

**UMA ESTRATÉGIA CONSTRUTIVISTA E INVESTIGATIVA PARA O ENSINO DA
ÓPTICA**
(An investigative and constructivist strategy for the teaching of Optics)

Jorge Valadares

Universidade Aberta – Lisboa, Portugal
jorgevaladares@netcabo.pt

Fédora Fonseca

Centro de Estudos de Ciências e Matemáticas para o Ensino
E. S. S. João do Estoril – S. João do Estoril, Portugal
FedoraFonseca@mail.pt

Resumo

Esta comunicação diz respeito a um trabalho de pesquisa centrado na aprendizagem da Física, preparado metodologicamente com base no Vê do conhecimento ou Vê de Gowin. O objectivo da pesquisa foi a concepção, aplicação e avaliação de uma estratégia para o ensino da Óptica no 8.º Ano de escolaridade. Para atingir este objectivo começámos por procurar respostas para as seguintes questões-foco: (1ª) Que sequência temática escolher na área da Óptica para que sejam respeitados os princípios e os mecanismos em que assenta a aprendizagem significativa?; (2ª) Que dificuldades se levantam à implementação de boas actividades no ensino dessa área temática?; (3ª) Que ambiente e estratégia adoptar para uma boa eficácia na aprendizagem da Óptica?

A primeira parte desta comunicação corresponde à componente conceptual da pesquisa que nos permitiu definir o ambiente, a sequência temática e a estratégia a adoptar. A segunda parte refere-se à componente metodológica da pesquisa que consistiu em submeter a estratégia concebida à experimentação num ambiente construtivista de aprendizagem. Nesta comunicação pretende-se detalhar o modo como decorreu a pesquisa e apresentar os principais juízos que foram formulados com base nela.

Palavras-chave: construtivismo, aprendizagem significativa, ambientes construtivistas

Abstract

This communication regards research work on the teaching of Physics, which was methodologically based on the Vee diagram or Gowin's Vee. The objective of the research was to give some answers to the following focus questions: (1ª) Which didactic sequence should be chosen, in what regards optics, so that the basis and mechanisms in which meaningful learning is set will be respected?; (2ª) What difficulties show up concerning the implementation of good activities in the teaching of this thematic area?; (3ª) Which environment and strategy should be adopted to achieve efficiency in the learning of optics?

The first part of this communication respects to the conceptual component of research that allowed us to start answering the first two questions and consequently to define the environment, the didactic sequence and the strategy to adopt. The second part of the research concerns to the active or methodological component, which consisted in an experimental research involving the use of a constructivist and investigative strategy planned in advance. With this communication we want not only to show, in detail, how the research was undertaken, but also the main claims resulting from it.

Keywords: constructivism; meaningful learning; constructivist environments

A fundamentação da pesquisa

Num ensino voltado para a preparação para a vida activa, é importante a aprendizagem dos processos cognitivos e não meramente dos conteúdos. Por outro lado, a implementação de técnicas capazes de favorecer uma aprendizagem deveras significativa torna-se relevante em todos os domínios abarcados pela escola, desde a leitura, à escrita, e aos restantes domínios do saber. Quanto maior for o conhecimento que os alunos possuem dos modos de representação do saber e dos processos cognitivos, tanto mais eles terão vontade de aprender, e tanto mais serão capazes de encarar a escola como um ambiente propício à sua valorização e preparação para a vida activa. Nesta pesquisa decidimos, pois, adoptar algumas formas de representar o conhecimento com base em técnicas representacionais que a nossa experiência e a nossa pesquisa nos tem indicado como de grande utilidade para a vida escolar, porque estimulam:

- o conhecimento do professor sobre as representações dos alunos;
- o conhecimento dos alunos sobre as suas próprias representações;
- a aprendizagem significativa.

Uma pesquisa alicerçada no Vê do conhecimento

O Vê do conhecimento ou Vê de Gowin é um instrumento que nos apoia na estruturação de um processo de conhecimento numa perspectiva construtivista. Foi idealizado por Gowin em 1970 (Novak e Gowin, 1988) para ilustrar a interacção entre os elementos conceptuais, procedimentais e atitudinais envolvidos no conhecimento de um determinado assunto, como respostas a uma ou mais perguntas fulcrais e orientadoras desse processo. O instrumento é heurístico, pois auxilia na resolução de problemas. É também epistemológico, porque permite entender a estrutura da produção do conhecimento e as componentes fundamentais dessa produção. O Vê de Gowin revela-se fundamental para dar significado ao conhecimento que se vai construindo. Gowin (1970) concebeu o Vê de modo a que todos os seus elementos interagissem uns com os outros no processo da construção do novo conhecimento. Decidimos, pois, adoptá-lo como suporte global desta pesquisa.

Mas o Vê de Gowin também se tem revelado muito útil na planificação e análise do ensino por parte do professor, permitindo elaborar o currículo e estruturar a experiência educativa de tal modo que quer o professor quer o aluno tenham de prestar uma atenção especial aos temas do metaconhecimento, qualquer que seja o contexto da aprendizagem. E, sendo o trabalho de campo de índole experimental, não nos esquecemos que o Vê teve origem remota na preocupação de Gowin em que os alunos tirassem o maior aproveitamento dos laboratórios de ciências e a nossa própria experiência tem revelado que, de facto, ele é um instrumento poderoso na área laboratorial. E, para além disso, o Vê tem-se revelado útil em muitos contextos distintos do trabalho experimental. É também uma estratégia útil para conceber programas de instrução, podendo facilitar a definição dos conhecimentos a serem utilizados. Por este motivo, decidimos também recorrer ao Vê em actividades de sala de aula respeitantes a esta pesquisa.

Os elementos que compõem o Vê, questões-foco e objectos/acontecimentos, visões do mundo e filosofias, teorias e princípios, conceitos e registos, transformações de registos e juízos de conhecimento e de valor interactivam de modo a estruturar todo o conhecimento (Gowin, 1970, Moreira e Buchweitz, 1993, Valadares, 1995). Tal como a análise histórica nos mostra (Valadares, 2000), na construção do conhecimento verifica-se que:

- Os valores aceites interferem nas visões do mundo e filosofias e estas, por sua vez, são relevantes não só nos conceitos, princípios e teorias como na formulação de novos juízos cognitivos e de valor.

- As teorias, princípios e conceitos de que o investigador dispõe interferem no modo como conceptualmente e metodologicamente ele aborda os objectos/acontecimentos, atribui significado aos registos e transforma estes de modo a formular juízos cognitivos e de valor e estes, por sua vez, vão contribuir para o refinamento dessas teorias, princípios e conceitos.
- As teorias são o produto de investigações teórico-experimentais anteriores, mas são também influenciadas por visões do mundo e por convicções filosóficas.
- Etc.

A ciência é um processo, um devir, em que o novo conhecimento se vai construindo sobre o conhecimento anterior. Este processo de construção poderá ser traduzido por uma sequência de Vês de conhecimento - parada de Vês (Novak, 1998, p. 95). Numa parada de Vês, os elementos da componente metodológico- experimental de um Vê acabam por estar na origem dos elementos da componente teórico- conceptual de outro Vê.

Este instrumento, como o seu nome indica, assume a forma de um “Vê”. O seu vértice aponta para os acontecimentos e objectos e é reflectindo em torno destes que se constrói o conhecimento, com base na formulação de questões-foco.

No lado esquerdo do Vê relacionam-se todos os aspectos teórico-conceptuais que, de forma mais ou menos explícita, contribuem para a reflexão sobre os acontecimentos e objectos a conhecer, para as observações e registos a fazer, para as transformações destes de modo a retirar conclusões válidas e para os juízos que respondem às questões-foco e reflectem o valor destas respostas com base no valor de todo o processo que a elas conduziu.

No lado direito do Vê registam-se os dados resultantes das observações feitas, as transformações produzidas nesses dados de modo a extrair deles significados, os juízos cognitivos como respostas às questões foco e os juízos de valor relacionados com todo o processo de investigação efectuado.

A figura seguinte - Figura 1- mostra o diagrama em “Vê” que serviu de base para esta investigação. Ele foi construído tendo por base o Vê que consta do livro de Mintzes, Wandersee e Novak, (2000, p. 35) .

A «visão global» subjacente à pesquisa

Nesta pesquisa assumimos algumas convicções sobre a educação em Física e, em particular, sobre a formação no domínio da Óptica, alicerçadas num paradigma construtivista em que continuamos a acreditar.

A educação em Física, e, em particular, no domínio da Óptica, quando bem orientada, ajuda cada aluno a progredir no seu conhecimento do mundo físico, usando como base o conhecimento que já possui, preparando-o para viver melhor em sociedade. De facto, tal educação ajuda os jovens a compreenderem os processos científicos, e a desenvolverem as suas capacidades, atitudes e habilidades científicas tão úteis na sua vida futura. Consideram-se capacidades científicas o poder mental adequado para conhecer, compreender e realizar actividades científicas. Uma capacidade científica é por exemplo, a capacidade de ser capaz de encarar situações novas com espírito aberto. É a capacidade de ser curioso em relação ao desconhecido. É também o poder mental que cada um deve desenvolver de modo a ser capaz de, criticamente, analisar situações científicas, afirmações, problemas, documentos, resultados experimentais, etc. Para além da compreensão de certos factos, conceitos e princípios, a educação em Física é uma excelente forma de desenvolver um «espírito científico», crítico e construtivo, dotado de certos “skills” ou habilidades mentais e práticas, que são específicas das disciplinas científicas e que lhe vão ser úteis no mundo de hoje.

Domínio Conceptual (Pensamento)

Visão Global

É importante, no mundo actual, uma educação científica de sucesso.

Os conhecimentos de Óptica são importantes nos mais variados domínios.

Filosofia/ Epistemologia

Uma epistemologia construtivista trivial.

Teorias

Teoria da aprendizagem significativa.

Princípios e Leis

O ensino da ciência deve perspectivar-se com base na inter-relação entre a ciência, a tecnologia e a sociedade.

O trabalho experimental é fundamental quando encarado numa perspectiva epistemologicamente correcta.

O ensino deve apontar não só para o enriquecimento dos conceitos, mas também para o desenvolvimento de atitudes científicas e valores.

Conceitos

Construtivismo trivial.

Aprendizagem Significativa.

Óptica, luz e fonte de luz.

Corpo transparente, translúcido e opaco.

Sombra e penumbra.

Meio óptico.

Raio luminoso e feixe de luz.

Fotão

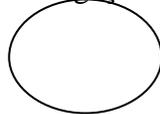
Onda, frequência e

comprimento de onda.

Questão-Foco

Como conceber uma estratégia eficiente para o ensino da Óptica no 8º Ano?

Interligação



Activa

Domínio Metodológico (Acção)

Juízos de Valor

Valor dos resultados de investigação.

Pistas para outras possíveis investigações resultantes desta investigação.

Juízos Cognitivos

Generalizações que servem de respostas à questão foco.

Transformações dos registos

Análise de conteúdo.
Estatística descritiva elementar.

Dados/Registos/Factos

Resultados obtidos no trabalho de campo.

Acontecimentos/Objectos

Inquéritos (pré-teste, pós-teste).

Protocolo experimental utilizado numa perspectiva construtivista e investigativa (utilizado como estratégia na turma experimental).

Entrevista à professora dos alunos da amostra.

A filosofia adoptada

A posição filosófica que assumimos pode considerar-se construtivista trivial. Rejeita qualquer visão empirista e céptica da ciência, mas também visões racionalistas, idealistas e dogmáticas, que desprezam o enorme poder do mundo experiencial e abdicam do princípio da correspondência entre as construções científicas sobre a realidade e esta mesma realidade (construtivismo radical). Vem na sequência da filosofia criticista e apriorística de Kant (1994), que superou de modo conclusivo o racionalismo do século XVII e o empirismo inglês do século XVIII e que, no dizer de Hessen (1987, p. 55), na questão da possibilidade do conhecimento válido é “a única posição justa” e que, na questão da origem do conhecimento, de um modo dialecticamente superador, “considera a experiência e o pensamento como fontes do conhecimento” (idem, p. 77). Em coerência, rejeita também as visões empírico-indutivistas e positivistas, porque acabam por ser formas mascaradas de empirismo e cepticismo. A conhecida concepção popperiana do conhecimento científico como uma conjectura provisória, susceptível de reformulação, mas sem abdicar de um saudável realismo e de uma certa objectividade, conduzem-nos a defender uma pedagogia centrada no aluno, assente nas dimensões epistemológica e psicológica da ciência.

As teorias e princípios adoptados

É sabido que o primeiro conhecimento, as primeiras ideias, surgem na criança, desde muito cedo. Sobre estas ideias ela vai construindo e reconstruindo novas ideias, à medida que vai ocorrendo o seu desenvolvimento intelectual, fortemente condicionado por factores de ordem biológica, sócio-cultural e psicológica. Concordamos com Vygotsky (1977, p. 31-50, 1998) que esta construção é muito influenciada pelas experiências de aprendizagem pelas quais a criança vai passando.

A teoria que iluminou este trabalho é a Teoria da Aprendizagem Significativa. Segundo ela, aprender ciência é um processo de activa construção cognitiva onde o que o aluno já sabe é tão ou mais importante do que o que de novo vai descobrir (Ausubel, 1981).

Para que uma aprendizagem eficaz ocorra, ela deve ser significativa, o que exige que seja vista como a compreensão de significados. Para tal, os conhecimentos a aprender devem ser relacionados com experiências anteriores e vivências pessoais dos alunos, permitindo a formulação de problemas de algum modo desafiantes que incentivem o aprender mais. O estabelecimento de diferentes tipos de relações entre factos, objectos, acontecimentos, noções e conceitos, desencadeando modificações de comportamentos, contribui para a utilização do que é aprendido em diferentes situações. A aprendizagem significativa tem de ser assumida como um processo dinâmico que exige acções de ensino direccionadas para que os alunos aprofundem e ampliem os significados elaborados mediante as suas participações nas actividades de ensino e aprendizagem. Nesta concepção, o ensino é um conjunto de actividades sistemáticas, cuidadosamente planeadas, em torno das quais o conteúdo e a forma se articulam inevitavelmente e nas quais o professor e o aluno compartilham parcelas cada vez maiores de significados com relação aos conteúdos do currículo escolar, ou seja: o professor conduz as suas acções para que o aluno participe de tarefas e actividades que o façam aproximar cada vez mais dos conteúdos que a escola tem para lhe ensinar.(Gowin, 1981).

O processo de aprendizagem significativa não se relaciona apenas a aspectos cognitivos dos sujeitos envolvidos nesse processo, mas também está intimamente relacionada com as suas referências pessoais, sociais e afectivas. Neste sentido, afecto e cognição, razão e emoção

compõem-se numa perfeita interacção para actualizar e reforçar, romper e ajustar, desejar ou repelir as novas relações, com criação de novos significados na rede de conceitos de quem aprende. Por este motivo, a aprendizagem não ocorre da mesma forma para todos os alunos. Pelo contrário, interferem nesse processo as diferenças individuais, o perfil de cada um, os estilos pessoais de aprender, o que nos remete para muitas outras variáveis de interferência na aprendizagem significativa, entre as quais destacamos a concepção de inteligência que permeia o processo.

A aprendizagem significativa está relacionada à possibilidade dos alunos aprenderem por múltiplos caminhos e formas de inteligência, permitindo-lhes usarem diversos meios e modos de expressão. Neste tipo de aprendizagem é muito importante a comunicação. Por isso, a aula deve tornar-se um fórum de debate e negociação de concepções e representações da realidade. Resultará assim, num espaço de conhecimento compartilhado no qual os alunos são vistos como indivíduos capazes de construir, modificar e integrar ideias. Terão oportunidade de interagir com outras pessoas, com objectos e situações que exijam envolvimento, e disporão de tempo para pensar e reflectir acerca dos seus procedimentos, das suas aprendizagens e dos problemas que têm de superar. Na sala de aula, o conhecimento não é apenas transmitido pelo professor e aprendido pelos alunos. Ensinar e aprender com significado implica interacção, disputa, aceitação, rejeição, caminhos diversos, percepção das diferenças, busca constante de todos os envolvidos na acção de conhecer. A aprendizagem significativa segue um caminho que não é linear, mas uma trama de relações cognitivas e afectivas.

Como já referimos anteriormente, a aprendizagem significativa dá-se quando o aluno escolhe relacionar novas informações com ideias que já conhece. A sua qualidade está dependente da riqueza da estrutura cognitiva do aluno e do significado lógico do novo material a ser apreendido.

A aprendizagem formal e informal deve ser cada vez mais significativa, o conhecimento conceptual mais transparente e o ensino escolar mais educativo e não apenas ou quase apenas informativo. Os alunos devem ser ajudados a aprenderem significativamente, isto é, a criarem os seus próprios significados, para o que é útil a negociação de ideias baseada em mapas conceptuais e em outras ferramentas metacognitivas.

Condições para que ocorra a aprendizagem significativa

Segundo David Ausubel, a aprendizagem significativa só ocorre quando o material a ser aprendido “é ancorado” em conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Neste processo a nova informação interage como uma estrutura de conhecimento específica, que Ausubel chama “subsunçor”. Quando o material a ser aprendido não consegue ligar-se a algo já conhecido, ocorre o que David Ausubel chama aprendizagem mecânica. Ou seja: isto ocorre quando as novas informações são aprendidas sem interagirem com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva.

Para haver aprendizagem significativa é necessário que sejam satisfeitas duas condições:

- 1ª- o aluno precisa de ter uma predisposição psicológica para aprender;
- 2ª- o material a ser apreendido tem que ser potencialmente significativo, ou seja, tem que ter significado lógico (este depende somente da natureza do material), e ao mesmo tempo significado psicológico para o aluno que aprende (depende da estrutura cognitiva de cada aluno). Cada aprendiz faz uma filtragem dos materiais que têm significado psicológico ou não para si próprio.

Neste trabalho foram também tidos em linha de conta princípios programáticos facilitadores da aprendizagem significativa porque vão ao encontro dos mecanismos dessa aprendizagem - como a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora, a organização sequencial e a consolidação (Ausubel et al. 1978, 1980) e algumas estratégias como o uso de organizadores prévios, de mapas conceptuais e de diagramas em Vê (Novak e Gowin, 1984).

A teoria da aprendizagem significativa é “uma teoria construtivista já que dá muita relevância às concepções prévias de cada aprendiz e considera a sua operacionalização uma construção pessoal e idiossincrática” (Gowin, 1981, p. 63).

Os conceitos -chave

Tivemos o cuidado de seriar e estudar os conceitos importantes envolvidos na pesquisa, quer da componente educacional quer da Óptica, como, por exemplo, construtivismo trivial, aprendizagem significativa, luz, fotão, comprimento de onda, etc. (ver figura 1).

Metodologia de recolha de dados

Na recolha de dados foi utilizado um método quase-experimental do tipo grupo experimental/grupo de controlo, com um pré-teste e um pós-teste, sem selecção aleatória dos indivíduos.

A componente quase-experimental da metodologia de recolha de dados pode ser esquematizada do seguinte modo, segundo adaptações de Silva e Pinto (1986):

O ₁	X	O ₂
O ₁		O ₂

Neste esquema, O₁ representa os dados recolhidos na aplicação de um pré-teste aos dois grupos, X representa o tratamento administrado ao grupo experimental, TE, que consistiu na aplicação de uma estratégia construtivista e investigativa de suporte experimental aos alunos deste grupo (enquanto que os alunos do grupo de controlo foram sujeitos a uma estratégia não preparada e perfeitamente tradicional) e O₂ traduz os dados recolhidos por aplicação do pós-teste novamente aos dois grupos.

Em consonância com as opiniões de Silva e Pinto (1986, p. 242), estamos convictos de que este método poderá limitar a compreensão do estudo. Por isso, sentimos a necessidade de recorrer a métodos complementares que consistiram na observação participante das aulas, com os respectivos registos, seguida da análise de conteúdo desses registos. Recorreu-se ainda a um instrumento de inquérito, mais concretamente a uma entrevista à professora dos alunos dos dois grupos (o experimental e o de controlo), a qual foi cuidadosamente preparada para colaborar nesta pesquisa. As respostas a este inquérito foram também sujeitas a uma análise de conteúdo.

Esta investigação assumiu características de estudo predominantemente qualitativo e de estudo descritivo e, como já dissemos, foi globalmente arquitectada com base no Vê de Gowin.

Os sujeitos da investigação neste estudo foram os 20 alunos de uma turma do 8º ano de uma escola secundária do concelho de Cascais, a Escola Secundária da Quinta do Marquês em Oeiras e a respectiva professora de Ciências Físico – Químicas, a qual, para além de possuir uma formação adequada ao ensino da Física, tem bastante experiência de ensino.

A referida turma já estava dividida em dois grupos heterogéneos, quanto à média de idades e ao sexo, ou seja os grupos de alunos já existiam *a priori*.

Por tal motivo, começou-se por usar o pré-teste para comparar o nível de conhecimentos dos dois grupos à partida. Tendo-se verificado que um dos grupos obteve resultados no pré-teste ligeiramente melhores que o outro, decidiu-se escolher esse grupo para grupo de controlo.

Grupo	Ano de Escolaridade	Nº de Alunos	Média de Idades	Sexo
TE	8º	10	13	Masculino
TC	8º	10	14	Feminino

Quadro 1- Média de idades, sexo e número de alunos envolvidos na investigação.

Seguidamente, os alunos do grupo experimental (TE), que à partida revelavam mais dificuldades, foram sujeitos a uma estratégia construtivista alicerçada no trabalho cooperativo e numa avaliação formativa. Houve sempre a preocupação por parte da professora, antes da realização de qualquer actividade, de estar junto dos alunos. Existiu sempre um momento prévio de diálogo com estes durante a aplicação do tratamento e eles responderam posteriormente e individualmente às questões complementares das actividades experimentais. Entretanto o grupo de controlo foi submetido a um ensino tradicional.

No final, foi aplicado o pós-teste aos dois grupos, tentando ir ao encontro de um dos objectivos do nosso estudo: comparar o desempenho de uma amostra de alunos do 8º ano de escolaridade sujeitos ao ensino experimental (TE) com a outra amostra de alunos do 8º Ano de escolaridade não sujeitos ao ensino experimental (TC). Tanto no pré-teste como no pós-teste estavam contempladas as instruções através das quais os alunos podiam responder às questões. Em cada questão, debruçámo-nos cuidadosamente sobre os seguintes aspectos:

Objectivo a atingir
Formulação clara da questão
Resposta aceitável do ponto de vista científico
Categorias de resposta (CR)
Resultados obtidos

As diferentes categorias de resposta (CR) foram construídas com base nas ideias expressas através das respostas dos alunos nos testes.

Fizemos por último uma entrevista à professora que leccionou os dois grupos.

Resultados obtidos

Na impossibilidade de apresentar aqui a análise de todas as respostas, cingimo-nos apenas a três exemplos ilustrativos de questões do **pós-teste**.

- **Questão 6-** Em que consiste a decomposição da luz solar? Onde pode ocorrer?

Objectivo a atingir na questão:

Dizer em que consiste e onde ocorre a decomposição da luz solar.

Resposta aceitável do ponto de vista científico:

Consiste na separação da luz solar nas radiações de todos os comprimentos de onda que a compõem. Pode ocorrer em prismas, nas redes de difracção, nas gotas de chuva e na atmosfera.

Categorias de resposta (CR):

Nesta questão refere-se, a título de exemplo, algumas respostas dos alunos que foram integradas em cada CR, respectivamente:

Exemplos de respostas dos alunos que fundamentam as CR	Categorias de resposta (CR)
[Aluno C18] "... consiste na separação da luz solar em radiações, pode ocorrer nos prismas e nas gotas de chuva por vezes".	CR1- Consiste na separação da luz solar em radiações. Pode ocorrer nos prismas e nas gotas de chuva.
[Aluno C7] "... Consiste na separação das várias cores que constituem a luz solar".	CR2- Consiste na separação das várias cores que constituem a luz solar.
Os alunos não responderam.	CR3- Não respondeu.

Resultados obtidos

A percentagem dos alunos, cujas respostas foram incluídas nas diferentes categorias de resposta, apresentam-se no quadro seguinte :

Categorias de resposta (CR)	Valor percentual de resultados (%) (TC)	Valor percentual de resultados (%) (TE)	Valor percentual (%) (amostra total)
CR1	60	90	75
CR2	40	10	25
CR3- Não respondeu	0	0	0

Quadro 2 - Categorias de resposta relativas à questão 6 do pós- teste (C) e as respectivas percentagens obtidas pelos alunos da amostra TC (grupo de controlo) e TE (grupo experimental)

- **Questão 9-** A Joana está na sapataria a tentar ver se uns sapatos lhe ficam bem. Coloca-se em frente a um espelho plano que está encostado a uma parede e cuja altura é metade da altura da Joana. Acha que a Joana consegue ver a imagem dos sapatos no espelho (observe com atenção a figura 2)?

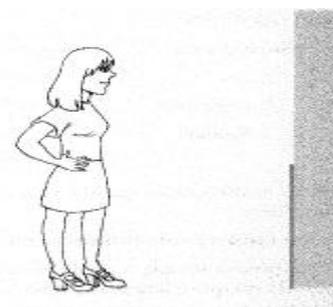


Figura 2

Objectivo a atingir na questão:

Interpretar a imagem num espelho plano.

Resposta aceitável do ponto de vista científico:

A Joana consegue ver a imagem dos sapatos ao espelho, porque o espelho atinge metade da altura da Joana e isso é suficiente para que a luz proveniente dos sapatos incida nos olhos da Joana.

Categorias de resposta (CR):

Nesta questão refere-se, a título de exemplo, algumas respostas dos alunos que foram integradas em cada CR, respectivamente:

Exemplos de respostas dos alunos à questão que fundamentam as CR	Categorias de resposta (CR)
[Aluno C18]”... a Joana consegue ver os sapatos, porque o espelho é metade da altura da Joana”.	CR1- A Joana consegue ver os sapatos, porque o espelho atinge metade da altura da Joana.
[Aluno C3]”... a Joana não consegue ver os sapatos, porque o espelho não é da sua altura”.	CR2- A Joana não consegue ver os sapatos, porque o espelho não é da altura da Joana.
Os alunos não responderam	CR3- Não respondeu.

Resultados obtidos:

A percentagem dos alunos, cujas respostas foram incluídas nas diferentes categorias de resposta, apresentam-se no quadro seguinte:

Categorias de resposta (CR)	Valor percentual de resultados (%) (TC)	Valor percentual de resultados (%) (TE)	Valor percentual (%) (amostra total)
CR1	30	90	60
CR2	70	10	40
CR3- Não respondeu	0	0	0

Quadro 3 - Categorias de resposta relativas à questão 9 do pós- teste (C) e as respectivas percentagens obtidas pelos alunos da amostra TC (grupo de controlo) e TE (grupo experimental)

- **Questão 15-** Alguns defeitos de visão surgem logo à nascença (efeito congénito). Uma pessoa que nasça com miopia precisa de usar lentes para corrigir o seu defeito de visão. Que tipo de lentes deve usar?

- A - Lentes convergentes para corrigir a pouca convergência do cristalino.
- B - Lentes divergentes para corrigir a grande convergência do cristalino.
- C - Lentes divergentes e convergentes para corrigir os defeitos de visão que possui.
- D - Lentes convergentes e divergentes para corrigir o defeito que possui.

Objectivo a atingir na questão:.

- Indicar o tipo de lentes adequadas ao tratamento de defeitos de visão.

Resposta aceitável do ponto de vista científico:

Afirmação B.

Categorias de Resposta (CR):

Nesta questão refere-se, a título de exemplo, algumas respostas dos alunos que foram integradas em cada CR, respectivamente:

Exemplos de respostas dos alunos à questão que fundamentam as CR	Categorias de resposta (CR)
[Aluno C11] "... B".	CR1- B
[Aluno C3] "... C".	CR2- C
[Aluno C6] "... A".	CR3- A
[Aluno C4] "... D".	CR4- D

Esta questão é de escolha múltipla e neste tipo de questões determinámos as frequências absolutas das respostas dos alunos e dispusemo-las graficamente.

Resultados obtidos:

A percentagem dos alunos, cujas respostas foram propostas na questão 15, apresentam-se no seguinte gráfico:

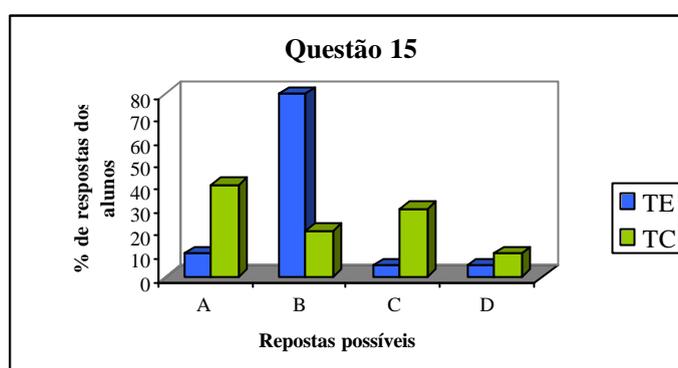


Gráfico 1 - Resultados obtidos na questão 15 em que a opção correcta é a B.

Conclusões mais importantes desta investigação

Tal como se vê pelos poucos mas representativos exemplos que aqui apresentámos, os alunos do grupo experimental, que, à partida, até revelaram menos conhecimentos do que os do grupo de controlo, acabaram por ter uma melhor consecução no pós-teste. Com o tratamento que consistiu numa estratégia experimental, numa perspectiva construtivista e investigativa e num ambiente construtivista que a professora procurou estabelecer, os alunos do grupo experimental evoluíram de tal modo que o seu desempenho, no pós-teste, foi significativamente superior ao dos alunos do grupo de controlo, sujeitos a uma estratégia tradicional. Estes resultados apontam no sentido de que o recurso a uma estratégia do tipo da que foi usada, baseada num ensino experimental bem fundamentado epistemologicamente e num ambiente construtivista, se revela mais eficaz na promoção de uma aprendizagem significativa dos alunos do que uma estratégia tradicional.

Torna-se necessária uma utilização mais sistemática de metodologias de ensino que, à semelhança da testada neste estudo, integrem a teoria com o trabalho experimental num ambiente construtivista e dêem oportunidade aos alunos de “prever, observar, explicar e reflectir”, de discutirem e experimentarem o alcance e limites de diferentes teorias, de ligar os assuntos estudados na sala de aula com o seu quotidiano e de confrontarem e negociarem saberes no contexto social da sala de aula.

Por sua vez, a professora envolvida nesta investigação salientou, durante a entrevista que lhe fizemos, a importância das aulas experimentais nesta perspectiva e nestes ambientes construtivistas.

Referiu que as mesmas permitem uma melhor aproximação à ciência e beneficiam a relação professor-aluno.

Com base na nossa experiência pessoal, no que lemos sobre estratégias construtivistas e investigativas e em tudo o que nos foi dado observar com esta pesquisa, julgamos poder concluir que este tipo de estratégias são imprescindíveis para o desenvolvimento de capacidades e atitudes dos alunos, motivam-nos muito mais para a aprendizagem e preparam-nos muito melhor para a vida do dia a dia.

Bibliografia

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D. e HANNESIAN, H. (1980). *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro. Interamericana.

BACHELARD, G. (1934) *O novo Espírito Científico*. Lisboa: Edições 70 (Tradução do original).

BARDIN, L. (1995). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 1995.

BROOKS, J. e BROOKS, M. (1999). In Search of Understanding- The Case for Constructivis Classrooms (revised edition).

<http://www.ascad.org/readingroom/books/books99book.html>

BRUNER, J. (1989). *Concepciones de la infancia: Freud, Piaget y Vygotsky*. In, J. L. Linaza (Org). Jerome Bruner: Acción, pensamiento y lenguaje. Madrid: Alianza Editorial.

CACHAPUZ, A. F. et al. (1989). *O trabalho experimental nas aulas de Física e Química*. Gazeta de Física. 12, fasc. 2, 65-69.

CARMO, H. e FERREIRA, M. M. (1998). *Metodologia da Investigação- Guia para a Auto-Aprendizagem*. Lisboa: Universidade Aberta.

ESTRELA, A. (1994). A teoria e prática de observação de classes. Uma estratégia de formação de professores. Porto:Porto Editora.

FERREIRA, J. A. e FRANCO, S. (1995) Conceitos Elementares de Óptica Geométrica e sua aplicação à Óptica da Visão, *Gazeta da Física*, 18 (29), 6-11.

GLASERFELD, E. (1988) Introduction à un constructivisme radical. In P. Watzlawick, L' Invention de la Réalité. Paris: Éditions du Seuil.

HANKS, A., HANKS, T. (1995). *Óptica Básica*. Manual de instruções e Guia Experimental para o Modelo OS-8515 da Pasco Scientific, Roseville.

HECHT, E., (1991). *Óptica*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

HEEWSON, P. W. (1986). Epistemological commitments in the learning of science: examples from dynamics. *European Journal of Science Education*, 8 (2), 157-171.

HODSON, D. (1994). *Hacia un Enfoque más Critico del Trabajo de Laboratorio*. Enseñanza de las Ciencias, 12 (3), 299-313.

LEITE, L., SÁ, S. (1997). *Cor, Óptica e Pintura*. *Gazeta da Física*, 20 (2/3), 17-22.