Active Methodologies, Discourse Analysis in the Classroom

PERFIL CONCEITUAL DA FORÇA: UMA ANÁLISE DAS INTERAÇÕES DISCURSIVAS EM SALA DE AULA COM O USO DE METODOLOGIAS ATIVAS

RESUMO

Esta pesquisa analisa a evolução do perfil conceitual de Força de alunos do Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN, campus Mossoró, quando submetidos a uma sequência didática baseada em metodologia ativa. Integramos a Teoria do Perfil Conceitual a uma ferramenta de estrutura analítica do discurso, permitindo acompanhar as interações e dinâmicas do perfil conceitual dos alunos ao longo da produção e troca dialógica de significados. Os dados foram coletados por

meio de: dois questionários, os quais foram categorizados de acordo com as zonas de um modelo de perfil conceitual de Força; diário de bordo; e gravações em vídeo das aulas. Selecionamos e analisamos alguns episódios de ensino. Com os resultados alcançados, inferimos que a proposta de ensino baseada na metodologia ativa favoreceu as interações e a evolução do perfil conceitual do conceito físico de Força em sala de aula.

PALAVRAS-CHAVE: Perfil Conceitual de Força, Metodologias Ativas, Análise do discurso em sala de aula.

1 INTRODUÇÃO

Ensinar ciências, em especial Física, é tarefa complexa. Exige que olhemos para três dimensões distintas e complementares: *conceitos*, *procedimentos* e *atitudes*. Cada uma dessas dimensões, sozinha, é insuficiente para cumprir a missão de educar cientificamente, mas, juntas, elas possibilitam a constituição de um sujeito capaz de participar ativamente da sociedade a qual pertence.

É, entretanto, inegável que, dados os modelos de formação de professores vigentes, o ensino de Física ainda se resume, quase que exclusivamente, ao ensino de conceitos. Portanto, frustra observarmos que, apesar da importância que damos à essa dimensão conceitual do ensino, ainda não obtemos os resultados que desejamos. O que se percebe e é vivenciado por muitos professores é que “[...] a maioria dos alunos não aprendem a ciência que lhes é ensinada” (Pozo & Crespo, 2009, p. 15).

Na esteira das críticas, quando se fala efetivamente do espaço da sala de aula, muitas recaem sobre o famigerado “Modelo Tradicional de Ensino”, qual seja aquele modelo de ensino em que o discente tem sua participação reduzida ao recebimento de informações prontas e acabadas concedidas generosamente pelo professor – o modelo de educação bancária de que tanto falou Freire (1997). Característica central desse modelo é o fato de imputar ao discente um caráter de *tábula rasa*. Ao professor adepto, cabe, portanto, “escrever” nessa lousa branca tudo aquilo de que ele pretende que o aluno se apodere.

Muitos estudos, entretanto, principalmente iniciados na segunda metade do século XX, (Tiberghien, 1985; Driver, 1989; Driver, Guesne & Tiberghien, 1992), apontam para a falácia da *tábula rasa* e afirmam categoricamente que os discentes têm ideias próprias que, de alguma forma, precisam ser levadas em conta durante o processo de ensino e aprendizagem - essas Concepções Alternativas têm origens sensorial, cultural e escolar (Pozo & Crespo, 2009). Assim, sendo o discente não é uma *tábula rasa*, mas, em vez disso, uma grande lousa já toda rabiscada com ideias próprias, começam a surgir teorias e modelos (Teoria da Aprendizagem Significativa, Modelo de Mudança Conceitual e Teoria do Perfil Conceitual) que visam pensar o processo de ensino e aprendizagem partindo das concepções alternativas. Em paralelo, emergem também novos métodos de ensino

que buscam tornar a sala de aula um ambiente mais atrativo e favorável para a realização desse processo - são as Metodologias Ativas (Fagen *et al.*, 2002; Malheiro & Diniz, 2008; Marques *et al.*, 2018; Jorge Benevides *et al.*, 2021; Rojas-de-Gracia *et al.*, 2022).

O que apresentaremos nesse texto é o resultado de um estudo que, usando como suporte a Teoria do Perfil Conceitual (Mortimer, 1995), buscou analisar a construção do conceito físico de Força em aulas baseadas em Metodologias Ativas. Diante disso, surge a questão que orienta este trabalho, a saber: É possível que uma proposta de ensino baseada em Metodologias Ativas favoreça as interações e a evolução do perfil conceitual do conceito físico de “Força” em sala de aula? Para responder a esse questionamento, traçamos o seguinte objetivo geral: Analisar a evolução do perfil conceitual de Força de alunos submetidos a uma sequência didática baseada em Metodologias Ativas no discurso de sala de aula. Para viabilizar esse objetivo, buscamos: i) conhecer e analisar o perfil conceitual prévio, do conceito físico de Força, de alunos da primeira série do ensino médio; ii) observar a aplicação de uma sequência didática - Unidade de Aprendizagem Ativa (UAA) (Coelho, 2019) – na disciplina de Física; e iii) avaliar as interações discursivas e verificar a evolução do perfil conceitual de Força a partir da UAA.

2 TEORIA DO PERFIL CONCEITUAL

É possível pensarmos a relação entre o que o aluno sabe (suas concepções alternativas) e o que se pretende ensinar (conhecimento cientificamente aceito) a partir de três perspectivas distintas: i) as concepções alternativas do discente e o conhecimento cientificamente aceito têm a mesma natureza epistemológica, ontológica e conceitual. São, portanto, compatíveis. Nessa perspectiva, ensinar ciências seria um simples processo de treinar o aluno nos métodos da ciência. Essa forma de pensar é muito próxima ao que subjaz à Teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel, 1982); ii) as concepções alternativas do discente e o conhecimento cientificamente aceito têm natureza epistemológica, ontológica e conceitual distintas. Não são, portanto, compatíveis. Nessa perspectiva, ensinar ciências significa extinguir as concepções alternativas e substituí-las por aquelas cientificamente aceitas. Essa forma de pensar é o que embasa o Modelo de Mudança

Conceitual (Posner *et al.*, 1982); e, por último, iii) as concepções alternativas do discente e o conhecimento cientificamente aceito podem ser integrados hierarquicamente segundo sua utilidade contextual. Nessa perspectiva, ensinar ciências significa ampliar os significados das suas concepções alternativas (para incluir as concepções cientificamente aceitas) e dar aos alunos condições metacognitivas para compreender o contexto e selecionar o significado mais adequado para uso do conceito. Essa forma de pensar está na base da Teoria do Perfil Conceitual (Mortimer, 1995).

Considerado como o primeiro estágio da hipótese da integração hierárquica, tem-se a ideia de independência ou uso do conhecimento segundo o contexto. De acordo com ela, não é preciso que o aluno ignore os seus conhecimentos comuns e nem há necessidade de uma mudança conceitual. Há, em vez disso, a necessidade de que o sujeito tome conhecimento (explícite), por meio de um processo metacognitivo de seus supostos epistemológicos, ontológicos e conceituais, a fim de que possa decidir quando usar tais conhecimentos de acordo com o que o contexto solicita, aprendendo a ativá-los no momento oportuno (Sousa, 2022, p. 18).

Foi pensando assim que Mortimer (1995), partindo da ideia de Perfil Epistemológico de Bachelard (1940), construiu a noção de Perfil Conceitual. Tal noção busca e defende que se pode ver e representar o mundo de diversas formas devido a persistência das concepções alternativas.

As pesquisas sobre aprendizagem conceitual revelaram a força e a persistência das concepções alternativas. Por um lado, sua força impede que a subsunção funcione da maneira proposta por Ausubel (Ausubel, 2003) em sua Teoria da Aprendizagem Significativa. O que vários estudos mostraram (Inhelder & Piaget, 2003; Pozo & Crespo, 2009) era que o caráter estrutural dos conhecimentos prévios e a força dessa estrutura, modificava os novos conhecimentos e os reinterpretava nos termos dos conhecimentos prévios e não o contrário como Ausubel propunha.

Por outro lado, a persistência das concepções alternativas impede que elas possam ser simplesmente substituídas por conhecimentos cientificamente aceitos como propunha o Modelo de Mudança Conceitual, mesmo em casos de intensa especialização. Nesse contexto, surgem correntes de pensamento que buscam compreender a aprendizagem como uma integração das duas formas de saber (Mortimer, 1995; Pozo & Crespo, 2009). De acordo com estas ideias, aprender

é adquirir novos significados para os conceitos sem que, com isso, tenha que renunciar aos significados adquiridos previamente.

A Teoria de Perfis Conceituais surge nesse cenário, baseando-se na ideia de Perfil Epistemológico desenvolvida por Gaston Bachelard (1978). Para este,

[...] uma psicologia do espírito científico deveria esboçar aquilo a que chamaremos o perfil epistemológico das diversas conceitualizações. Seria através de um tal perfil mental que poderia medir-se a ação psicológica das diversas filosofias na obra do conhecimento. [...] Insistimos no fato de um perfil epistemológico dever sempre referir-se a um conceito designado, de ele apenas ser válido para um espírito particular que se examina num estágio particular da sua cultura. É essa dupla particularização que torna um perfil epistemológico interessante para uma psicologia do espírito científico (p. 25).

A ideia de Bachelard é de que não é possível explicar a riqueza do pensamento conceitual a partir de uma única corrente filosófica (realismo ingênuo, empirismo claro e positivista, racionalismo clássico, racionalismo complexo, racionalismo discursivo/dialético). Para ele, cada indivíduo, para cada conceito, possui um perfil epistemológico onde matizes de cada uma dessas correntes filosóficas (em menor ou maior intensidade) contribuem para todo o espectro de significação do conceito.

É baseado nisso que Mortimer (1995) desenvolve a ideia de Perfil Conceitual.

Para ele, o perfil conceitual de um determinado conceito, na visão de cada indivíduo, pode estar relacionado a vários contextos e apresentar características diversas, de maneira que qualquer indivíduo pode sim possuir várias concepções de compreensão da realidade, que poderá ser usada em contextos e situações que considera conveniente (Sousa, 2022, p. 21).

Mortimer (1995, p. 273) define o termo “perfil conceitual” como um “sistema supraindividual de formas de pensamento” no qual cada indivíduo vai obter o seu próprio

significado para determinado conceito/ação, gerando várias representações que se relacionam com o que chamou de zonas do perfil. Ou seja, os “modos de falar” de cada indivíduo (Mortimer, 1995) são individuais e únicos e, entretanto, há regularidades epistemológicas, ontológicas e conceituais que nos permitem agrupar esses modos de falar e de pensar em zonas de um perfil conceitual.

Dessa forma, a aprendizagem de física consistiria em fazer evoluir o perfil de concepções dos estudantes. Nesse sentido, novas ideias vão sendo adquiridas no processo de ensino aprendizagem, gerando um entrelaçamento entre as ideias do cotidiano (concepções alternativas) e as ideias científicas.

A principal diferença entre a noção de perfil epistemológico de Bachelard e de perfil conceitual de Mortimer é que, para este, “[...] seus níveis ‘pré-científicos’ não são determinados por escolas filosóficas de pensamento, mas pelos compromissos epistemológicos, ontológicos dos indivíduos” (Mortimer, 2000. p. 78).

Assim, a elucidação dos perfis conceituais dos alunos tem como objetivo a estruturação das ideias e concepções dos indivíduos em diversas zonas que representam diferentes modos de definir e discutir determinado conceito, bem como os princípios epistemológicos e ontológicos que os levaram a construir estes perfis. Cada uma dessas zonas de perfil corresponde a uma forma de pensar e falar sobre a representação da realidade, que convive com outras formas diferentes num mesmo indivíduo. O perfil conceitual pode se constituir num instrumento auxiliador para planejamento e análise do ensino de ciências (Sousa, 2022, p. 21).

Dessa forma, a partir dele, os obstáculos à aprendizagem dos conceitos científicos podem ser identificados e trabalhados em sala de aula (Almeida Guimarães *et al.*, 2023) numa visão de aprendizagem de ciências como evolução de perfis conceituais, onde o aluno não necessariamente tenha que abandonar as suas ideias e concepções ao aprender novas ideias aceitas cientificamente, mas sim tornar-se consciente das diversas zonas existentes e da relação entre elas nos mais diferentes tipos de contextos e situações.

2.1 Um Modelo para o Perfil Conceitual de Força

Nesta seção será apresentado um modelo de perfil conceitual para o conceito físico de Força, presente na literatura. Radé (2005) construiu tal perfil conceitual como sendo constituído por

oito categorias. Estas categorias representam as diferentes zonas do perfil conceitual elaboradas a partir de uma matriz epistemológica conforme foi estabelecido por Santos (2005). Tal matriz apresenta uma perspectiva histórico-epistemológica do conceito segundo Jammer (1957), psicogenética-desenvolvimental conforme Piaget (1973) e psicogenético-histórico conforme Piaget e Garcia (1983) e, também, uma perspectiva das concepções alternativas do conceito segundo pesquisas realizadas na área.

É importante destacar que, a partir da análise das perspectivas mencionadas que compõem a matriz epistemológica e do objetivo de promover um panorama representativo do conceito de Força mediante os vieses epistemológicos e ontológicos, Radé (2005) identificou as seguintes zonas para o conceito de Força:

I: noção de Força originada da percepção de nosso esforço físico, muscular; antropomórfica, animista; indistinta de energia, esforço, trabalho, potência, poder e movimento; II: Força dual (opostos em conflito), reguladora, de origem divina, inerente à matéria, atuando por contato; III: Força como 'simpatia' (atração dos semelhantes), corpórea, inerente ao objeto, de natureza ou origem divina, agindo à distância. Resistência ao movimento do objeto como Força (*vis resistiva*); IV: Força de ordem imaterial, passível de formalização matemática. Força como sequência de impulsos instantâneos, externos, que se somam. Força centrífuga, real, como reguladora do movimento circular dos corpos; V: Força como conceito apriorístico. Força como propriedade de resistência inerente à matéria (inércia) ou como Força impressa por ação externa, esta vetorial, componível segundo a regra do paralelogramo, agente causal da aceleração, agindo em pares de ação e reação, possivelmente à distância, mas através de espíritos etéreos, formando um 'campo de Forças'; VI: Forças como trocas de partículas virtuais (píon, fóton, W/Z e gráviton), na Mecânica Quântica; VII: Força na Relatividade Restrita análoga à Força newtoniana, relacionando-se, porém com a massa relativística, dependente da velocidade, e não a massa inercial, de repouso. No entanto, a aceleração não é, em geral, codirecional à Força e a ação a distância não é instantânea, mas propaga-se limitada pela velocidade da luz; e VIII: Força como o desvio do corpo de seu percurso natural (geodésica) no espaço-tempo, na Relatividade Geral.

A partir dessa caracterização, podemos compreender modos de pensar e falar dos discentes relacionados ao conceito físico de Força. Conhecer essa riqueza de significados permite aos professores "elaborar um planejamento de ensino mais eficaz, facilitando sua tarefa no sentido de

fazer o aluno evoluir para categorias de poder explanatório sucessivamente crescente, do conceito de Força, sob o ponto de vista da ciência” (Radé, 2005).

2.2 Metodologias Ativas

Metodologias Ativas é uma expressão que vem sendo constantemente utilizada para designar qualquer conjunto de práticas em sala de aula cujo objetivo principal seja retirar o aluno da sua passividade, atribuindo a ele um papel mais ativo e autônomo frente ao processo de ensino e aprendizagem.

Assim, as Metodologias Ativas são utilizadas com o objetivo “de que alunos e professores possam ter o máximo controle sobre seus processos de ensino e aprendizagem e um melhor aproveitamento dos mesmos” (Coelho, 2019, p. 204). Logo, esta concepção é caracterizada por colocar o aluno como principal agente do seu aprendizado, fazendo-o reconhecer sua importância e necessidade de participar ativamente, a fim de desenvolver uma consciência crítica, interativa e para formação integral. Para uma melhor compreensão, Coelho (2019, p. 205) destaca que as Metodologias Ativas:

[...] visam transformar o processo de ensino e aprendizagem em um ato dinâmico, onde o principal ator deixa de ser o professor. Nesse cenário, o aluno assume um papel de construtor do próprio conhecimento e o professor, o provedor dos meios e procedimentos adequados para que o aluno atinja seus objetivos.

Na literatura nacional e internacional é possível encontrar uma diversidade enorme de propostas de Metodologias Ativas (Fagen *et al.*, 2002; Malheiro & Diniz, 2008; Marques *et al.*, 2018; Jorge Benevides *et al.*, 2021; Rojas-de-Gracia *et al.*, 2022). No IFRN-Mossoró, Coelho (2019) desenvolveu a ideia de Unidades de Aprendizagem Ativa.

2.2.1 Unidades de Aprendizagem Ativa (UAA)

Uma UAA pode ser definida como sendo

um conjunto de materiais elaborados e/ou selecionados pelo professor, acompanhados de um conjunto de orientações por meio dos quais o aluno iniciará, de forma individual e, na sequência, com a orientação docente, o processo de aprendizagem do conteúdo didático que se pretende trabalhar em sala de aula (Coelho, 2019, p. 205).

Portanto, é compreensível que, em relação a elaboração da mesma, o docente volte-se ao protagonismo do estudante, visto que, em outras palavras, bem como atenta o autor “uma UAA é construída de forma que o aluno seja convidado a dar partida no processo” (Coelho, 2019, p. 206). Já durante o processo, busca-se que o estudante possa superar suas dúvidas e dificuldades, a fim de que ele consiga alcançar tanto a execução da construção do seu próprio conhecimento, como o sentimento de satisfação durante o seu aprendizado.

No que diz respeito ao papel do professor, este deve atuar como um mediador/articulador do conhecimento, buscando e propondo estratégias traçadas em suas elaborações e aplicações dos materiais desenvolvidos e selecionados para compor a (UAA). Dessa forma, é importante que o professor oriente o estudante e contribua com situações que possam promover a ele o cumprimento objetivado em determinada tarefa, bem como reconhecer os fenômenos e solucionar os problemas que foram apresentados.

Contudo, é necessário ter em mente algumas características e finalidades de uma Unidade de Aprendizagem Ativa. Coelho (2019) destaca, por exemplo:

i) Os textos específicos, destinados ao conteúdo da UAA - os estudantes devem ter acesso ao texto, para estudarem, antes do dia/momento da aula;

ii) As videoaulas - também devem ser disponibilizadas antecipadamente, a fim de auxiliarem numa melhor compreensão após a leitura do texto, contribuindo para que, posteriormente, os estudantes possam buscar solucionar as questões de fixação presentes no texto lido/estudado;

iii) Os testes de leitura (baixa complexidade e com questões objetivas) – no primeiro encontro, em sala de aula, o professor o aplica com o intuito de certificar que os estudantes tiveram contato com os materiais disponibilizados anteriormente e se obtiveram êxito na compreensão da ideia central do conteúdo;

iv) Os testes conceituais (com certa complexidade e de múltipla escolha) – nesse teste já pode ser exigido as associações/relações que os estudantes estabelecem dos conceitos envolvidos no conteúdo. Neste momento da aula, a aula adota uma postura semelhante à metodologia *Peer-Instruction* (Coelho, 2018), como a seguir:

- a) Inicialmente cada aluno recebe um cartão Plicker (*QR-Code*) – Figura 1 - que os identifica junto ao software homônimo;
- b) O professor projeta os testes de leitura e concede um determinado tempo para que os alunos possam desenvolver suas respostas;
- c) Ao final do tempo, com a ajuda do celular/smartphone o professor coleta as respostas de todos os alunos e confere o percentual de acerto da turma;
- d) Caso esse percentual seja superior a um valor limite (determinado pelo professor como satisfatório), passa para o próximo problema;
- e) Caso o percentual seja superior a um valor limite (determinado pelo professor como crítico), o professor dá uma explicação sobre o problema e solicita nova resposta dos alunos;
- f) No caso de o percentual de respostas estar entre o valor mínimo crítico e o valor máximo satisfatório, o professor cede um tempo para que os alunos discutam o problema entre si e repete a pergunta.
- v) Os problemas conceituais e matemáticos (com maior complexidade) – no segundo encontro, em sala de aula, tem-se o objetivo em possibilitar/criar um momento de conversa com os estudantes para debaterem a respeito das respostas obtidas.

O autor também aponta, durante o processo, a utilização de vídeos e animações, assim como os experimentos de caráter didático e as simulações computacionais. Com relação a forma de avaliação, ressalta como sendo de forma contínua a partir das considerações e resultados alcançados pelos estudantes durante todo o decorrer da implementação da Unidade de Aprendizagem Ativa (UAA).

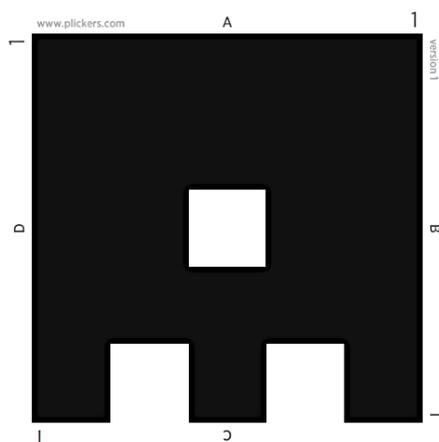


Figura 1: Modelo de um dos cartões Plicker entregues aos alunos para a coleta das respostas dos testes conceituais. Fonte: <https://help.plickers.com/hc/en-us/articles/360008948034-Get-Plickers-Cards> Acesso em 11/01/2003

3 METODOLOGIA

3.1 Classificação da pesquisa

Essa pesquisa se define como qualitativa, tendo em vista que “[...] se preocupa em analisar e interpretar aspectos mais profundos, descrevendo a complexidade do comportamento humano. Fornece análise mais detalhada sobre as investigações, hábitos, atitudes e tendências de comportamento” (Marconi & Lakatos, 2008, p. 269).

Busca compreender a realidade das interações discursivas em sala de aula em torno do conceito físico de Força e, por isso, classifica-se como um estudo de caso, método que pode ser compreendido como um estudo aprofundado (seja sobre um indivíduo, um grupo, uma organização ou fenômeno) que, por sua vez, pode ser aplicado nas diversas áreas do conhecimento (Gil, 2017).

3.2 Sujeitos e contexto da pesquisa

A pesquisa foi realizada com 13 alunos matriculados na 1ª série do Ensino Médio do Instituto Federal do Rio Grande do Norte – IFRN, localizado na cidade de Mossoró/RN. Cabe ressaltar que o número de alunos presentes nas aulas foi variado, uma vez que a participação dos alunos foi de forma voluntária. A UAA, bem como a intervenção foi realizada pelo professor da disciplina de Física da instituição. Foram 6 encontros extraclasse (o primeiro e o último para aplicação de pré e pós-

testes) realizados uma vez por semana, com duração de uma hora e meia, entre os meses de Junho e Julho de 2022.

3.3 Procedimentos da pesquisa

3.3.1 Ações, intervenções e intenções

A pesquisa foi realizada em três momentos distintos, a saber:

i) aplicação de um pré-teste, composto por questões objetivas e dissertativas, cujo objetivo era investigar o perfil conceitual dos discentes relacionado ao conceito físico de Força antes de qualquer intervenção do professor. As questões do pré-teste foram propostas e disponibilizadas por Radé (2005);

ii) intervenção e observação, momento em que o professor trabalhou com os discentes a metodologia de ensino proposta (UAA) e em que foram realizadas as videograções e anotações em diário de bordo, com o intento de trazer à tona a dinâmica das zonas do perfil conceitual de Força durante as interações dialógicas em sala de aula;

iii) aplicação de pós-teste, composto somente por questões dissertativas, cujo objetivo era compreender quais dos obstáculos anteriores os discentes superaram e como seu perfil conceitual evoluiu após a intervenção. As questões do pós-teste foram baseadas no *Inventory of Basic Conceptions Mechanics – IBCM* (Halloun, 2007).

3.3.2 Análises dos dados coletados

i) Análise dos dados dos questionários pré e pós-teste

O pré-teste era constituído de 12 questões (1, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 11 e 12 objetivas e 5, 6 e 7 dissertativas). As questões objetivas não continham uma quantidade definida de itens. Cada questão propunha itens (a, b, c, d etc.) que buscavam contemplar todos os matizes possíveis das concepções alternativas dos discentes. Cada um desses itens foi categorizado de acordo com as ideias propostas por Radé (2005) – Tabela 1.

Tabela 1: Zonas e concepções do perfil conceitual de Força. Categorização dos itens objetivos do pré-teste

Zona	Concepções	Questão/Alternativa
I	Noção indistinta; animista e antropocêntrica.	
II	Força dual, reguladora, de origem divina, inerente à matéria, atuando por contato.	
III	Força como 'simpatia', corpórea, inerente ao objeto, de natureza ou origem divina, agindo à distância. Resistência ao movimento do objeto como Força (<i>vis resistiva</i>). Gravidade intrínseca à massa A maior Força determina o movimento Compromisso de Forças determina o movimento Última Força a agir determina o movimento Apenas agentes ativos exercem Forças Movimento implica em Força ativa Ausência de movimento implica ausência de Forças Velocidade proporcional à Força aplicada Maior massa implica em maior Força Agente mais ativo produz a maior Força Força centrífuga Obstáculos não exercem Força Massa faz objetos pararem Gravidade ajudada pela pressão do ar Visão funcional de Força	3e 2c;1a 4a 8d; 12a 11a 12e 8b 8c 2c,d,e 8e; 12a 11a,b 12c
IV	<i>Impetus</i> fornecido por impacto Perda/recuperação do <i>impetus</i> Dissipação de <i>impetus</i> Formação gradual/retardada do <i>impetus</i> <i>Impetus</i> circular Gravidade atua depois que o <i>impetus</i> se esgota	11d 2d, 4c,e 3a,b,c; 1c;11b 4d; 11e 2a,d 1c
V	1ª Lei de Newton 2ª Lei de Newton 3ª Lei de Newton Força vetorial, componível segundo a regra do paralelogramo. Visão relacional de Força Visão newtoniana de Força Força passiva de contato com sólido Atrito se opõe ao movimento Força de empuxo de contato com fluido Gravitação Trajetória parabólica do projétil	2b; 4b 4b 8a 7 12b,d 11c 12d 12b,d; 3d 1b

VI	Forças de troca (interação) entre partículas Forças de troca (interação) entre partículas	
VII	Força relativística	
VIII	Força como curvatura do espaço	

Fonte: adaptado de Radé (2005).

Na análise das questões dissertativas, buscamos a presença ou ausência das características elencadas na Tabela 1 como indicativo da presença ou ausência de determinada zona na expressão dos discentes. A partir da análise das respostas dos discentes, foi possível conhecer a Extensão da Zona do Perfil (EZP), um número que expressa qual a intensidade da emergência de cada zona do perfil de Força na forma de pensar e falar dos discentes. Cada vez que o discente expressava, em uma questão objetiva ou dissertativa, uma resposta que apresentava característica de uma das zonas, era adicionado 1 ponto àquela zona. No fim, a quantidade de ocorrências daquela zona constituía o que chamamos de EZP. O pós-teste era constituído de 14 questões todas dissertativas. A análise foi feita de forma semelhante à das questões dissertativas do pré-teste.

ii) Estudo qualitativo da dinâmica discursiva

A fim de analisar a dinâmica do discurso, fizemos uso de gravações das aulas em vídeo. Os dados das videograções foram revisitados diversas vezes pelos pesquisadores a fim de selecionar episódios de ensino adequados para análise. Feito a seleção dos episódios de ensino, procedeu-se com a transcrição literal de cada um deles, segundo Marcushi (2000).

Para análise dos dados que assim coletamos, utilizamos a estrutura analítica do discurso proposta por Mortimer e Scott (2002; 2003). Com esse instrumento, buscamos caracterizar as formas como professor e estudantes interagem durante o processo de produção de novos significados através do uso da linguagem. Essa ferramenta propõe que observemos cinco diferentes aspectos das interações (Quadro 1).

Quadro 1: Aspectos da análise do discurso desenvolvidos por Mortimer e Scott (2002; 2003)

I. Focos de ensino	II. Abordagem	III. Ações
1. Intenções do professor	3. Abordagem comunicativa	4. Padrões de interação
2. Conteúdo		5. Intervenções do professor

Destacamos que, neste trabalho, mantivemos nossa análise atrelada aos quatro primeiros aspectos. No Quadro 2 apresentamos as categorias para cada um dos aspectos observados.

Quadro 2: Categorias dos aspectos analisados

Intenções do professor	Conteúdo	Abordagem comunicativa	Padrões de interação
<ul style="list-style-type: none"> - criar um problema - explorar e/ou checar as ideias dos alunos - introduzir e desenvolver a 'estória científica' - guiar os alunos no trabalho com as ideias científicas - dar suporte ao processo de internalização - guiar os alunos na aplicação das ideias científicas e na expansão do seu uso, transferindo progressivamente para eles o controle e a responsabilidade por esse uso - manter a narrativa, sustentando a 'estória científica' 	<ul style="list-style-type: none"> - descrição - explicação - generalização 	<ul style="list-style-type: none"> - Interativa/dialógica - Interativa/de autoridade - não-interativa/dialógica - não-interativa/de autoridade 	<ul style="list-style-type: none"> - I – R – A - I – R – F – R – F... - I – R – P – R – P...

O primeiro aspecto (intenção do professor) está relacionado ao que o professor pretende ao iniciar ou manter uma interação.

O segundo aspecto trata do tipo de conteúdo trabalhado durante a interação. A primeira categoria (descrição) abrange enunciados que se referem a um sistema, objeto ou fenômeno, em termos de seus constituintes ou dos deslocamentos espaço-temporais desses constituintes. Sobre a segunda categoria (explicação), o conteúdo do discurso diz respeito quando são importados modelos teóricos ou mecanismos para se referir a fenômenos ou sistemas específicos. Já a terceira categoria (generalização), contempla as duas categorias anteriores, ou seja, quando os enunciados

se referem a descrições e explicações que são independentes de um contexto específico, o conteúdo da sala de aula se volta para a generalização.

O terceiro aspecto da análise trata da abordagem comunicativa. Refere-se à forma como o professor conduziu a construção de significados, dando ou não vez às vozes dos alunos. Por meio dele é possível identificar e compreender se: i) há interação entre eles (professor e estudantes) e, também, se ii) o professor considera ou não as ideias dos estudantes no processo de construção de significados na sala de aula. Ainda sobre a abordagem comunicativa, a mesma pode ser caracterizada a partir de dois eixos, a saber: discurso dialógico ou de autoridade e discurso interativo ou não-interativo. Assim, de maneira breve, cada uma dessas quatro classes, podem ser definidas conforme Mortimer e Scott (2002) apontam, a saber:

i) interativo/dialógico: Percebe-se a participação de mais de uma pessoa. Comumente o professor e estudantes exploram ideias, formulam perguntas autênticas e oferecem, consideram e trabalham diferentes pontos de vista na interação.

ii) não-interativo/dialógico: Apenas uma pessoa está envolvida, entretanto é considerado mais de um ponto de vista. Comumente, o professor sintetiza vários pontos de vista, destacando similaridades e diferenças.

iii) interativo/de autoridade: Percebe-se a interação de mais de uma pessoa, porém apenas um ponto de vista é considerado. Comumente, o professor conduz os estudantes através de uma sequência de perguntas e respostas, tendo como objetivo chegar a um ponto de vista específico que, geralmente, é o da ciência escolar.

iv) não-interativo/de autoridade: Apenas uma pessoa apresenta enunciados e apenas um ponto de vista é considerado. Comumente, o professor apresenta um único ponto de vista específico, que, geralmente, é o da ciência escolar.

O quarto e último aspecto analisado trata do padrão de interação. Ele expressa a cadência das interações, dando destaque para quem fala e qual o tipo de fala foi produzida em cada turno da interação. Nesse sentido, de acordo com Mehan (1979), Mortimer e Scott (2002; 2003) destacam duas categorias mais comuns dentro deste aspecto, o padrão triádico I-R-A que abrange a iniciação

do professor (I), a resposta do estudante (R) e a avaliação do professor (A), e as interações não-triádicas (em cadeias) I-R-F-R-F... onde o professor expõe um *feedback* (F) com o intuito do aluno elaborar melhor a sua explicação/fala e, também, o I-R-P-R-P no qual o professor realiza uma ação discursiva possibilitando o aluno a prosseguir (P) com a sua explicação/fala. Os autores ainda sinalizam que estas cadeias podem ser fechadas quando são finalizadas por uma avaliação (A) do professor ou abertas quando o professor não a faz.

Mehan (1979) ainda amplia a caracterização dos padrões de interação em sala de aula com quatro tipos de iniciação (I), dois tipos de respostas (R) e dois tipos de avaliação (A) e prosseguimento (P) como apresentado no Quadro 3 abaixo.

Quadro 3: Categorias para a caracterização de padrões de interação em sala de aula

Tipos de iniciação	
Iniciação de escolha (I _e)	O retorno deve ser para concordar ou discordar.
Iniciação de produto (I _f)	O retorno deverá ser uma resposta factual.
Iniciação de processo (I _p)	O retorno representa uma opinião ou interpretação
Iniciação de metaproceto (I _m)	O retorno é uma reflexão sobre o processo.
Tipos de respostas	
Relativa à iniciação (R)	Reflete o tipo de iniciação feita, podendo ser uma escolha, uma resposta factual, uma opinião ou interpretação, ou uma reflexão sobre o processo.
Relativa à avaliação	Resposta completa Resposta parcialmente completa Resposta incorreta ou assimétrica Ausência de resposta.
Tipos de avaliação e prosseguimento	
Avaliação positiva (A)	Finaliza a sequência.
Prosseguimento (P)	Avaliação negativa. Repetição da iniciação. Simplificação da iniciação. Outros.

Fonte: Amaral e Mortimer (2007).

Enfim, toda essa estrutura possibilitou que compreendêssemos de forma aprofundada o movimento de construção de significado que se processava enquanto professor e alunos dialogavam sobre o tema em sala de aula.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Questionário pré-teste

O perfil conceitual de Força dos discentes foi inicialmente “medido” com o pré-teste. O Quadro 4 apresenta, para os 13 discentes que o responderam, qual a zona do perfil que expressaram em cada uma das respostas dadas.

Quadro 4: Zonas do perfil conceitual de Força emergidas nas respostas dos alunos participantes ao pré-teste

Questões	Alunos												
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13
1	Z5	Z5	Z5	Z5	Z5	Z5	Z5	Z5	Z3	Z5	Z5	Z5	Z5
2	Z3	Z4	Z3 Z4	Z3	Z4	Z4	Z4	Z3	Z3	Z3	Z3	Z5	Z5
3	Z4	Z4	Z4	Z4	Z4	Z4	Z4	Z4	Z5	Z4	Z5	Z4	Z4
4	Z3	Z5	Z4	Z3	Z3	Z3	Z5	Z3	Z5	Z5	Z5	Z3	Z5
5	Z3	Z2	Z2	Z2	Z2	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3
6	Z2	Z2	Z2	Z2	Z2	Z2	Z4	Z3	Z2	Z2	Z2	Z5	Z2
7	Z3 Z5 Z3	Z5 Z2Z2Z2	Z2	Z5	Z2	Z2 Z5 Z3	Z5	Z5	Z3 Z5 Z2	Z5 Z5 Z3 Z5	Z5	Z3 Z5	Z5 Z3 Z2
8	Z5	Z3	Z3	Z5	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3
9	Z3	Z5	Z3	Z5	Z5	Z5	Z3	Z5	Z3	Z5	Z5	Z3	Z5
10	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z5
11	Z5	Z3	Z3 Z4	Z3 Z4	Z3 Z4	Z3 Z4	Z3	Z3 Z4	Z3 Z4	Z3 Z5	Z5	Z3	Z5
12	Z5	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z5	Z3	Z3	Z3

A Figura 2 apresenta a EZP de cada um dos alunos. As informações explicitadas na Figura 2 abaixo mostram que diferentes zonas emergiram, com exceção da zona 1, que foi omitida, devido ao fato de que, em nenhuma das respostas dos alunos, houve manifestação dessa forma de pensar o conceito de Força. Por sua vez, podemos concluir que, embora os alunos A10, A11 e A13 tenham se destacado por apresentar ideias correspondentes a zona newtoniana (zona 5), ideias representativas do período pré-científico (zona 2 e zona 3) foram predominantes. Incluídos nessa categoria temos os alunos A1, A2, A3, A5, A6, A8, A9 e A12. Destes, observa-se que os alunos A3,

A5, A6 e A8 também se destacam, junto com o aluno A7, por apresentarem ideias representativas da categoria pré-newtoniana (zona 4).

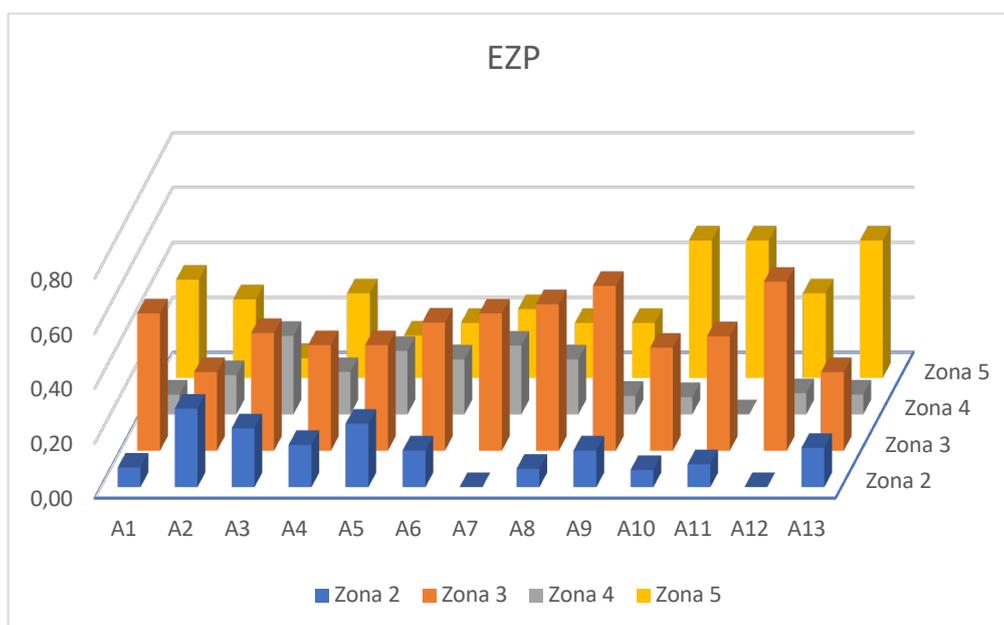


Figura 2: Apresentação dos perfis conceituais individuais dos alunos participantes do pré-teste

4.2. Análise do discurso

Para análise do discurso, selecionamos dois episódios de ensino. O primeiro deles foi selecionado dentro do momento em que o professor trabalhava os testes conceituais (4º aspecto da UAA – ver acima). O segundo, foi selecionado quando o professor trabalhava a resolução de problemas conceituais e matemáticos (5º aspecto da UAA – ver acima).

O Quadro 5 abaixo apresenta a transcrição do episódio de ensino 1. Este episódio trata da resolução de um problema conceitual com os cartões *pickers*. Discutia a situação de uma Força que era aplicada sobre um carro, inicialmente parado sobre um trilho de um colchão de ar. A Força atua durante um certo intervalo de tempo dando ao carro uma determinada velocidade final. Pergunta-se qual deve ser o intervalo de tempo que uma segunda Força (com metade da intensidade da primeira) deveria ser aplicada para se atingir a mesma velocidade final. A *intenção do professor* era explorar as ideias dos alunos sobre Segunda Lei de Newton. A *abordagem do conteúdo* foi explicativa.

Antes de qualquer interação com os alunos, o professor pediu-lhes que respondessem ao problema a partir de suas impressões prévias. O nível de acerto da turma ficou em 60%. Após isso, durante um momento de discussão entre si, os alunos expressaram as falas a seguir:

Quadro 5: Representação do episódio 1

Falas	Padrão de interação
1. P: Nesse momento, eu quero que vocês troquem uma ideia entre si, na tentativa de convencer os colegas da sua resposta. Em seguida eu “colho” as respostas de vocês de novo.	I
2. A8: Qual alternativa você escolheu?	R ₈
3. A4: Alternativa B.	R ₄
4. A8: E você?	R ₈
5. A7: Alternativa A.	R ₇
6. A8: Eu marquei C. ((Alunos A8, A4 e A7 riem)).	R ₈
7. A7: Você escolheu qual?	R ₇
8. A15: Alternativa A. ((Aluna A7 comemora!))	R ₁₅
9. A6: Eu tô usando uma Força, (+) mas é metade da que eu tinha usado antes e eu quero que a velocidade seja a mesma ...	R ₆
10. A8: A velocidade?! ...	R ₈
11. A6: Eu não tenho que fazer uma Força por mais tempo, não?!	R ₆
12. A5. Se a gente dobrar a aceleração...	R ₅
13. A6: Por que, se não, ela vai parar antes, né?!	R ₆
14. A16: Eu li errado, a questão/	R ₁₆
15. A8: ((Lê o enunciado da questão:)) <i>o atrito entre o carro e o trilho é desprezível (...)</i>	R ₈
16. P: Alguém vai mudar a resposta? (+) A4 já mudou! Mais alguém vai mudar a resposta? (...) Agora, sim! 100% de acerto.	A

Inicialmente (turno 1), o professor estimula os alunos a fazerem suas análises sobre a situação problema. Nos turnos 2 e 4 tem-se o aluno A8 questionando suas colegas A4 e A7 sobre a resposta fornecida, através do QR Code, ao professor. No momento do turno 6, o aluno A8 mostra-se surpreso pois forneceu uma resposta diferente das colegas. A aluna A7, ao perceber que eles três (A4, A7 e A8) forneceram respostas distintas, (A4 e A8 (zona 3) e A7 (zona 5)), levanta-se e vai até a cadeira de outra colega A6, que por sua vez inicia a explicação do seu ponto de vista (zona 5), como apresentado no turno 9.

O turno 9, bem como a explicação da aluna A6, foi determinante neste episódio pois, além de acarretar os turnos posteriores (9-15), tal interpretação se destaca estando direcionada a forma de pensar o conceito em questão conforme a segunda lei de Newton (zona 5). Com isso, propiciou, ao final do episódio, que os alunos que haviam apresentado (através da sua análise individual do problema) respostas diferentes da esperada, conseguissem interpretar o problema compreendendo que a referida segunda Força deva ser aplicada durante um intervalo com o dobro do tempo de aplicação da primeira Força (alternativa A). Logo, o nível de acerto passou para 100%.

O Quadro 6 abaixo sintetiza o episódio 1 em termos de todos os aspectos de interesse:

Quadro 6: Síntese da análise de episódio de ensino 1

Turnos e sujeitos	Zonas do perfil	Abordagem do conteúdo	Intenções da professora	Abordagem comunicativa	Padrões de interação
Turno 1	-	-	Explorar as ideias dos alunos	NI/A	I
Turno 2 - 8	3	Descritiva e Explicativa Teórica	Explorar as ideias dos alunos	I/A	R ₈ , R ₄ , R ₈ , R ₇ , R ₈ , R ₇ , R ₁₅
Turno 9 - 15	5	Explicativa Teórica	Explorar as ideias dos alunos	I/A	R ₆ , R ₈ , R ₆ , R ₅ , R ₆ , R ₁₆ , R ₈
Turno 16	-	-	Manter a narrativa	NI/A	A

No Quadro 7 segue a representação do segundo episódio de ensino selecionado. É importante salientar que o episódio foi produzido quando o professor questiona a alternativa encontrada por um dos grupos (turno 1), quando a este foi imposta a seguinte situação: cada integrante do grupo devia se imaginar sentado em uma cadeira, com as mãos amarradas, no meio de um lago congelado, onde à sua frente, ao alcance dos seus pés, repousa um caixote. Ainda, sem a possibilidade de andar neste lago, pois admite-se que o atrito entre qualquer superfície e o gelo é muito aproximadamente zero, como conseguir chegar margem do lago?

Quadro 7: Representação do episódio 2

Falas	Padrão de interação
1. P: ((Ler o enunciado do problema)). Vamos discutir a solução de vocês?	Ip
2. A4: A gente pensou em exercer uma Força no caixote, de acordo com a terceira lei de Newton, ele vai exercer uma Força de volta. Aí como o atrito é aproximadamente zero, a gente pensa na lei da inercia, a gente vai permanecer no mesmo estado até que...	R ₄
3. P: Entendi! Entenderam o que ela falou?	P
4. A16: Mais ou menos!	R ₁₆
5. A15: É. Mais ou menos!	R ₁₅
6. A14: Vai dar um chute no caixote e vai sair deslizando.	R ₁₄
7. P: Tá aqui o caixote de frente pra ela ((simulando a situação)), ela sentada com as mãos amarradas e ela vai dar um chute no caixote. Vai empurrar o caixote! Ela argumenta que fazendo isso, ela está fazendo uma Força no caixote e pela terceira lei de Newton o caixote reage e empurra ela ao contrário. E como não tem atrito, essa Força que o caixote vai fazer nela, é necessária pra acelerar a cadeira com ela até a margem do lago, até que uma Força surja e faça o corpo dela e a cadeira pararem. E aí?	P - Ip
8. A14: O caixote está preso?	R ₁₄
9. P: Não, não. O caixote só está lá, parado.	P
10. A14: Ah, ok!	R ₁₄
11. P: Se ele estivesse preso, seria melhor ainda, né?!	Ie
12. A14: Era, era.	R ₁₄
13. P: Mas faz sentido o que ela disse, né?! (+) Faz todo sentido! Porque você está na cadeira, amarrado e você empurra o caixote. Você faz uma Força no caixote. E aí, o caixote vai acelerar pra lá, né?!	F
14. A7: Sim!	R ₇
15. P: Acelerar enquanto você estiver empurrando. Depois que você para de empurrar, o que que acontece com a velocidade do caixote? (+) Depois que seus pés descolam do caixote, o que acontece com ele? Ele para imediatamente?	F
16. Não! ((resposta de todos os alunos))	R
17. A14: Não! Ele vai embora! (...)	R ₁₄
18. P: Ele vai embora com velocidade constante, né?!	P
19. A14: Então, só tem uma oportunidade. Se errar, morre!	R ₁₄
20. P: Se errar, dançou! Vai ficar lá, morrendo congelado ((todos riem))	P
21. P: Aí, se você fez uma Força no caixote, obviamente o caixote faz uma em você. Essas duas Forças, o que vocês me dizem delas?	Ip
22. A13: São opostas.	R ₁₃
23. A15: Forças de sentido contrário e de mesma intensidade.	R ₁₅
25. P: De mesma intensidade! Vamos supor: Qual a sua massa? Quantos quilos?	P
26. A8: 70 kg	R ₈

27. P: Ok! Vamos somar mais 10 kg da cadeira, 80 kg. O caixote, tem uns 8 kg. O que vocês acham, o caixote e ele vão acelerar a mesma coisa? Vão sair com a mesma velocidade?	P
28. Não! ((Todos os alunos respondem))	R
29. P: Porque não? Não é a mesma Força?	F
30. A5: Porque uma tem mais resistência.	R ₅
31. A4: Por que se a Força for constante... aí por exemplo: massa aumentou, então a aceleração vai diminuir para compensar.	R ₄
32. P: Tá certo, faz sentido!	A

No turno 2, a aluna A4 relata a solução encontrada por seu grupo (zona 5). No turno seguinte o professor dá prosseguimento a interação, almejando novas contribuições. Os alunos A16, A15 e A14 interagem. O professor, por sua vez, aceita a resposta do aluno A14 e faz uma síntese da solução apresentada. Neste segmento do episódio (turnos 1-7) a *intenção do professor* foi de, inicialmente, criar um problema que possibilitasse explorar as ideias dos alunos acerca das leis de Newton. A *abordagem do conteúdo* se deu em explicativa teórica e gerou um *padrão de interação* I, R₄, P, R₁₆, R₁₅, R₁₄, P.

Ainda no turno 7, o professor faz uma nova iniciação. Em resposta, o aluno A14 faz um questionamento, a fim de sanar uma dúvida. Logo, do turno 7 ao 10 a *intenção do professor* foi apenas de manter a narrativa. Através do *padrão de interação* I, R₁₄, P, R₁₄, a *abordagem do conteúdo* esteve voltada ao tipo descritiva teórica.

Levando em conta o questionamento do aluno A14 (turno 8) o professor, no turno 11, faz uma nova iniciação. O aluno A14 a responde. Em seguida, nos turnos 13 e 15, o professor oferece um *feedback* para que os alunos pudessem elaborar melhor suas respostas. É importante destacar que as respostas dadas pelos alunos, neste segmento do episódio (turnos 11-20), foram representativas da zona newtoniana (zona 5) e se deu pelo seguinte *padrão de interação*: Ie, R₁₄, F, R₇, F, R, R₁₄, P, R₁₄, P. Já ao final do episódio, do turno 21 ao 32, as interações (firmadas a zona newtoniana (zona 5)) entre o professor e os alunos acarretou o padrão de interação I_p, R₁₃, R₁₅, P, R₈, P, R, F, R₅, R₄, A. A *abordagem comunicativa* é, portanto, interativa de autoridade.

Isto posto, a *intenção do professor* do turno 11-32 foi de manter a narrativa e desenvolver a “estória científica” acerca da primeira, segunda e terceira lei de Newton. Em relação a *abordagem*

do conteúdo, está a partir do turno 11 passou de descritiva teórica para explicativa teórica até o final do episódio. O Quadro 8 sintetiza todos os aspectos de interesse.

Quadro 8: Síntese da análise de episódio de ensino 2

Turnos e sujeitos	Zonas do perfil	Abordagem do conteúdo	Intenções do professor	Abordagem comunicativa	Padrões de interação
Turno 1-7	5	Explicativa Teórica	Criar um problema. Explorar as ideias dos alunos.	I/A	Ip, R ₄ , P, R ₁₆ , R ₁₅ , R ₁₄ , P
Turno 7-10	-	Descritiva Teórica	Manter a narrativa	-	Ip, R ₁₄ , P, R ₁₄
Turno 11-20	5	Explicativa Teórica	Manter a narrativa. Desenvolver a “estória científica”.	I/A	Ie, R ₁₄ , F, R ₇ , F, R, R ₁₄ , P, R ₁₄ , P
Turno 21-32	5	Explicativa Teórica	Manter a narrativa. Desenvolver a “estória científica”.	I/A	Ip, R ₁₃ , R ₁₅ , P, R ₈ , P, R, F, R ₅ , R ₄ , A

Com a análise dos aspectos discursivos entre os sujeitos na sala de aula percebe-se que o episódio 1 apresentou uma pequena evolução da zona 3 para a zona 5, enquanto no episódio 2 houve uma estabilização da zona 5. É importante frisar que, entre o encontro do qual destacamos o primeiro episódio e aquele do qual destacamos o segundo episódio, os alunos receberam um texto e videoaulas que tratavam do assunto que seria discutido em sala. É possível que o processo iniciado pelos discentes em casa, individualmente – característica central da UAA – preparou os alunos de tal forma que favoreceu uma troca em sala de aula que exigiu menos da ação ativa do professor para a construção das ideias.

Nesse sentido, é compreensível a predominância do aspecto discursivo relativo à intenção do professor está voltada, no episódio 1, a explorar as ideias dos alunos e manter a narrativa. Uma vez que a interação aluno-aluno (turnos 2-15) foi capaz de fazer com que eles avançassem nos

significados de suas concepções no sentido das cientificamente aceitas (zona 3 para zona 5). Da mesma forma, é compreensível, no episódio 2, a intenção do professor está voltada em manter a narrativa para a continuação do desenvolvimento da “estória científica”, visto que desde a primeira resposta apresentada a sua primeira iniciação foram ascendidas concepções referentes a zona newtoniana (zona 5). Em ambos os episódios o tipo de abordagem do conteúdo foi predominantemente explicativa teórica.

Quanto à forma que o discurso foi conduzido, há o prevalectimento de uma abordagem comunicativa interativa de autoridade. É importante destacar que esse tipo de abordagem está diretamente ligado a um contexto de sala de aula, pois, embora o professor por meio da interação busque conhecer e considerar as concepções dos alunos, ele também possui o papel de guiar. Em outras palavras, é esperado esse tipo de abordagem, tendo em vista a necessidade de o professor construir uma “estória científica” e dar suporte para a construção do conhecimento científico desejado.

Em relação ao padrão de interação, é nítido a participação de um considerável número de alunos por meio de um padrão triádico (episódio 1) e, principalmente, não-triádico em cadeias abertas e fechadas (episódio 2). Logo, podemos inferir que metodologia colaborou para interação em sala de aula, propiciando oportunidades de produção de significados individuais, por meio da internalização das ideias postas em grupo, guiados pelo professor no plano social da sala de aula.

4.3. Análise do pós-teste

O Quadro 9 abaixo mostra a emergência das zonas do perfil nas questões do pós-teste:

Quadro 9: Zonas do perfil conceitual de Força emergidas nas respostas dos alunos participantes ao pós-teste

Questões	Alunos							
	A5	A6	A7	A8	A10	A14	A15	A16
1	Z5	Z5	Z4	Z4	Z5	Z5	Z5	Z4
2	Z5	Z5	S.C	Z3 Z4	Z5	Z5	Z5	Z5
3	Z3	Z3	Z2	Z3	Z5	Z5	S.C	S.C
4	Z3	Z5	S.C	Z3	Z5*	Z5	Z3	Z3

5	Z3	S.C	Z3	Z3	Z3	Z3	Z5	Z3
6	Z3	Z3	S.C	S.C	S.C	Z3	Z3	S.C
7	Z5	Z5	Z5*	Z3	Z3	Z5*	Z5	Z3
8	Z5	Z5	Z5*	S.C	Z3	Z5*	Z5	Z3
9	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z5	Z3
10	Z5*	Z3	S.C	Z5*	Z5*	Z5*	Z3	Z5*
11	Z5*	Z3	S.C	Z5*	Z5*	Z5*	Z3	S.C
12	Z5	Z5	Z5	Z5	Z5	Z5	Z5	Z5
13	Z3	Z3	S.C	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3*
14	Z5	Z5	S.C	Z4	Z5	Z5	Z5	Z5
	Z3	Z3	S.C	Z3	Z3	Z3	Z5	Z3

O pós-teste foi aplicado a 8 alunos. Vale ressaltar que dos 8 alunos submetidos ao pós-teste, apenas 5 (A5, A6, A7, A8 e A10) também responderam ao pré-teste. Conseqüentemente, estes possuirão um papel de destaque neste momento da análise, visto que são os participantes que nos possibilitarão realizar uma análise comparativa (antes x depois). Logo, os alunos identificados como A14, A15 e A16, responderam somente o pós-teste, enquanto os alunos A1, A2, A3, A4, A9, A11, A12 e A13 apresentados nas seções anteriores responderam somente o pré-teste.

Assim, de modo igual ao tratamento da categorização das respostas do pré-teste, também apresentamos (Figura 3) uma visão geral da emergência das zonas do perfil conceitual de Força dos alunos participantes referentes as respostas ao pós-teste, por meio da EZP (extensão da zona do perfil) de cada aluno.

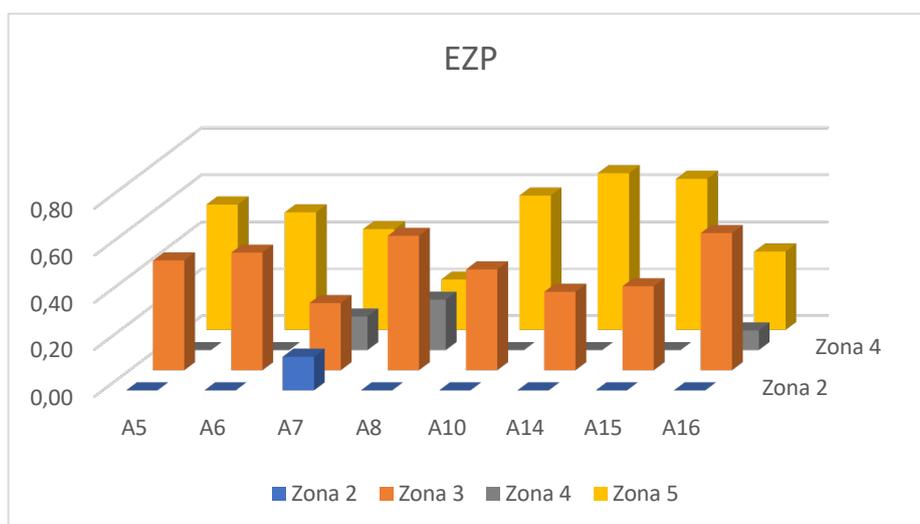


Figura 3: Apresentação dos perfis conceituais individuais dos alunos participantes do pós-teste

Uma vez explicitadas as informações contidas na Figura 3, pode-se observar que as respostas fornecidas no pós-teste, situam-se também em torno de quatro zonas (Zona 2, Zona 3, Zona 4 e Zona 5). Entretanto, ao verificar as zonas emergidas, bem como a extensão da zona do perfil dos alunos que realizaram tanto o pré-teste como o pós-teste tem-se que: i) os alunos A5, A7 e A10 que antes exibiam um perfil predominantemente pré-científico, após a UAA, tiveram seu perfil newtoniano intensificado; ii) o aluno A6, por sua vez, antes da instrução apresentou um perfil predominantemente pré-científico, contudo, após a UAA, mesmo expressando uma melhor percepção das ideias referentes a zona newtoniana, ainda apresentou destacado um perfil pré-científico da noção de Força; iii) o aluno A8, tanto antes como depois da UAA, manifestou um perfil plenamente pré-científico.

Quanto aos alunos que participaram da pesquisa, mas que realizaram somente o pós-teste (A14, A15 e A16) há que se notar que: i) os alunos A14 e A15 apresentam uma maior emergência de ideias referentes à zona newtoniana quando comparados com os alunos que realizaram o pré-teste. Estes também foram os participantes que menos evidenciaram ideias pré-científicas; ii) o aluno A16, igualmente ao aluno A8, manifestou em suas respostas o prevailecimento de ideias pré-científicas.

5. CONCLUSÃO

Para além da observação possível por meio dos pré e pós-testes, destaque-se a importância da observação feita através da análise discursiva. Por meio dela conseguimos trazer para a superfície alguns detalhes da dinâmica discursiva e de como evoluem os perfis conceituais dos discentes. Assim, foi possível perceber que fazer os alunos tomarem conhecimento de suas concepções alternativas (explorar as ideias dos alunos) é conduta indispensável para que os discentes tomem plena consciência da riqueza de significados conceituais em construção e que, a partir daí, sejam capazes de selecionar adequadamente o significado contextualmente mais eficaz.

Por outro lado, a análise também evidenciou que, no contexto de sala de aula em que a zona do perfil do conceito está estabilizada em torno daquela que é cientificamente aceita (portanto desejada no contexto da sala de aula), o ideal é que o professor mantenha a postura de “manter a narrativa”. Da mesma forma, nossa análise evidenciou que, para fazer evoluir o perfil para uma zona

desejada, convém adotar uma abordagem de conteúdo “descritiva e explicativa teórica”, ao passo que, para manter uma zona já estabilizada basta uma abordagem de conteúdo “explicativa teórica”.

No que tange ao padrão de interação, para fazer avançar o perfil para uma zona desejada, é importante que o professor inicie o processo, estimule respostas diversas dos discentes e, por fim, proceda com uma avaliação. Ao passo que, para manter uma zona estabilizada é necessário uma postura mais interventiva do professor, sempre fornecendo *feedback* positivo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida Guimarães, C. R. de., Vieira da Silva, F. C., & Simões Neto, J. E. (2023). Modos de pensar os conceitos de entropia e espontaneidade utilizando situações-problema. *HOLOS*, 1(39).

Amaral, E. M., & Mortimer, E. F. (2007). Uma metodologia para análise da dinâmica entre zonas de um perfil conceitual no discurso da sala de aula. *A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias*. Ijuí: Editora Unijuí, 239-296.

Ausubel, D. P. (1982). *A aprendizagem significativa*. São Paulo: Moraes.

Ausubel, D. P. (2003). *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva* (Vol. 1, pp. p-243). Lisboa.

Bachelard, G. (1940). *La philosophie du non: Essai d'une philosophie du nouvel esprit scientifique*. Paris: PUF.

Bachelard, G. (1978). *A Filosofia do Não: O novo espírito científico*. São Paulo: Abril Cultural

Coelho, M. N. (2019). Unidade de aprendizagem ativa para física: uma possibilidade para a motivação dos discentes. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 12(3).

Driver, R. (1989). Students' conceptions and the learning of science. *International journal of science education*, 11(5), 481-490.

Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1992). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia* (No. 8). Ediciones Morata.

Fagen, A. P., Crouch, C. H., & Mazur, E. (2002). Peer instruction: Results from a range of classrooms. *The physics teacher*, 40(4), 206-209.

Freire, P. (1997). Educação “bancária” e educação libertadora. *Introdução à psicologia escolar*, 3, 61-78.

- Gil, A. C. (2017). *Como elaborar projetos de pesquisa*. 6. ed. São Paulo: Atlas.
- Halloun, I. (2007). Evaluation of the Impact of the New Physics Curriculum on the Conceptual Profiles of Secondary Students. Phoenix Series, Lebanese University.
- Inhelder, B., & Piaget, J. (1955). *De la logique de l'enfant à la logique de l'adolescent*. [From the logic of the child to the logic of the adolescent]. Presses Universitaires de France.
- Jammer, M. (1957). *Concepts of force: A study in the foundations of dynamics*. Courier Corporation.
- Jorge Benevides, J. de A., Faustino de Sousa, J. L., Ribeiro Moura, L. de Q., Matos Costa, E. L., & de Lima Filho, L. O. (2021). Implementação de metodologias ativas como ferramenta avaliativa na disciplina de fisiologia vegetal em tempos de pandemia: experiências e desafios. *HOLOS*, 4, 1–16.
- Malheiro, J. M. S., Diniz, C. W. P. (2008). Aprendizagem baseada em problemas no ensino de ciências: Mudando atitudes de alunos e professores. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, 4, 1-10.
- Marconi, M. D. A., & Lakatos, E. M. (2008). *Fundamentos de metodologia científica*. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas SA.
- Marcuschi, L. (2000). *Análise da conversação*. 5. ed. São Paulo: Editora Ática.
- Marques, A. P. A. Z., Message, C. P., Gitahy, R. R. C. & Sousa, S. O. (2018). A experiência da aplicação da metodologia ativa team based learning aliada a tecnologia no processo de ensino e de aprendizagem. *CIET:EnPED*.
- Mehan, H. (1979). 'What time is it, Denise?': Asking known information questions in classroom discourse. *Theory into practice*, 18(4), 285-294.
- Mortimer, E. F. (1995). Conceptual change or conceptual profile change? *Science & Education*, 4, 267-285.
- Mortimer, E. F. (2000). *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. UFMG.
- Mortimer, E. F., & Scott, P. (2002). Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em ensino de ciências*, 7(3), 283-306.
- Mortimer, E. F., Scott, P. H. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Philadelphia: Open University Press.
- Piaget, J. (1973). *La formation de la notion de force* (Vol. 29). Presses universitaires de France.
- Piaget, J.; Garcia, R. (1983). *Psychogenèse et Histoire des Sciences*, Paris: Flammarion.

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education* Ed 66: 211–227.

Pozo, J. I., & Crespo, M. Á. G. (2009). *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*.

Radé, T. (2005). *O Conceito de Força na Física: Evolução histórica e perfil conceitual* [Doctoral dissertation, Dissertação de Mestrado. Canoas: Universidade Luterana do Brasil].

Rojas-de-Gracia, M. M., Esteban, A., Bentabol, M. J., Rodríguez-Ruiz, M. D., Bentabol, A., Lopes, A. P., ... & Caña-Palma, R. (2022). Evaluation of implementation of gamification, game-based learning, and active methodologies to the flipped classroom model. In *Online Distance Learning Course Design and Multimedia in E-Learning* (pp. 142-164). IGI Global.

Sousa, M. D. M. de. (2022) *Perfil conceitual de Força: uma análise das interações discursivas em sala de aula com o uso de Metodologias Ativas*. [Dissertação de mestrado, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte].

Tiberghien, A. (1985). Quelques éléments sur l'évolution de la recherche en didactique de la physique. *Revue française de pédagogie*, 71-86.

COMO CITAR ESTE ARTIGO:

Sousa, M. das D. M. de., & Coelho, M. N. (2023). CONCEPTUAL PROFILE OF FORCE: AN ANALYSIS OF DISCURSIVE INTERACTIONS IN THE CLASSROOM USING ACTIVE METHODOLOGIES. HOLOS, 4(39). Recuperado de <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/15539>

SOBRE OS AUTORES:

M. D. M. SOUSA

Mestre em Ensino pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino (POSENSINO)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
E-mail: mariamessiasds79@gmail.com
ORCID-ID: <https://orcid.org/0000-0002-0580-7431>

M. N. COELHO

Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino (POSENSINO)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
E-mail: marcelo.coelho@ifrn.edu.br
ORCID-ID: <https://orcid.org/0000-0003-0324-4126>

Editora Responsável: Francinaide de Lima Silva Nascimento



Recebido: 14 de janeiro de 2023

Aceito: 17 de agosto de 2023

Publicado: 25 de setembro de 2023

