

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE CONCEITOS BÁSICOS DE CINEMÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL

MEANINGFUL LEARNING OF BASIC CONCEPTS OF KINEMATICS IN FUNDAMENTAL TEACHING

Cláudio Cristiano Liell¹

Arno Bayer²

José Ricardo Ledur³

Resumo

Ainda que as noções de movimento, repouso, velocidade e aceleração tenham forte ligação com o cotidiano, na prática de sala de aula percebe-se que os estudantes, de modo geral, apresentam dificuldades na elaboração e compreensão desses conceitos. Este trabalho tem como objetivo apresentar os resultados da aplicação de uma sequência didática para a construção dos conceitos de cinemática básica em uma turma do nono ano do Ensino Fundamental, de uma escola pública estadual localizada em Bom Princípio/RS. As atividades realizadas na sequência didática foram fundamentadas nos princípios da aprendizagem significativa e focadas na participação ativa dos alunos. Foi aplicado um pré teste para identificação de conhecimentos e concepções prévias bem como o pós teste para avaliação da construção do conhecimento. Figuras com fotografias estroboscópicas serviram como organizadores prévios para a elaboração dos novos conceitos. Experimentos, aplicativo para telefones celulares, simulações e softwares educacionais foram utilizados para análise e discussão em pequenos grupos. As descobertas foram socializadas no grande grupo e registradas sob a forma de relatórios e produção de fotografias e vídeos. Os resultados observados em cada etapa da sequência apresentaram evidências de aprendizagem significativa e compreensão satisfatória dos conceitos fundamentais da cinemática.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Aprendizagem significativa. Cinemática. Sequência didática. Objetos educacionais.

Abstract

Although the notions of movement, rest, speed and acceleration have a strong connection with everyday life, in classroom practice it is clear that students, in general, present difficulties in the elaboration and understanding of these concepts. This paper aims to present the results of the application of a didactic sequence for the construction of basic kinematics concepts in a group of the ninth grade of elementary school from a state public school located in Bom Princípio / RS. The activities carried out in the didactic sequence were based on the principles of meaningful learning and focused on the active participation of the students. A pre-test was applied to identify knowledge and previous conceptions as well as the post test to evaluate knowledge construction. Figures with stroboscopic photographs served as previous organizers for the elaboration of the new concepts. Experiments, application for mobile phones, simulations and educational software were used for analysis and discussion in small groups. The findings were socialized in the large group and recorded in the form of reports and production of photographs and videos. The results observed at each stage of the sequence presented evidences of significant learning and satisfactory understanding of the fundamental concepts of kinematics.

Keywords: Science teaching. Meaningful learning. Kinematics. Didactic sequences. Educational objects.

¹ Pós doutorando em ensino de matemática e ciências. Professor universitário e pesquisador em grupo de pesquisa de formação de professores. Universidade Luterana do Brasil-ULBRA

² Doutor em Ciências. Professor Titular do PPGEICIM ULBRA

³ Doutorando em Ensino de Ciências e Matemática. ULBRA.

Introdução

Um dos maiores desafios enfrentados atualmente no processo de ensino e de aprendizagem está vinculado à falta de motivação para aprender de nossos estudantes. Tal dificuldade se revela especialmente no estudo de conteúdos de Ciências e de Matemática mesmo que esses campos do conhecimento sejam notoriamente reconhecidos como essenciais para o desenvolvimento científico em geral e para diversas outras áreas em particular (VILLAS BOAS et al, 2016).

Inúmeras pesquisas realizadas apontam causas das persistentes dificuldades de aprendizagem no campo das Ciências. Municio e Crespo (2000) ponderam que o desajuste entre a ciência que se ensina, considerando seus formatos, conteúdos e objetivos, reflete uma crise na cultura educativa, requerendo “não só novos métodos, mas sobretudo novas metas, uma nova cultura educativa” (MUNICIO; CRESPO, 2000, p. 23).

O ensino de ciências, notadamente a partir das décadas finais do século XX, recebeu contribuições importantes para a compreensão dos mecanismos de aprendizagem dos conceitos e, especialmente no reconhecimento da importância da participação ativa dos estudantes na construção de conhecimentos, na percepção de suas motivações pessoais, seus conhecimentos prévios e suas relações com o saber (CARVALHO JUNIOR, 2011).

O ensino das ciências necessita adotar como um de seus objetivos prioritários auxiliar o estudante a aprender e fazer ciência, ou seja, ensinar procedimentos para a aprendizagem da ciência (MUNICIO; CRESPO, 2000), desenvolvendo habilidades e competências nos estudantes capacitando-os a atuar de modo eficaz nos diferentes contextos, mobilizando de forma inter-relacionada conhecimentos, procedimentos e atitudes (ZABALA e ARNAU, 2010).

Nesse sentido, a utilização de recursos computacionais tem sido considerada importante aliada da aprendizagem. Almeida e Valente (2001) afirmam que ambientes de aprendizagem interativos mediados por tecnologias de informação e comunicação impulsionam novas formas de ensinar, aprender e interagir com o conhecimento. Para Demo (2010), as novas tecnologias são vistas como ‘alfabetização’, inseridas no conjunto de habilidades e competências básicas do século XXI.

Groenwald e Seibert (2001) reafirmam a importância de um ensino que atenda as necessidades do mundo contemporâneo mediante a utilização de metodologias que favoreçam o desenvolvimento de competências para formar estudantes cidadãos comprometidos.

Esses pressupostos são relevantes no contexto apresentado, pois para grande parte dos estudantes as disciplinas que constituem a área de Ciências da Natureza (especialmente a Física e a Química) são ‘difíceis’ e a aprendizagem desses conteúdos apresenta uma série significativa de

obstáculos que dificultam ou mesmo impedem a compreensão e apreensão dos conceitos envolvidos (TRINDADE, 1998; BIZZO, 2009).

O ensino de ciências na Educação Básica diante desses desafios necessita superar o modo academicista de ensinar. Esse modelo de ensino, ainda muito presente nas atividades docentes, privilegia a memorização e está desvinculado de questões emergentes da atualidade. Coll, Majós e Goñi (2008) apontam a estreita relação interativa entre o conteúdo, que é objeto de ensino e aprendizagem, a atividade educativa e instrucional do professor e a atividade de aprendizagem dos estudantes para a ocorrência da compreensão significativa dos conceitos ensinados.

Diante das considerações apresentadas, este trabalho tem por objetivo apresentar os resultados da aplicação de uma sequência didática sobre conceitos básicos de Cinemática com aporte teórico na Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003) e no desenvolvimento de competências (ZABALA; ARNAU, 2010). A sequência foi aplicada em uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental, de escola pública estadual localizada em Bom Princípio/RS, na disciplina de Ciências. A turma era constituída por 29 estudantes na faixa etária de 14 a 15 anos de idade. As atividades foram desenvolvidas durante 18 horas-aula.

Aprendizagem Significativa e Ensino de Ciências

Morin (2003) considera que o conhecimento pertinente é aquele que é capaz de situar qualquer informação em seu contexto e, se possível, no conjunto em que está inscrita. Essa afirmação encontra respaldo na Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003) pois para o autor a aprendizagem ocorre quando o estudante atribui significado ao que aprende, incorporando conceitos de forma não arbitrária e não literal ancorados em conhecimentos prévios existentes em sua estrutura cognitiva.

Já Moreira (2006) destaca que nesse processo o estudante utiliza significados já internalizados para captar os novos significados dos materiais educativos. Desse modo, o novo conhecimento integra-se à estrutura cognitiva de forma dinâmica, em que tanto o conhecimento pré-existente (o qual Ausubel denomina de *subsunção*) quanto aquele que está sendo incorporado interagem e tronam-se mais elaborados, mais estáveis e ricos em significado.

A esse processo interativo Ausubel (2003) denomina de assimilação. Por meio de sucessivas exposições “a novos materiais potencialmente significativos, resulta na *diferenciação progressiva* de conceitos ou proposições, no conseqüente aperfeiçoamento de conceitos e proposições” (AUSUBEL, 2003, p. 106) que pode potencializar a ancoragem de aprendizagens significativas posteriores. Dessa forma, o estudante passa a desenvolver significados novos e

diferenciados que poderão auxiliá-lo a resolver significados conflituosos por meio de um processo que o autor denomina de *reconciliação integradora*.

Na aprendizagem significativa o estudante é um elemento ativo, que constrói e produz seu conhecimento. Entretanto, o estudante pode optar por uma aprendizagem mecânica na qual ocorre simples memorização de conceitos e conteúdos. AUSUBEL (2003) estabelece que a aprendizagem pode ocorrer em um *continuum* entre esses dois polos de modo que

[...] uma aprendizagem será mais ou menos significativa quando, além de significar uma memorização compreensiva, for possível sua aplicação em contextos diferenciados e quando puder ajudar a melhorar a interpretação ou a intervenção em todas as situações em que se fizerem necessárias (ZABALA; ARNAU, 2010, p. 94)

Para que ocorra a aprendizagem significativa, Ausubel (2003) estabelece alguns fatores. O primeiro deles refere-se ao que o estudante já sabe, ou seja, a existência de subsunçores.

O segundo fator é a predisposição do estudante para aprender significativamente, pois este pode optar por uma aprendizagem mecânica, por meio da memorização simplesmente. Entretanto, a predisposição não se constitui meramente numa escolha consciente por parte do estudante, pois “muito mais do que motivação, o que está em jogo é a relevância do novo conhecimento para o aluno” (MOREIRA, 2006, p. 18).

Além disso, a ocorrência da aprendizagem significativa está na dependência de que os materiais de ensino sejam potencialmente significativos. Isso quer dizer que os materiais que o professor utiliza no processo de ensino-aprendizagem devem ser capazes de estabelecer uma relação não arbitrária e não literal com os conhecimentos prévios dos estudantes. Ou seja, tais materiais devem propiciar uma ligação coerente entre o novo conteúdo e os conhecimentos anteriores, baseada na adequação e coerência (GOES, 1997).

Dessa forma, aprender significativamente implica na participação ativa do sujeito, sua atividade auto-estruturante (SANTOS, 2011) de modo a possibilitar a aquisição de conhecimentos que não esteja fundamentada na repetição ou cópia dos conhecimentos formulados pelo professor ou pelo livro texto mas que seja produto de uma reelaboração pessoal.

A concepção tradicional do ensino de Ciências não raro produz uma visão distorcida da própria ciência, como conjunto de conhecimentos prontos e imutáveis. Nessa ótica, o foco do ensino dirige-se para a transmissão massiva de conteúdos (CHASSOT, 2003).

Não se espera mais que o ensino de Ciências seja limitado ao acúmulo de informações, mas que deve conduzir o estudante a compreender o aspecto cumulativo e histórico de seu conteúdo bem como seu caráter mutável, comportando rupturas e suas relações com aspectos

sociais, políticos, econômicos e ideológicos das sociedades em que é produzido (KRASILCHIK; MARANDINO, 2007).

O direcionamento dessas questões possibilita definir ações no plano concreto da sala de aula que conduzam as práticas disciplinares a envolver todas as dimensões do indivíduo. A tarefa da escola e, por consequência, a do professor deve estar voltada para “facilitar as estratégias para recolher, selecionar, hierarquizar, interpretar, integrar e transformar a informação” (ZABALA; ARNAU, 2010, p. 81) em uma perspectiva de desenvolvimento de espírito crítico produzindo conhecimento útil para sua intervenção na realidade.

Por outro lado, além dos conteúdos conceituais, isto é, dos conhecimentos historicamente construídos constituintes dos currículos escolares, diversos autores (COLL, 1996; ZABALA; ARNAU, 2010) apontam a importância do desenvolvimento de conteúdos procedimentais, aqueles relacionados ao ‘saber fazer’, envolvendo utilização de técnicas e instrumentos, bem como de conteúdos atitudinais, relativos a valores e atitudes.

O ensino de Ciências nas séries finais do Ensino Fundamental está fortemente vinculado aos conteúdos que são trabalhados nas diferentes disciplinas da área de Ciências da Natureza no Ensino Médio (PASQUALETTO, 2011), sendo importante que os estudantes se apropriem significativamente de conceitos científicos em seus estudos preliminares no Ensino Fundamental. O ensino de Física, em particular, deve permitir que o estudante tenha acesso a conceitos, leis, modelos e teorias que favoreçam a compreensão do mundo natural e do meio em que vive (CARVALHO JUNIOR, 2011).

É papel do professor romper com a inércia de um ensino monótono e descontextualizado, aproveitando a criatividade potencial da atividade docente (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011). Santos (2011, p. 66) enfatiza a importância “de se desafiar os conceitos já aprendidos a fim de que eles se reconstruam mais ampliados e consistentes”. O autor destaca a importância da troca de percepções entre os estudantes, pois essa interação estimula a ampliação de ideias e a testagem de hipóteses pessoais (SANTOS, 2011).

Dessa forma, o ensino de Ciências deve pretender formar estudantes capazes de refletir sobre fenômenos do mundo físico de modo não superficial, apoiados em conhecimentos mais próximos daqueles cientificamente aceitos do que do senso comum (CAMPOS; NIGRO, 2009). Nesse processo, o estudante deve ser estimulado a aprender a aprender, no qual ocorra uma interação entre professor, estudante e material educativo do currículo e com a utilização de uma metodologia centrada no desenvolvimento de competências científicas, tais como modelagem, argumentação, comunicação e validação (MOREIRA, 2017).

Considerando esses pressupostos, para que novos conhecimentos e saberes sejam produzidos, “é necessário um planejamento que implique na realização de atividades para tornar as aulas mais dinâmicas e produtivas” (OLIVEIRA, 2013, p. 53). Para o alcance desse propósito, as sequências didáticas constituem uma estratégia capaz de promover a aprendizagem de diferentes conteúdos de forma eficiente e significativa.

As sequências didáticas surgiram na França nos anos 1980 com o objetivo de melhorar o ensino de língua materna. Segundo Oliveira (2013), no Brasil elas passam a ser trabalhadas a partir da publicação dos parâmetros Curriculares Nacionais – PCN, inicialmente também para o ensino do idioma materno, mas atualmente diferentes áreas do conhecimento utilizam essa técnica didática.

Uma sequência didática é “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” (ZABALA, 1998, p.18). A elaboração de uma sequência didática “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 de ensino-aprendizagem” (OLIVEIRA, 2013, p. 53).

Da mesma forma, diversos autores (ALMEIDA; VALENTE, 2011; MOREIRA, 2017) têm enfatizado o papel do uso de tecnologias educacionais como ferramentas potencializadoras da aprendizagem. Em uma sociedade mutável, em constante transformação, a integração de tecnologias ao currículo pode dar condições a escola de “trabalhar com a mudança, a abertura e a flexibilidade para enfrentar a vida e o trabalho” (ALMEIDA; VALENTE, 2011, p. 33).

Moreira (2017) enfatiza a utilização intensiva de tecnologias de informação e comunicação e propõe que professores e o computador atuem como mediadores para o ensino de Ciências no século XXI. No ensino de Ciências o estudante depara-se com diversos conceitos cuja compreensão exige alto grau de abstração, tornando sua compreensão bastante difícil e, muitas vezes contra-intuitivos (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003). Simulações computacionais possibilitam melhorias na captação e atribuição de significado para esses conceitos e adaptam-se a estudantes de idades, habilidades e níveis de aprendizagem variados (TAVARES, 2005).

Procedimentos Metodológicos

Este estudo tem caráter qualitativo de natureza aplicada. Ao optarmos por essa metodologia consideramos que a sala de aula é o espaço onde ocorre um conjunto complexo de acontecimentos inter-relacionados (NOVAK, 1984) e que constituem uma fonte rica de materiais de pesquisa.

Segundo Moreira (2003) a pesquisa qualitativa tem como característica a imersão do pesquisador no fenômeno de interesse relativo a um grupo de indivíduos em particular. Constituem materiais de pesquisa, nesse caso, registros de eventos, coleta de documentos e análise exaustiva de determinada instância e em que o investigador, por um período de tempo, está em contato com a realidade examinada.

Este trabalho consistiu na elaboração e aplicação de uma sequência didática inspirada nos preceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003) e envolveu uma turma de 27 alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, na disciplina de Ciências, em uma escola da rede pública estadual da cidade de Bom Princípio/RS.

O planejamento e aplicação de sequências de ensino fundamentadas em resultados de pesquisas da área de ensino de ciências e em referenciais teóricos de processos de aprendizagem pode se constituir em uma importante ferramenta para a compreensão do aprendizado e das dificuldades dos estudantes para aprender conceitos relacionados à fenômenos naturais bem como para a organização de estratégias didáticas que possam aperfeiçoar a aprendizagem (CARVALHO JUNIOR, 2011).

A motivação inicial para a elaboração e execução dessas atividades decorreu da constatação que estudantes do Ensino Básico apresentam dificuldades de aprendizagem de conceitos fundamentais da cinemática escalar bem como de suas aplicações na resolução de situações-problema referentes a esse conteúdo.

Os materiais educacionais e estratégias didáticas foram produzidos e selecionados de modo a favorecer o questionamento mediado pelo diálogo e o trabalho colaborativo intercalado com atividades individuais, incentivando o papel ativo e protagonista do estudante.

Antes de iniciar a aplicação da sequência didática foi realizado um pré-teste a fim de se verificar conhecimentos e concepções prévias dos estudantes sobre conceitos presentes nos conteúdos curriculares de cinemática, de acordo com o plano de trabalho da disciplina de Ciências dessa escola. Os dados obtidos nesse pré-teste foram utilizados para a determinação dos objetivos de aprendizagem, planejamento da sequência didática e elaboração das atividades propostas no decorrer de sua implementação. O pré-teste estava estruturado em seis questões.

No decorrer da aplicação da sequência foram abordados conceitos de repouso, movimento, distância e espaço percorrido, tempo, velocidade e aceleração. Na construção desses conceitos foram utilizados diferentes materiais tais como vídeo, aplicativo para telefone celular, figuras com fotografias estroboscópicas e simulações interativas. Os estudantes produziram registros escritos e orais, fotografias em sequência, vídeos e representações em escala. Atividades

de construção de tabelas, representações em escala e análise de gráficos gerados a partir das simulações também foram realizadas.

Na primeira aula foi realizada uma discussão no grande grupo sobre as noções de repouso e movimento a partir das concepções dos estudantes sobre esses conceitos. Um vídeo disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=p-zRw0Meo6k> foi utilizado para introduzir esses conceitos e as ideias apresentadas inicialmente pelos estudantes foram confrontadas com aquelas apresentadas no vídeo.

Como atividade prática, os estudantes utilizaram o aplicativo Pedômetro para determinação de distância percorrida e tempo transcorrido, os quais foram posteriormente utilizados para a construção do conceito de velocidade média. Atividades com o *software* Googlemaps complementaram o trabalho dessa fase inicial.

Nas aulas seguintes, figuras com fotografias estroboscópicas foram utilizadas para ampliação do conceito de velocidade. A partir das medidas realizadas, os estudantes construíram tabelas, gráficos e efetuaram cálculos para determinar a velocidade média dos objetos fotografados e foi introduzida a noção de movimento retilíneo uniforme. Material semelhante serviu ainda para o desenvolvimento do conceito de aceleração e a noção preliminar de velocidade instantânea para caracterizar o movimento variado.

Como fechamento da unidade de ensino, foi proposto aos estudantes que realizassem registros fotográficos de imagens em sequência ou filmagem, as quais posteriormente foram submetidos no *software Tracker* que gerou uma análise numérica e gráfica dos movimentos registrados nos equipamentos.

No final do trimestre os estudantes responderam o pós-teste, cujas respostas foram analisadas e categorizadas, à semelhança do procedimento realizado no pré-teste. As questões desses testes e amostras das atividades realizadas são apresentadas na próxima seção.

A Sequência Didática Desenvolvida

O planejamento e desenvolvimento da sequência didática foi inspirada nos preceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003; ZABALA, 1998), considerando a necessidade de que, no processo de ensino e de aprendizagem é fundamental nos atermos às referências de como o estudante aprende (ZABALA, 1998).

Buscou-se ampliar os significados dos conteúdos de aprendizagem buscando abranger outras tipologias de aprendizagem tais como a fatural e conceitual – o que se deve aprender, a procedimental – o que se deve fazer e a atitudinal – como se deve ser (ZABALA; ARNAU, 2010).

Neste trabalho apresentamos as produções de estudantes relativas a três estratégias utilizadas na sequência: a utilização de um aplicativo para telefone celular denominado *pedômetro*, as figuras com fotografias estroboscópicas e vídeos de objetos em movimento posteriormente analisados no *software* Tracker, o qual gera uma tabela de posições em função do tempo e o respectivo gráfico.

O aplicativo *Pedômetro* foi utilizado para registrar o movimento realizado pelos estudantes enquanto caminhavam por certos trajetos nas proximidades da escola. O aplicativo registra diversos dados, tais como número de passos dados, distância percorrida, velocidade média, entre outros que não eram de interesse para o trabalho. Na Figura 1 apresentamos a interface do aplicativo.

Fig.1 – Interface do aplicativo *Pedômetro*



Fonte: os autores.

A partir dos dados coletados com o uso do aplicativo realizamos questionamentos aos estudantes para que discutissem em pequenos grupos e, posteriormente, socializassem no grande grupo. Nessa atividade foram trabalhadas noções de posição, origem das posições, significado de posição positiva e negativa, fatores que influenciaram na velocidade desenvolvida e como calcular a velocidade média nesse tipo de situação.

Alguns dos questionamentos feitos aos estudantes foram: ao se deslocar 50 metros, que informações adicionais devem ser dadas para que sua localização seja perfeitamente compreendida? Se um colega realizar esse mesmo trajeto, mas com velocidade maior, qual é a grandeza que deverá também se modificar? De que modo? Quais fatores influem na velocidade desenvolvida pela pessoa que caminha? Como podemos determinar a velocidade a partir dos dados que o aplicativo fornece?

A utilização desses questionamentos teve como objetivo estimular o pensamento reflexivo dos estudantes de modo a favorecer o confronto de pontos de vista, a análise crítica dos

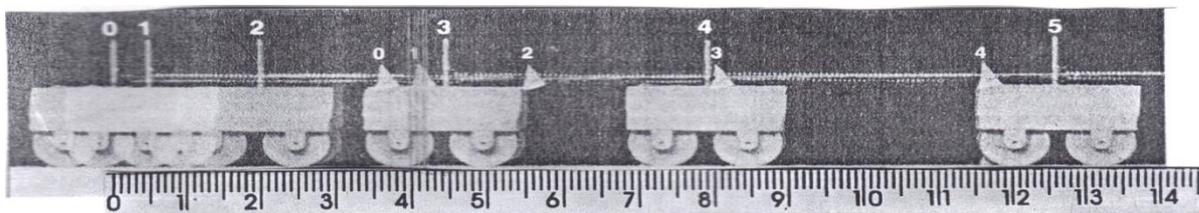
argumentos apresentados pelos pares e a discussão dos limites de validade de conclusões alcançadas.

As produções orais e escritas dos estudantes indicaram que, de modo geral, houve compreensão do significado desses conceitos. Em seus relatos escritos, seis dos nove grupos de estudantes interpretaram corretamente a situação e apresentaram argumentos que demonstraram compreensão significativa dos conceitos. A importância de um referencial e do sentido do movimento foram citados como informações relevantes para a interpretação do movimento de um objeto ou pessoa.

A utilização de figuras contendo fotografias estroboscópicas demonstrou ser uma estratégia eficiente para a aprendizagem de conceitos como velocidade média, a noção intuitiva de velocidade instantânea e de aceleração.

As imagens de objetos em movimento auxiliaram visualização dos deslocamentos e a compreensão das variações das posições em função do tempo. Além disso, nas atividades propostas os estudantes realizaram cálculos com escalas, estabelecendo relações entre as distâncias nos desenhos e as distâncias reais percorridas pelos objetos. A Figura 2 apresenta uma sequência de fotografias estroboscópicas dentre as diversas que foram utilizadas nessas atividades.

Fig. 2 – Fotografia estroboscópica do movimento de um carrinho.



Fonte: MEC/FAE/PREMEN/IFUSP

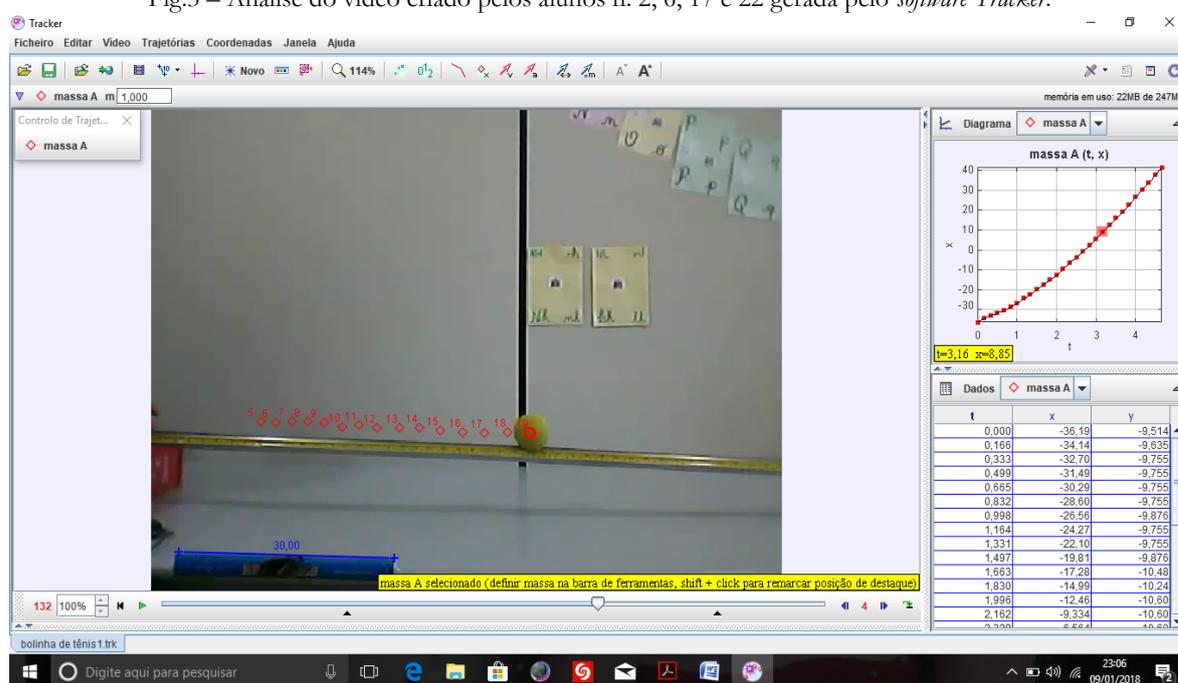
A atividade foi realizada em trios e consistia em medir as distâncias entre duas posições sucessivas dos carrinhos e calcular a velocidade média em cada intervalo de tempo considerado. Depois, em cálculo de aproximação, determinaram a velocidade instantânea em determinadas posições. Cada grupo recebeu figuras diferentes e os cálculos realizados e conclusões transcritos para tabelas em cartazes. Cada grupo apresentou seus resultados ao grande grupo e os cartazes, no final, ficaram expostos na sala.

A interpretação do movimento dos objetos apresentados nas gravuras e fotografias estroboscópicas foi relevante para a aprendizagem, pois a percepção visual oferecida pelas figuras deu suporte para a criação de modelos mentais. Entretanto, alguns alunos ainda apresentavam dificuldades em estabelecer a relação entre o deslocamento efetuado com o intervalo de tempo

em que essa mudança ocorria, ou seja, a expressão da velocidade média e, posteriormente na determinação da velocidade instantânea a partir de uma aproximação simplificada.

Na atividade final da aplicação da sequência foi proposto aos estudantes que, em pequenos grupos, criassem vídeos de objetos em movimento, os quais foram posteriormente inseridos no *software Tracker*. O *software* analisa o movimento e gera uma tabela de posições em relação ao eixo horizontal e vertical em função do tempo transcorrido e apresenta também o gráfico das posições em função do tempo. A Figura 3 apresenta a configuração dada ao vídeo produzido pelo grupo de estudantes n. 2, 6, 17 e 22.

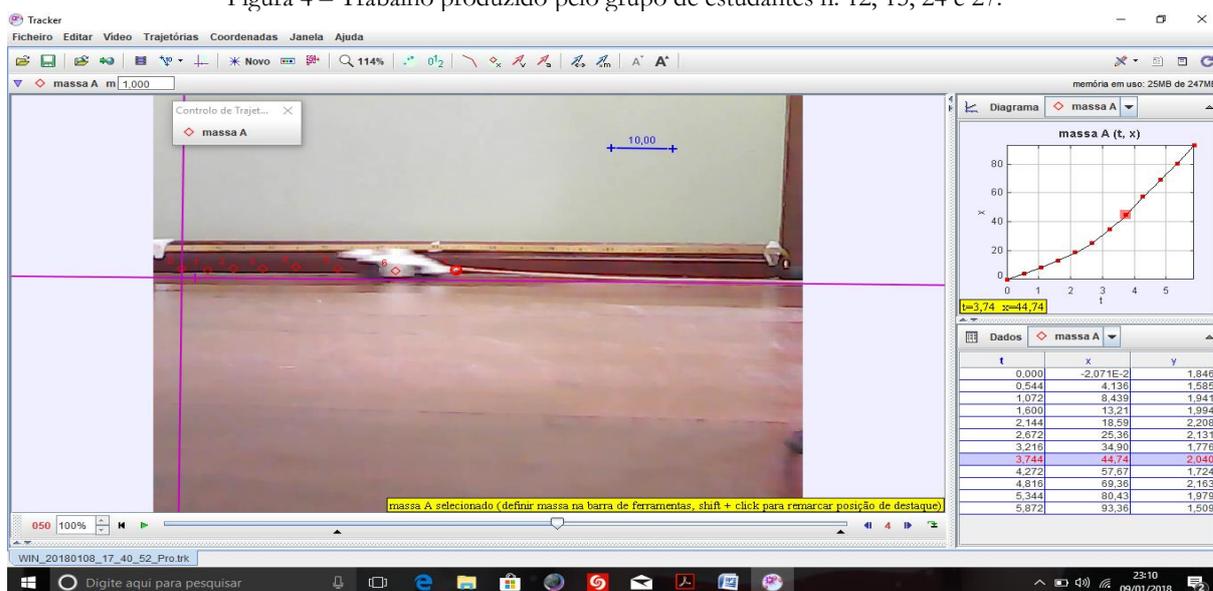
Fig.3 – Análise do vídeo criado pelos alunos n. 2, 6, 17 e 22 gerada pelo *software Tracker*.



Fonte: a pesquisa.

Outro grupo utilizou um carrinho puxado por barbante para ser filmado. A Figura 4 apresenta o trabalho final com a utilização do *Tracker*.

Figura 4 – Trabalho produzido pelo grupo de estudantes n. 12, 15, 24 e 27.



Fonte: a pesquisa.

Essas produções foram apresentadas ao grande grupo e a partir de cada produção os estudantes foram estimulados a expor suas ideias e dúvidas quanto aos resultados obtidos e suas interpretações. Nessas oportunidades também foram realizados questionamentos aos estudantes a fim de que refletissem sobre alguns aspectos significativos em Cinemática: 1- os objetos apresentavam aceleração enquanto se moviam? 2 - Quais as evidências que indicam, no filme, nos dados da tabela e no gráfico, se houve ou não aceleração? 3 - Se no vídeo da bolinha de tênis, em vez de descer a rampa ela fosse impelida a subir, o que seria esperado acontecer? 4 - Por que o gráfico resultou em uma linha curva se o movimento foi retilíneo?

Em relação a esses questionamentos, as duas primeiras questões foram respondidas com relativa facilidade pelos estudantes. Foram apontadas como evidências da existência de aceleração as posições cada vez mais afastadas ocupadas pelos objetos num mesmo intervalo de tempo. A pergunta feita no terceiro questionamento gerou algumas dificuldades quanto à formação de um *modelo* para o movimento ascendente da bolinha, pois somente um dos estudantes formalizou a ideia de um *empurrão* para que ela subisse. A partir dessa ideia, algumas hipóteses foram levantadas, como por exemplo, de que a bolinha perderia *força* e iria diminuindo sua velocidade. Ao questionar-se sobre a aceleração nesse caso, percebeu-se que ainda vários estudantes voltavam a usar a concepção de que acelerar é aumentar a velocidade e, num primeiro momento, argumentaram que na subida a bolinha não teria aceleração

Resultados e Discussão

As questões do pré-teste foram aplicadas uma semana antes do início da implementação da sequência didática. Os comentários das questões não foram realizados com os estudantes, pois

cerca de quarenta dias após o término da sequência, essas mesmas questões foram utilizadas no pós-teste com o objetivo de verificar se ocorreu captação de significados dos conceitos construídos em aula. As respostas dos estudantes às questões foram categorizadas e analisadas em categorias.

A seguir são apresentadas essas questões e as respectivas interpretações dos resultados obtidos em cada uma e estabelecendo um comparativo entre as respostas dadas no pré e no pós-teste. Quando referenciados, os estudantes serão identificados apenas por um número (1, 2, 3 e assim por diante) a fim de preservar a privacidade de cada um.

Na questão 1, apresentada na Figura 5, dezoito estudantes – aproximadamente 67% deles – marcou a opção *b*, possivelmente influenciados pelo valor dado à posição do caminhoneiro naquele instante mencionado na questão. Oito estudantes optaram pela alternativa *c*, talvez pela associação realizada com a proximidade dos valores dados à posição do caminhoneiro (km60) e a distância a uma das cidades adotada como referência (km 90).

Fig.5 – Questão 1 do pré e do pós-teste

Um caminhoneiro em viagem pela Rodovia RS122 que liga Caxias do Sul (km 0) a Portão (km90), informa por rádio que no momento encontra-se em São Sebastião do Caí (km 60). Isso significa que, certamente, o caminhoneiro:

a) está se aproximando de Caxias do Sul.
b) percorreu 60 km até aquele momento. c) está indo para Portão. d) parou em São Sebastião do Caí.
e) está, ao longo da rodovia, a 60 km de Caxias do Sul.

Fonte: os autores.

As respostas analisadas evidenciam que os estudantes apresentam dificuldade em estabelecer relações entre posições a partir de referenciais bem como compreender relações de movimentos levando em conta a direção e o sentido do deslocamento.

Os resultados obtidos no pós-teste evidenciam uma melhora significativa na compreensão desses conceitos, pois doze estudantes assinalaram a alternativa *e* enquanto que os demais quinze estudantes ainda optaram pelas respostas apresentadas em *b* e *c*. A dificuldade de compreensão de conceitos como espaço e tempo têm relação com as acepções que os indivíduos constroem sobre esses conceitos, considerados como alicerce do estudo da Cinemática, já que não são apenas “conhecidos, mas também *sentidos* e a relação dos sujeitos com essas entidades fundamentais da Física são, antes de tudo, carregadas de intuição e subjetividade” (RAMOS e SCARINCI, 2013, p. 10).

Na questão 2 buscou-se verificar a capacidade dos estudantes em avaliar medidas de velocidade e a compreensão do significado de unidades de medida dessa grandeza. A questão 2 está apresentada na Figura 6.

Fig.6 – Questão 2 do pré e do pós-teste

02. Usando como referência a velocidade média dos carros que andam pelas ruas de nossa cidade, uma velocidade de 30 km/s pode ser considerada alta ou baixa? Por que?

Fonte: os autores.

Cerca de 81% dos estudantes, vinte e dois deles, afirmaram que a velocidade citada era baixa. Nas justificativas apresentadas, os estudantes em sua maioria argumentaram que o limite de velocidade nas ruas era maior que esse valor.

Nas respostas dadas observa-se que os estudantes, em sua maioria, não deram atenção à unidade de tempo ou não compreenderam o significado da unidade de velocidade. Além disso, percebe-se que eles possuem uma concepção errada sobre os limites de velocidade em vias urbanas, especialmente aqueles estabelecidos para as vias de cidades de pequeno porte nas quais, de modo geral, as velocidades devem ser baixas.

No pós-teste, foi possível observar avanços nessas concepções, pois 85% dos estudantes argumentou que a velocidade seria excessiva já que “o tempo de 1 segundo é muito pequeno e para andar 30 km assim o carro devia estar numa velocidade enorme” (estudante 12). Ou, como ponderou outro estudante, “muito rápido, quase num piscar de olho o carro teria andado uma distância maior que uma de ida e volta daqui até o Caí” (estudante 19).

Nesta questão 3 (Figura 7) avaliamos a compreensão do conceito de velocidade média por parte dos estudantes. A intenção não foi de averiguar a capacidade de resolvê-la matematicamente por meio da equação correspondente, visto que não era conhecida por eles. O objetivo foi de verificar se os estudantes eram capazes de estimar um resultado com base no raciocínio proporcional.

Fig.7 – Questão 3 do pré e do pós-teste

03. Para ir de um ponto A até um ponto B, distantes 200 m, um carro com velocidade média de 20 km/h demorou 36 s. Outro carro percorrerá esse mesmo trajeto. Se o motorista desse segundo carro quiser reduzir o tempo de viagem pela metade, qual deverá ser a sua velocidade média? Explique seu raciocínio.

Fonte: os autores.

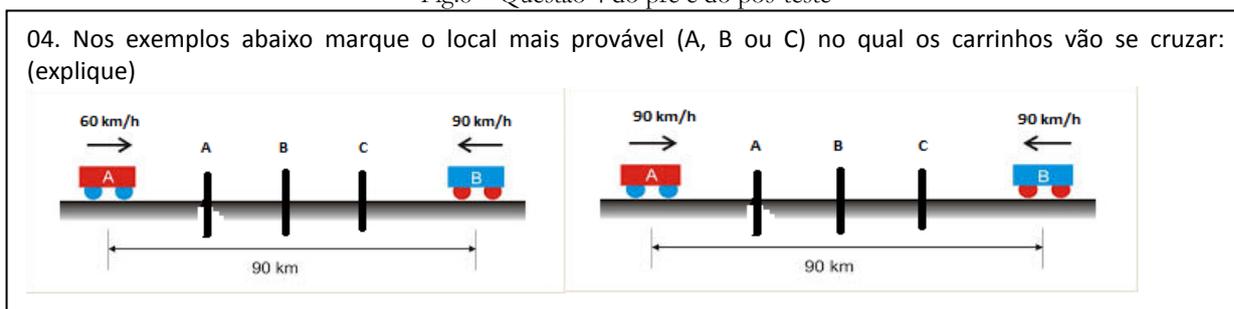
Os resultados indicados pelos estudantes apresentaram uma boa capacidade de relacionar a velocidade média com o tempo gasto num percurso mediante o uso da proporcionalidade. Apenas dois - aproximadamente 7% dos estudantes - não forneceram resultado correto para a questão, pois utilizaram proporcionalidade direta nessa relação.

Das respostas dadas corretamente, todas as justificativas foram considerando que “para levar menos tempo se andar o mesmo caminho, o motorista tem que fazer o carro andar mais ligeiro” (Estudante 11) ou, ainda, “pra levar a metade do tempo, tem que andar com o dobro da velocidade, que ia ser então de 40 km/h (Estudante 18).

No pós-teste as respostas dadas apresentaram índices aproximadamente iguais aos resultados do pré-teste. Nesta segunda etapa vinte e cinco estudantes utilizaram a equação correspondente para o cálculo da velocidade média para resolver os problemas. Ainda que os argumentos apresentados nas respostas fossem semelhantes àqueles dados no pré-teste, observou-se erros em relação à utilização da fórmula. Cinco desses estudantes realizaram os cálculos sem uniformizar as unidades de medida e obtendo valores diferentes daqueles apresentados na argumentação. Um dos estudantes escreveu que “sei que pela lógica a velocidade tem que dobrar, mas não deu certo usando a fórmula” (Estudante 9).

A questão 4 também abordou o raciocínio proporcional relativo ao ponto de encontro entre dois móveis que se deslocam em sentidos contrários, conforme apresenta na Figura 8.

Fig.8 – Questão 4 do pré e do pós-teste



Fonte: os autores

Confirmando a compreensão do caráter proporcional da velocidade média, nesta questão também a grande maioria dos estudantes – 21 deles – acertaram o local do encontro dos dois carrinhos: o ponto A no primeiro caso e o ponto B no segundo.

A explicação para as respostas demonstraram o raciocínio proporcional utilizado: “vai ser no lugar A porque o carrinho B anda bem mais rápido do que o carrinho A” (Estudante 7). “Vai ser bem no meio do caminho (B) porque os dois carrinhos andam igualmente rápido, então eles se cruzam no meio da estrada que estão andando” (Estudante 15). No pós-teste vinte e quatro estudantes responderam a questão com argumentos corretos.

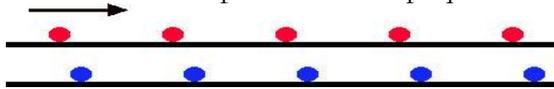
Em relação a essa questão, no pós-teste houve um aumento no número de respostas corretas – de 77% no pré-teste para 89% no teste final – confirmando melhoria na compreensão dos conceitos envolvidos na situação apresentada. Além disso, dos vinte e quatro estudantes que responderam corretamente a questão, onze deles apresentaram cálculos, com a utilização da

fórmula da velocidade média, indicando a distância a partir dos pontos de origem dos movimentos em que os carrinhos do segundo desenho se encontrariam.

A questão 5 abordava a relação entre velocidade e posição de duas pequenas esferas se deslocando paralelamente em trajetórias horizontais. Essa questão é apresentada na Figura 9.

Fig. 9- Questão 5 do pré e do pós-teste

05. O desenho abaixo mostra as diferentes posições ocupadas por duas bolinhas durante seu movimento num plano horizontal. O tempo transcorrido entre uma posição e outra é igual para as duas. Qual delas está se movendo mais rapidamente? Explique.



. Fonte: os autores

Nesta questão 100% dos estudantes responderam que a bolinha azul estava se deslocando com velocidade maior, pois estava sempre à frente da vermelha durante o movimento. Essa percepção demonstra que os estudantes têm dificuldade em diferenciar conceitos como posição e velocidade, associando um e outro praticamente como sinônimos (TROWBRIDGE; McDERMOTT, 1980) em situações semelhantes à que foi apresentada na questão.

No pós-teste, onze estudantes, aproximadamente 41% deles, argumentaram que as duas bolinhas apresentavam a mesma velocidade, pois se de uma posição à outra “o tempo é igual e pelo desenho os espaços entre as bolinhas parece que são iguais também, então elas estão andando com a mesma velocidade” (Estudante 18).

A questão 6, apresentada na Figura 10, avalia o conceito de aceleração.

Fig.10– Questão 6 do pré e do pós-teste.

06. Dois carros estão andando em um trecho em linha reta de uma estrada mantendo as suas velocidades sem variação durante 2 minutos. As figuras abaixo indicam as velocidades com que andam esses carros. Qual deles, nesse intervalo de tempo, você considera que esteve acelerado? Por que?



Fonte: os autores

Todos os estudantes afirmaram em suas respostas que o carro que andava a 120 km/h estava acelerado, pois estava com velocidade maior. Esse resultado confirma dados obtidos em diversos estudos (TROWBRIDGE; McDERMOTT, 1981; HALLOUN; HESTENES, 1985) sobre concepções espontâneas de estudantes sobre o conceito de aceleração. Esses estudos evidenciaram a existência de pré-conceitos construídos de que acelerar significa andar em alta

velocidade. A formação desse conceito possivelmente está associado a diversas situações do cotidiano nas quais se emprega *aceleração* como sinônimo de *rapidez*.

No pós-teste vinte e dois estudantes, ou 81% deles, responderam corretamente a questão, argumentando que no contexto apresentado na questão nenhum dos carros estava acelerado pois não estavam mudando suas velocidades e estavam andando em linha reta.

A compreensão desse conceito ficou evidente, também, em outras situações – problema apresentadas no decorrer da sequência didática, confirmando a aprendizagem do conceito, pois a grande maioria dos estudantes conseguiu identificar a ocorrência - ou não - de aceleração em diferentes contextos, com argumentos coerentes.

A prevalência da ideia de que acelerar é andar rápido em cinco dos estudantes, mesmo após a realização das atividades da sequência didática, confirma evidências demonstradas nos estudos citados de que as concepções espontâneas são resistentes a mudanças e costumam permanecer na estrutura cognitiva dos estudantes mesmo após serem confrontadas com o saber cientificamente aceito. De acordo com Horton (2007, p. 6), “as novas informações e ideias que o aluno recebe são reinterpretadas e rearranjadas para se adequarem a esse modelo”. Ou seja, tornam-se estáveis e difíceis de serem modificadas.

Considerações Finais

A aplicação da sequência didática gerou resultados positivos na aprendizagem dos estudantes. A utilização de materiais diversificados em situações em que os estudantes planejavam estratégias, levantavam hipóteses e interpretavam os resultados obtidos, demonstrou ser um fator motivador para a predisposição para aprender (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2006).

A tarefa final foi pedagogicamente um momento importante, pois possibilitou o desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais, tais como planejar, executar e saber utilizar os recursos que o *software* disponibiliza, além de conteúdos atitudinais para organização e execução do trabalho cooperativo.

As atividades com as fotografias estroboscópicas bem como as produções com o uso do *Tracker* facilitaram a compreensão dos conceitos de velocidade e de aceleração, possibilitando a realização de experimentos utilizando recursos com os quais os estudantes estão familiarizados, como câmeras digitais e *softwares*. A utilização de tecnologias sem dúvida é aliada do professor para qualificar o processo de ensino-aprendizagem (ALMEIDA; VALENTE, 2011). Entretanto, seu uso deve estar alinhado aos propósitos educacionais e inserido de modo potencialmente significativo nas atividades realizadas pelos estudantes (MOREIRA, 2006).

Atividades que promovam a interação social e a reflexão crítica sobre os conteúdos ensinados (ARAÚJO; VEIT, 2009) são características fundamentais para que os conteúdos ensinados adquiram significado e sejam incorporados à estrutura cognitiva do estudante (AUSUBEL, 2003).

Nos diferentes momentos da execução da sequência buscou-se privilegiar as perguntas em vez de fornecer respostas (MOREIRA, 2017), descentralizando a hegemonia do livro didático e do excessivo enfoque algébrico (CARVALHO JÚNIOR, 2011) que a maioria desses livros e professores trata no estudo da Cinemática.

Não restringindo sua ação pedagógica apenas à transmissão de conhecimento, apresentadas como verdades absolutas e acabadas (BRASIL, 2013), a escola e o professor propiciam aos estudantes o encontro com um mundo mais amplo e diverso que o seu. Nessa premissa fica implícita, também, a importância de possibilitar aos estudantes vivências de situações que não tentem abolir o erro ou os resultados não previstos pela Ciência.

O processo avaliativo, tanto dos estudantes como da própria sequência didática, foi fundamentado na avaliação mediadora (HOFFMANN, 1991). Essa forma de avaliação possibilitou a ampliação do processo avaliativo, abrangendo não apenas a dimensão cognitiva mas também aspectos procedimentais e atitudinais (ZABALA; ARNAU, 2010). Dessa forma, a avaliação buscou compreender como cada estudante aprende, oferecendo condições para a modificação e melhora contínua da aprendizagem, acompanhando o processo e informando ao estudante as considerações ao longo de toda aplicação da sequência.

Sendo de caráter formativo, os resultados da avaliação serviram para a re-avaliação constante dos procedimentos didáticos e metodológicos, na compreensão dos avanços alcançados, dificuldades de aprendizagem e orientando a tomada de decisões por parte do professor.

Considerando o pressuposto de que o sujeito adquire um conceito quando é capaz de dotar de significado um material ou informação isso equivale a traduzir esse conceito com suas próprias palavras (MUNICIO; CRESPO, 2000). Nessa perspectiva, a análise das produções orais e escritas realizadas pelos estudantes fornece indícios de apreensão dos conceitos básicos de Cinemática trabalhados na sequência didática, sinalizando a ocorrência de aprendizagem significativa.

O conteúdo trabalhado na sequência e as atividades propostas foram considerados, na opinião dos estudantes, relevantes e interessantes. Afirmaram que um modelo de aula diferenciado foi motivante e que sentiram-se mais motivados para aprender e realizar as tarefas

do que em séries anteriores quando o professor apenas expunha “oralmente o conteúdo e não utilizava materiais que ajudassem a aprender melhor (Estudante 8).

Ainda que o trabalhado realizado possa ser considerado bem sucedido, sabemos que o tema não se esgota nesta pesquisa, bem como não se pretende considerá-lo um modelo, pois sendo uma construção, requer adaptações e modificações necessárias às características dos estudantes para a criação de condições adequadas ao contexto de sua aplicação.

Referências

ALMEIDA, M. E. B; VALENTE, J. A. **Tecnologias e currículo: trajetórias convergentes ou divergentes?** São Paulo: Paulus, 2011.

ANDRE, M. E. D. A.; PESCE, M. K. de. Formação do professor pesquisador na perspectiva do professor formador. **Revista Brasileira de Pesquisa de Formação de Professores**. v. 4, n. 7. dezembro de 2012. Disponível em: <<http://formacaodocente.autenticaeditora.com.br/artigo/exibir/12/54/1>>. Acesso em 22mar2016.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos:** uma Perspectiva Cognitiva. Lisboa: Plátano. 2003.

BIZZO, N. **Ciências:** fácil ou difícil? São Paulo: Biruta. 2009.

CAMPOS, M. C. DA C.; NIGRO, R. G. **Teoria e prática em ciências na escola.**São Paulo: FTD. 2009.

CARVALHO, A. M. P. DE; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências:** tendências e inovações. 10 ed. São Paulo: Cortez. 2011.

CARVALHO JUNIOR, G. D. de. **Aula de física:** do planejamento à avaliação. São Paulo: Editora Livraria da Física. 2011.

COLL, C.; MAJÓS, M. T. M.; GOÑI, J. O. Análisis de los usos reales de las TIC en contextos educativos formales: una aproximación socio-cultural. In **Revista Electrónica de Investigación Educativa**. vol 10, n. 1, 2008. Disponível em: <http://scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1607-40412008000100001&script=sci_arttext>. Acesso em 25ago2015.

DEMO, P. **Habilidades e competências no século XXI.** Porto Alegre: Mediação. 2010.

GOES, J. B. de. Aprendizagem escolar: alguns aspectos esquecidos. In **Revista Akropolis**. v. 5, n. 19. 1997. Disponível em: <<http://revistas.unipar.br/index.php/akropolis/article/viewFile/1699/1741>>. Acesso em 10mar2016.

GROENWALD, C. L. O.; SEIBERT, T. E. Projetos de trabalho no ensino básico: experiências em educação matemática. In BAYER, A.; FARIAS, M. E.; GELLER, M. (orgs). **A pesquisa em ensino de ciências e matemática: alguns caminhos percorridos.** Canoas/RS: ULBRA. 2011.

HOFFMANN, J. M. L. **Avaliação: mito e desafio uma perspectiva construtivista**. Educação e Realidade. Porto Alegre. 1991.

KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de ciências e cidadania**. São Paulo: Moderna. 2007.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU. 1986.

MEC/FAE/PREMEN/IFUSP. **Projeto de Ensino de Física**. São Paulo: Editora do Brasil, 1984.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa Subversiva. In Estudos: **Periódico do Mestrado em Educação da UCDB**. Campo Grande-MS, n. 21, p.15-32, jan./jun. 2006.

_____. Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea. In: **Revista do Professor de Física**. v. 1, n. 1. 2017.

_____. **Pesquisa em ensino: aspectos metodológicos**. 2003. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/pesquisaensino.pdf>> Acesso em 28 ago 2015.

MORIN, E. **A Cabeça Bem-Feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. 8 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2003.

MUNICIO, J. I. P.; CRESPO, M. A. G. **Aprender y enseñar ciência: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico**. 2 ed. Madrid: Ediciones Morata. 2000.

NOVAK, J. D. (1984). **Aprender a Aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

OLIVEIRA, M. M. de. **Sequência didática interativa no processo de formação de professores**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.

PASQUALETTO, T. I. **Ensino de Física no 9º ano: uma proposta metodológica com projetos desenvolvidos a partir de situações-problema**. Dissertação de Mestrado. UFRGS. Porto Alegre. 2011.

RAMOS, T. A.; SCARINCI, A. L. Análise de concepções de tempo e espaço entre estudantes de ensino médio, segundo a epistemologia de Gaston Bachelard. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 13, n. 2. 2013.

SANTOS, J. C. F. dos. **Aprendizagem significativa modalidades de aprendizagem e o papel do professor**. 4 ed. Porto Alegre: Mediação. 2011.

TRINDADE, J. Dificuldades na aprendizagem de física: algumas notas. **Ciência e Tecnologia**. 1998. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/234026609_Dificuldades_na_Aprendizagem_de_Fisica_-_Alguna_notas>. Acesso em 15 março 2016.

_____. Investigation of student understanding of the concept of acceleration in one dimension. **American Journal of Physics**, 49 (3). 1981.

VILLAS BOAS, V; MARTINS, J. A.; GIOVANNINI, O.; SAUER, L. Z.; BOOTH. I. A. S. (orgs.). **Aprendizagem baseada em problemas: estudantes de ensino médio atuando em contextos de ciências e tecnologia**. Brasília/DF: ABENGE. 2016.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed. 1998.

ZABALA, A.; ARNAU, L. **Como aprender e ensinar competências**. Porto Alegre: Artmed. 2010.